

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:  
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 3 2020 (МАРТ)

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

Журнал издается с 2011 года.

### Редакция:

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

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

### Издатель:

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

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

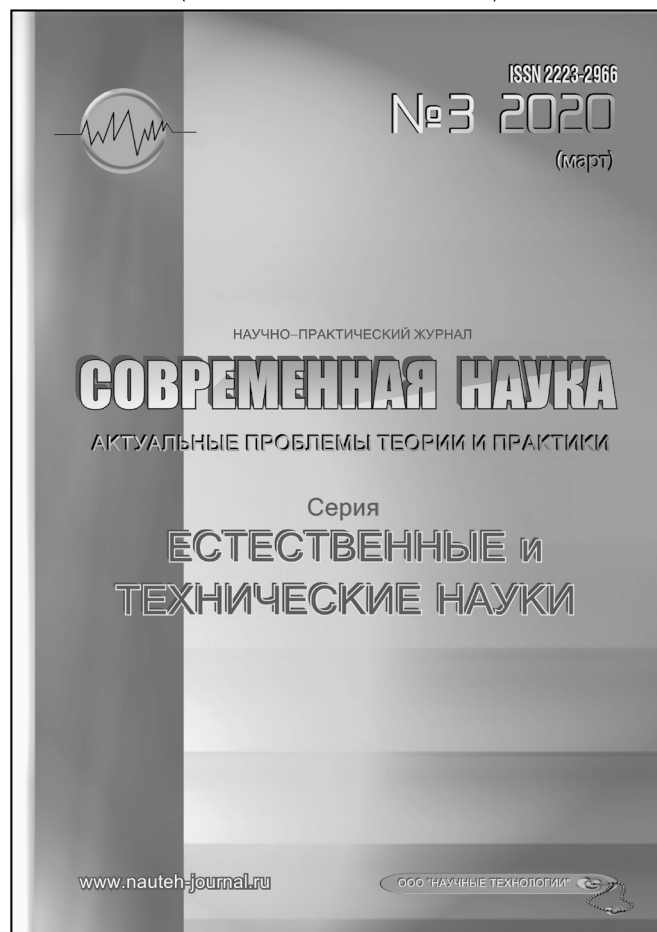
Журнал зарегистрирован Федеральной службой  
по надзору в сфере массовых коммуникаций,  
связи и охраны культурного наследия.

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 25.03.2020 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 ступени 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., Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

# СОДЕРЖАНИЕ

# CONTENTS

## Общая биология

**Аллахвердиев Э. И., Ширинова Г. Ф., Аскерли Л. Х.** — Микобиота томата, выращиваемого в Азербайджане, и фитотоксичная активность некоторых видов, участвующих в её формировании  
*Allahverdiyev E., Shirinova G., Askerly L.* — Mycobiota of tomato grown in Azerbaijan and phytotoxic activity of some species participating in its formation ..... 7

**Бебякова Н. А., Левицкий С. Н., Шабалина И. А., Сумарокова А. В., Курочкина Е. Л.** — Полиморфизм Lys198Asn гена эндотелина-1 и развитие сердечно-сосудистой патологии (обзор)  
*Bebyakova N., Levitsky S., Shabalina I., Sumarokova A., Kurochkina E.* — Endothelin — 1 gene Lys198Asn polymorphism and development of cardiovascular pathology (review) ..... 12

**Бойко А. С., Пожидаев И. В., Падерина Д. З.** — Роль генов нейромедиаторных рецепторов в развитии антипсихотик-индуцированных побочных эффектов при шизофрении  
*Boiko A., Pozhidaev I., Paderina D.* — The role of neurotransmitter receptors genes in the development of antipsychotic-induced side effects in schizophrenia ..... 17

**Горчакова А. Ю., Горчакова Л. В., Калязина Н. Ю., Столяров В. А., Якушкина М. Н., Садыков Х. А.** — Амударьинский заповедник Туркменистана: история и современность  
*Gorchakova A., Gorchakova L., Kalyazina N., Stolyarov V., Yakushkina M., Sadykov H.* — Amudarya reserve of Turkmenistan: history and present ..... 23

**Гусейнова Г. Н., Аллахвердиев Э. И., Гасумов Д. Ф., Юсифова А. А., Рзаева А. Л.** — Распространенные в Азербайджане виды грибов рода *Fusarium* и их фитотоксическая активность  
*Huseynova G., Allahverdiyev E., Gasumov C., Yusifova A., Rzaeva A.* — Spread the species of fungi from the genus of *Fusarium* in Azerbaijan and their phytotoxic activity ..... 29

**Доржу М. С., Кучумова И. А.** — Проблемы географического изучения традиционного природопользования  
*Dorju M., Kuchumova I.* — Problems of geographical study of traditional nature management ..... 34

**Краснова М. Г.** — Глюконеогенез. Биологическое значение при патологических состояниях  
*Krasnova M.* — Gluconeogenesis. Biological significance at pathological conditions ..... 38

**Макаева А. З., Оказова З. П.** — Влияние уровня освоенности территории на состояние деревьев г. Грозный  
*Maakaeva A., Okazova Z.* — Influence of the level of development of the territory on the state of trees of Grozny ..... 41

**Панютин А. Н., Беспалова В. В., Захаренкова И. А., Иготти И. Н.** — К вопросу обоснования экологического и социального факторов при расчёте экономической доступности древесных отходов  
*Panyutin A., Bepalova V., Zakharenkova I., Igotti I.* — To the issue of substantiation of environmental and social factors in calculating the economic affordability of wood waste ..... 45

**Рзаева А.** — Биоэкологическая оценка и распространение ценопопуляций можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) в Азербайджане  
*Rzaeva A.* — Bioecological evaluation and distribution of principles of ordinary juniper (*Juniperus communis* L.) in Azerbaijan ..... 50

**Санжиева С. Е., Хандуева В. Д., Шантагарова Н. В.** — Оценка неканцерогенного риска здоровью при использовании подземных вод в качестве питьевых в условиях ИЖС  
*Sanzhieva S., Handueva V., Shantagarova N.* — Non-carcinogenic health risk assessment while using groundwater as drinking water under conditions of private housing construction ..... 53

<b>Сапарбаева Л. М., Джамбетов М. И., Джамбетова П. М.</b> — Цитогенетический статус работников цементного завода <i>Saparbaeva L., Gumbetov M., Gumbatova P.</i> — Cytogenetic status of cement plant workers ..... 58	<b>Бучнев О. С.</b> — Применение метода максимального правдоподобия для поиска скрытых нелинейных зависимостей <i>Buchnev O.</i> — Application of the maximum likelihood estimation for the searching of hidden nonlinear dependencies ..... 89
<b>Чурилов Г. И., Обидина И. В., Чурилов Д. Г., Полищук С. Д.</b> — Влияние размера и концентрации наночастиц металлов на их биологическую активность <i>Churilov G., Obidina I., Churilov D., Polishchuk S.</i> — Influence of the size and concentration of metal nanoparticles on their biological activity..... 62	<b>Гордин С. А., Зайченко И. В.</b> — Об интеллектуальной адаптации ПИД-регулирующих систем в системах управления котлов малой мощности <i>Gordin S., Zaychenko I.</i> — About intellectual adaptation of PID-regulation in control systems of boilers of small power ..... 95
<b>Информатика, вычислительная техника и управление</b>	
<b>Абанин В. С.</b> — Оценка уровня адекватности учебных средств, применяемых при освоении планирующих парашютов, на основе анализа систем управления воздействиями на обучаемого <i>Abanin V.</i> — The adequacy level assessment of the training means applied in planning parachute mastering based on the analysis of the systems of the effect control on the trainee..... 70	<b>Лазарева А. Б., Глухова А. Ф., Четнев М. В.</b> — Автоматизация сбора данных с микропроцессорных устройств учета газа <i>Lazareva A., Glukhova A., Chetnev M.</i> — Automation of data collection from microprocessor gas metering devices ..... 100
<b>Амосов А. Г.</b> — Анализ эргономических характеристик, как аппарат повышения качества и реализуемой эффективности автопоездов <i>Amosov A.</i> — Analysis of ergonomic characteristics as an apparatus for improving the quality and realized efficiency of train trains..... 77	<b>Насыров Н. Ф., Кобец Е. А., Горлушкина Н. Н.</b> — Автоматизированная генерация учебных подзадач на основе методики тегов и критериев <i>Nasyrov N., Kobets E., Gorkushkina N.</i> — Automated generation of training subtasks based on tags method and criteria ..... 102
<b>Ахмед З. М. С.</b> — Исследование и разработка компонентов математического и программного обеспечения системы управления проектами в САПР <i>Ahmed Z. M. S.</i> — Research and development of mathematical and software components of a project management system in CAD..... 82	<b>Огородникова О. В., Дубровин А. С.</b> — Анализ систем управления базами данных <i>Ogorodnikova O., Dubrovin A.</i> — Analysis of database management systems ..... 108
<b>Ахметов В. К.</b> — Численное моделирование теплопереноса в смазочном слое <i>Akhmetov V.</i> — Numerical modeling of heat transfer in the lubricant layer..... 85	<b>Савинов С. В.</b> — Применение стохастических бионических алгоритмов в беспроводных самоорганизующихся Ad Hoc сетях <i>Savinov S.</i> — Application of stochastic bionic algorithms in wireless self organizing Ad Hoc networks..... 112
	<b>Топольник Р. А.</b> — Обоснование критериев управления блокировочным фрикционом гидродинамического трансформатора гусеничных машин с гидромеханической трансмиссией <i>Topolnik R.</i> — Justification of criteria for controlling the locking clutch of a hydrodynamic transformer of tracked vehicles with a hydromechanical transmission ..... 116



- Черкасова М. А., Касьянова М. А., Березина С. Л.** — Реализация образовательного проекта по разработке исследовательского модуля  
*Cherkasova M., Kasyanova M., Berezina S.* — Implementation of an educational project to develop a research module ..... 123
- Якушев В. А.** — Автоматизация процессов управления аэродинамической установкой компрессорного типа  
*Yakushev V.* — Automation of control processes of aerodynamic installation of compressor type ..... 128
- Клиническая медицина**
- Багатаева П. Р.** — Анализ стоматологического здоровья людей пожилого и старческого возраста проживающих в различных климатических зонах Республики Дагестан (РД)  
*Bagatayeva P.* — Monitoring of elderly people stomatological health, living in various climatic zones of the Republic of Dagestan ..... 131
- Гараева А. С., Николенко В. Н., Белхароева Р. Х., Расулова А. Н., Хамхоева Т. Ю.** — Профилактика инфекций, передаваемых половым путём, в регионах Северного Кавказа  
*Garaeva A., Nikolenko V., Belkharoeva R., Rasulova A., Khamkhoeva T.* — Prevention of sexually transmitted infections in the North Caucasus regions ..... 137
- Громов А. Л., Иванов С. В., Ткаченко Н. Ф., Сулейманова Н. А.** — Сахарный диабет как фоновая полиорганная патология у пациентов с флегмонами челюстно-лицевой области  
*Gromov A., Ivanov S., Tkachenko N., Suleymanova N.* — Diabetes mellitus as a background multi-organ pathology in patients with maxillofacial phlegmons .... 141
- Жулев Е. Н., Архангельская Е. П.** — Состояние капиллярного кровообращения в тканях пародонта у лиц молодого возраста  
*Zhulev E., Arkhangel'skaya E.* — State of capillary blood circulation in periodontic tissues in young people ..... 145
- Жулев Е. Н., Ростов А. В., Ростов А. А.** — Изучение остаточной мощности лазерного излучения корневого канала резца, подготовленного под литую культевую вкладку (in vitro)  
*Zhulev E., Rostov A., Rostov A.* — The study of the residual power of the laser radiation of the root canal of the incisor prepared under a cast stump insert (in vitro) ..... 149
- Ловпаче З. Н., Керимов М. Б., Нальчикова М. Т., Теувова А. А., Магрелова Л. А.** — Диагностические критерии аллергических ринитов у детей с атопическими дерматитами  
*Lovpache Z., Kerimov M., Nalchikova M., Teuvova A., Magrelova L.* — Diagnostic criteria for allergic rhinitis in children with atopic dermatitis ..... 152
- Логарева Е. В., Парсаданян А. М., Каспарова А. Э.** — Оценка индекса ROMA в дифференциальной диагностике опухолей яичника  
*Logareva E., Parsadanyan A., Kasparova A.* — Assessment of the ROMA index in differential diagnosis of testisms of the ovaries ..... 158
- Никонова Е. Н., Турмухамбетова Б. Т., Козлова Л. К., Илюхина О. Б.** — Акромегалия и беременность: описание клинического случая спонтанной беременности у пациентки с акромегалией после хирургического лечения на фоне введения октреотида депо  
*Nikonova E., Turmuhambetova B., Kozlova L., Ilyukhina O.* — Acromegaly and pregnancy: description of a clinical case of spontaneous pregnancy in a patient with acromegaly after surgical treatment with octreotide depot ..... 166
- Рондалева А. В.** — Отогенные менингиты и менингоэнцефалиты, их комбинаторика и риски  
*Rondaleva A.* — Otogenic meningitis and meningoencephalitis, their combinatorics and risks .... 172
- Тулупова М. С., Хамошина М. Б.** — невынашивание беременности инфекционного генеза: к вопросу о мужском факторе  
*Tulupova M., Khamoshina M.* — Miscarriage of infectious genesis: male factor issue. .... 176

<b>Шалин В. В., Теричев А. Е., Колосунин И. А., Базина К. А., Колесникова И. В., Вашуркина И. М., Трошин Е. М.</b> — Лечение заболеваний артерий нижних конечностей. Обзор литературы	<b>Esaulova T., Kochina I., Bazaeva O., Zyazina E.</b> — Severity of intestinal microbiota disorders depending on the age of the patient gastroenterological hospital patients . . . . .	180	191
<i>Shalin V., Terichev A., Kolosunin I., Bazina K., Kolesnikova I., Vashurkina I., Troshin E.</i> — Treatment of diseases of arteries of the lower extremities. Review of literature . . . . .	<b>Яцук А. В., Сиволапов К. А.</b> — Прогнозирование течения и выбор способа лечения мышечных дисфункций височно-нижнечелюстного сустава		
<b>Шугаева К. Я., Джантемиров Б. И., Сулаева М. З., Меджидова Э. М.</b> — Принципы эффективной дегельминтизации при аскаридозе	<i>Yatsuk A., Sivolapov K.</i> — Prognostication of the course and choice of treatment method for muscular dysfunctions of the temporomandibular joint . . . . .	188	195
<i>Shugaeva K., Dzhantemirov B., Sulaeva M., Medzhidova E.</i> — Principles of effective deworming in ascariasis . . . . .			
<b>Эсаулова Т. А., Кочина И. И., Базаева О. В., Зязина Е. Н.</b> — Выраженность нарушений кишечной микробиоты в зависимости от возраста у пациентов гастроэнтерологического стационара	<b>Информация</b>		
	Наши авторы. Our Authors . . . . .		200
	Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале . . . . .		205

# МИКОБИОТА ТОМАТА, ВЫРАЩИВАЕМОГО В АЗЕРБАЙДЖАНЕ, И ФИТОТОКСИЧНАЯ АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ, УЧАСТВУЮЩИХ В ЕЁ ФОРМИРОВАНИИ

## MYCOBIOTA OF TOMATO GROWN IN AZERBAIJAN AND PHYTOTOXIC ACTIVITY OF SOME SPECIES PARTICIPATING IN ITS FORMATION

**E. Allahverdiyev  
G. Shirinova  
L. Askerly**

*Summary.* In the present work, the mycobiota of various varieties of tomato grown in some ecologically different regions of the Republic of Azerbaijan (Absheron Peninsula, Kura-Araksi Lowland and Guba-Khachmaz Economic Region) is studied. It was found that 27 species of mushrooms and mushroom-like organisms participate in the formation of mycobiota of tomatoes grown in the studied territories in open ground conditions. It was found that most fungi involved in the formation of tomato microbiota have phytotoxic activity, and some of them are able to synthesize biologically active metabolites that increase the overall productivity of the plant.

*Keywords:* tomato, mycobiota, phytotoxic activity, biological activity, total productivity.

**Аллахвердиев Элмар Илгам оглы**

Директор, НИ Институт Овощеводства  
МСХ Азербайджана, Азербайджан, г. Баку  
elmar.1985a@mail.ru

**Ширинова Гюльнар Фаган гызы**

Н.с., Институт Микробиологии НАН Азербайджана,  
Азербайджан, г. Баку  
shirinligulnar@gmail.com

**Аскерли Ламиа Худаверди гызы**

Н.с., Институт Микробиологии НАН Азербайджана,  
Азербайджан, г. Баку  
lamiaskerli@gmail.com

*Аннотация.* В представленной работе исследована микобиота различных сортов томата, выращиваемого в некоторых экологически различных регионах Азербайджанской Республики (Апшеронский полуостров, Кура-Араксинская низменность и Губа-Хачмазский экономический район). Было обнаружено, что в формировании микобиоты томатов, выращиваемых на исследуемых территориях в условиях открытого грунта, участвуют 27 видов грибов и грибоподобных организмов. Было установлено, что большинство грибов, участвующих в формировании микобиоты томатов, обладают фитотоксической активностью, а некоторые из них способны синтезировать биологически активные метаболиты, увеличивающие общую продуктивность растения.

*Ключевые слова:* томат, микобиота, фитотоксическая активность, биологическая активность, общая продуктивность.

## Введение

Грибы, отличающиеся способностью распространяться везде, где присутствуют органические вещества, вызывают также различные патологии как вегетативных, так и генеративных органов растений. В результате снижается общая продуктивность растений, качество урожая меняется в худшую сторону, ухудшается эстетический вид растения и полученного урожая [1]. Поэтому грибы, вызывающие различные патологии у растений, в том числе у тех, которые используются в практических целях, стали предметом отдельных исследований и отличаются своей актуальностью.

С другой стороны, загадочный мир грибов и широкий спектр биологических особенностей [2, 15–16] делает их основным объектом различных исследований. Одной из таких областей является изучение их в фитопатологическом аспекте. Хотя Т. Найт ещё два столетия тому назад предложил использовать устойчивые сорта в качестве

эффективных мер для предотвращения патогенных микроорганизмов, в том числе грибов, исследования по изучению патогенных микроорганизмов и разработке мер борьбы с ними в настоящее время [19, 23] сохраняют свою актуальность в полной мере. Это можно объяснить тем, что в последнее время воздействие антропогенного фактора на окружающую среду характеризуется растущей тенденцией, в результате которой экологическая ситуация меняется не только на местном или региональном, но уже и на глобальном уровне. К сожалению, в большинстве случаев это изменение направлено в сторону ухудшения положения. В соответствии с этим изменением эволюция грибов, тесно связанная с эволюцией организма-хозяина, обуславливает появление форм [6, 19], различающихся не только морфологически, но и биологически, а также форм, устойчивых к применяемым методам (физическим, химическим) борьбы.

Как небольшая частица земного шара, природа Азербайджанской Республики находится под влиянием ме-

нящихся экологических условий глобализирующегося мира, и качественные изменения в экономике страны в результате восстановления независимости Азербайджана требуют пересмотра проводимых мер, связанных с фитопатологическими исследованиями.

Важность аграрного сектора в экономике Азербайджана и обеспечение населения страны продуктами питания растительного происхождения является требующим своего разрешения вопросом для любой страны, в том числе и для нашей. Одним из них является растение томата, которое характеризуется лекарственной ценностью и является одним из важнейших компонентов рациона человека. В проводимых время от времени исследованиях неоднократно подтверждалось то, что томаты, выращивание которых возможно в любой части Азербайджана, ввиду наличия ценных питательных веществ являются средой обитания фитопатогенных микроорганизмов [7]. Распространенность патологий, обнаруженных у растений томата, а также видовой состав их возбудителей варьирует в зависимости от экологических условий. По этой причине иногда возникает необходимость возобновления исследований фитопатологического аспекта конкретного изученного фито- или агроценоза. С другой стороны, для разработки мер борьбы против возбудителей болезней конкретного растения необходимо их комплексное исследование.

Учитывая все вышесказанное, целью представленной работы явилось исследование грибов, формирующих микобиоту растений томата, выращиваемых в Азербайджане, по их видовому составу и фитотоксической активности, а также особенности влияния их на урожайность растения.

## Материалы и методы

Образцы исследования были взяты с предположительно населенных грибами вегетативных и генеративных органов растения томата, выращиваемого в экологически различных регионах Азербайджанской Республики (Апшеронский, Аранский, Губа-Хачмазский и Ленкоранский экономические районы), а также из почв ризосферы растения. Взятие проб, их паспортизация и подготовка к лабораторным анализам проводились в соответствии с микологическими и фитопатологическими методами, применяемыми с этой целью в настоящее время [5, 8–9].

Обработка взятых образцов проводилась в НИИ Овощеводства МСХ Азербайджанской Республики и в соответствующих лабораториях Института Микробиологии НАНА.

Для выделения грибов в чистую культуру использовали пшеничный агар (ПА), рисовый агар (РА), крахмальный агар (КА) и картофельный агар (КА), агаризованные среды Чапека и Чапека-Докса. Приготовление, стерилизация и разлив сред в чашки Петри, перенос образцов в питательную среду и получение чистых культур проводились согласно методикам [9, 13].

Идентификация выделенных в чистую культуру грибов и вызываемых ими болезней проводилась на основе определителей [10, 17, 22], а они, как хорошо известны, составлены по морфо-культуральным и физиологическим признакам грибов, а также по визуальным и микроскопическим наблюдениям вызываемых патологий.

При изучении экофизиологических особенностей грибов использовалась жидкая среда Чапека, и культивирование проводилось в течение 7 дней при температуре 26–28°C [9]. Оценка роста основывалась на сухой биомассе, продуцируемой грибами, которая определялась доведением её до постоянной массы при температуре 105°C в течение конкретного времени.

Для того чтобы улучшить прорастание семян томатов использовали соответственно водный экстракт из растений и грибов и 7-дневную культуральную жидкость, а процесс проводили в следующей последовательности: 100 визуально здоровых семян замачивали в исследуемых растворах при комнатной температуре в течение 24 часов. Затем семена помещали на фильтровальную бумагу, пропитанную водой, используемой для орошения, и контролируют прорастание в течение 5 дней. В качестве контроля использовали не замоченные семена.

## Полученные результаты и их обсуждение

Результат исследований 2014–2018 гг. 250 образцов, взятых из наземных и подземных частей различных растений томата, выращенных в условиях открытого грунта в некоторых экологически различных регионах Азербайджанской Республики, показал, что в формировании микобиоты томата в общей сложности принимают участие 38 видов грибов. Было выявлено, что 5 из них (*Phytophthora capsici*, *P. drechsleri*, *P. infestans*, *P. parasitica*, *Pythium debryanum*) относятся к грибоподобным организмам (Chromista), 3 вида (*Mucor hiemalis*, *Rhizopus oryzae*, *Rh. stolonifer*) к отделу Zygomycota, 31 вид (*Alternaria alternata*, *A. solani*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus rugulosus*, *Botrytis cinerea*, *Cercospora fuligena*, *Cladosporium fulvum*, *C. tenuissimum*, *Colletotrichum coccodes*, *C. lagenarium*, *C. dematium*, *C. gloeosporioides*, *Didymella lycopersici*, *Erysiphe communis*, *Fusarium moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *Glomerella cingulata*, *Leveillula taurica*, *Penicillium corylophilum*, *P. cyclophilum*,

Таблица 1. Влияние культуральной жидкости грибов, участвующих в формировании микобиоты растения томата, на всхожесть семян

N	Вид гриба	Общее число использованных семян(шт.)	Число проросших семян (шт.)	Доля проросших семян(%)
1	<i>Alternaria alternata</i>	150	102	68.0
2	<i>A.solani</i>	150	107	71.3
3	<i>Aspergillus niger</i>	120	90	75.0
4	<i>Aspergillus rugulosus</i>	120	95	79.2
5	<i>Botrytis cinerea</i>	150	101	67.3
6	<i>Cercospora fuligena</i>	120	94	78.3
7	<i>Cladosporium fulvum</i>	120	88	73.3
8	<i>C.tenuissimum</i>	120	93	77.5
9	<i>Fusarium moniliforme</i>	150	75	50.0
10	<i>F.oxysporum</i>	150	70	46.7
11	<i>F.solani</i>	150	72	48.0
12	<i>Gliocladiumroseum</i>	140	127	90.7
13	<i>Mucor hiemalis</i>	120	97	80.8
14	<i>Penicillium corylophilum</i>	130	106	81.5
15	<i>P.cyclopium</i>	130	86	66.2
16	<i>P.oxalicum</i>	130	92	70.8
17	<i>Rhizopus oryzae</i>	140	110	78.6
18	<i>Rh.stolonifer</i>	140	117	83.6
19	<i>Trichoderma hamatum</i>	120	108	90.0
20	<i>T.koningii</i>	120	114	95.0
21	<i>Verticillium dahliae</i>	120	68	56.7
Контроль		150	130	86.7

*P.oxalicum*, *Phoma destructiva*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Scl. sclerotiorum*, *Septoria lycopersici*, *Stemphylium solani*, *Trichoderma hamatum*, *T. koningii*, *Verticillium dahliae*) принадлежал к отряду Ascomycota. Истинные биотрофные виды среди обнаруженных грибов, особенно в образцах вегетативных и генеративных органов, составляют меньшинство, равное 6 видам, 5 из которых относятся к грибоподобным организмам, а 1 вид (*E.communis*) — к телеоморфам сумчатых грибов. Тем не менее, подавляющее большинство обнаруженных грибов связано с определенной степенью патогенности. Так, большинство грибов не являются истинными сапротрофами или биотрофами, а органические вещества, необходимые для их жизнедеятельности, они получают как от живых организмов, так и от организмов, утративших жизнеспособность. По этой причине почти все грибы, обнаруженные на растении томата, можно охарактеризовать как потенциальные организмы, которые могут отрицательно повлиять на него.

Следует отметить, что большинство грибов, обнаруженных в вегетативных и генеративных органах растения томата, обладают также токсичностью и способны синтезировать микотоксины, которые могут вызывать опасные последствия у живых организмов, а прежде

всего, сказаться на здоровье человека [14]. Примером могут служить грибы *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Fusarium moniliforme*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *P. cyclopium*, *P. oxalicum*, *Verticilliumdahliae* и др. Добавляя это к вышесказанному, не вызывает сомнения необходимость рассмотрения данного вопроса при выращивании растений томата, и прежде всего, своевременного обнаружения грибов, формирующих его микобиоту и оценки их экофизиологических особенностей ввиду специфики местных условий.

Интересно, что некоторые метаболиты грибов, связанные с той или иной патогенностью, обладают способностью стимулировать рост растений, а также имеют антибактериальную и противогрибковую активности. Например, грибы рода *Fusarium*, *Trichoderma* и др. обладают способностью синтезировать фитогормоны, которые стимулируют рост растений [3, 18, 20], а также они имеют антагонистические взаимоотношения, что связано с наличием антифунгальной активности у метаболитов грибов рода *Trichoderma*.

Принимая во внимание тот факт, что среди грибов, участвующих в формировании микобиоты растения томата, имеются грибы с вышеупомянутыми признаками,

Таблица 2. Влияние штаммов гриба *T.koningi*, выделенного из различных территорий, на общую продуктивность растения томата

№	Вид гриба (число штаммов)	Место выделения	Критерии, используемые при оценке общего развития растения томата		
			Высота растения (начало, конец, см)	Начало цветения (дни)	Количество урожая одной особи растения (кг)
1	<i>T.koningi</i> (5)	Образцы, взятые с растения томата	12/92–96	30–34	2,4±0,15
2	<i>T.koningi</i> (3)	Почва лесов, богатых растительным опадом	12/88–93	31–34	2,1±0,12
3	<i>T.koningi</i> (3)	Почвы, слабо загрязненные отходами химического производства	12/87–92	32–36	2,2±0,15
4	Контроль		12/86–91	32–35	2,0±0,14

на последующем этапе исследования было бы целесообразно дать оценку фитотоксической активности грибов, выделившихся в чистую культуру. Выяснение этого вопроса основывалось на всхожести семян томатов.

Полученные результаты показали, что грибы, участвующие в формировании микобиоты томата, различаются по действию на прорастающую способность его семян (таблица 1). Как видно, под влиянием большинства исследованных грибов количество проросших семян уменьшается по сравнению с контролем, которое в большей степени проявляется у гриба *Fusarium oxysporium*. Также наблюдается значительное уменьшение числа проросших семян под влиянием таких видов грибов, как *Fusarium moniliforme*, *F. solani*, *P. cyclospium* и *Verticillium dahliae*, что также указывает на высокую фитотоксическую активность этих грибов.

При действии культуральной жидкости (КЖ) других грибов наблюдается небольшое снижение всхожести семян, что может указывать на то, что они обладают относительно низкой фитотоксической активностью. Это не относится к грибам *T.koningi*, *T. hamatum* и *G. Roseum*. Так, культуральная жидкость гриба *T.koningi*, вызывает увеличение количества проросших семян на 8,7% по сравнению с контролем. Этот показатель составляет 3,7% у гриба *T. hamatum* и 4,4% у гриба *G. roseum*. Вероятно, причина увеличения количества проросших семян связана с тем, что КЖ этих грибов содержит также биологически активные метаболиты (БАМ). Поскольку представляет интерес как это повлияет на последующий рост, развитие и, в конечном итоге, продуктивность растения, было сочтено целесообразным выяснить этот вопрос на следующем этапе исследований. Для этого семена растения, а точнее сорта «Лейла», высевают после замачивания в КЖ гриба *T. koningi* в течение 24 часов и процесс прослеживается до сбора урожая. Для оцен-

ки использовались как размер растения, начало фазы цветения, так и количество всего полученного урожая. На данном этапе исследования для сравнения использовались штаммы таких же видов грибов, выделенных лабораторией микробиологической биотехнологии Института Микробиологии НАНА в чистую культуру с территорий, не связанных с выращиванием томата (леса, богатые растительными остатками, загрязненные почвы). В результате исследований выявлено, что присутствие БАМ в культуральной жидкости оказывает влияние и на более позднюю стадию развития томата, и количественный показатель этого эффекта связан с местом выделения используемых штаммов (таб. 2). Как видно из таблицы, полученные результаты подтверждают наличие биологически активных метаболитов в КЖ исследованных грибов. Так, независимо от места выделения, использование КЖ штаммов гриба *T. koningii*, выражается в изменении, а точнее в увеличении высоты и общей продуктивности растения. Это позволит в будущем успешно использовать их в качестве источников для получения стимуляторов.

Из приведенных выше результатов (таб.2) обращает на себя внимание факт, связанный с местом выделения используемых грибных штаммов. Как видно, при использовании штаммов, выделенных с территорий выращивания томата, все показатели были сравнительно выше, чем у контрольных и других вариантов. Этот факт позволяет указать на то, что между живыми организмами одинаковой среды существует фактор экологической совместимости, и это позволяет отметить необходимость его учета при получении такого типа продуктов.

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлено, что в формировании микобиоты томата, выращиваемого в условиях Азербайджана, участвуют

34 вида грибов, 6 из которых являются истинными биотрофами, а остальные в той или иной степени склонны к патогенности. Наряду с грибами с высокой фитотоксической активностью встречаются и грибы, синтезирую-

щие биологически активные метаболиты, способные усиливать рост и общую продуктивность растений, что позволит в будущем использовать их для получения стимулирующих (рост, урожайность) препаратов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Agrios G.N. 2005. Plant Pathology. 5th Edn., Elsevier Academic Press, Amsterdam, New York, USA., ISBN-13: 9780120445653, Pages: 922.
2. Chandrasekaran M, Chandrasekar R, Chun S, Sathiyabama M (2016) Isolation, characterization and molecular three-dimensional structural predictions of metalloprotease from a phytopathogenic fungus, *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Sor. J Biosci Bioeng 122:131–139
3. Chaturvedi, P.; Gajbhiye, S.; Roy, S.; Dudhale, R.; Chowdhary, A. Determination of kaempferol in extracts of *Fusarium chlamydosporum*, an endophytic fungi of *Tylophora indica* (Asclepeadaceae) and its anti-microbial activity. J. Pharm. Biol. Sci. 2014, 9, 51–55.
4. Doehlemann G., Ökmen B., Zhu W., Sharon A. Plant Pathogenic Fungi. Microbiol Spectr., 2017, 5(1). doi: 10.1128/microbiolspec.FUNK-0023–2016.
5. Federico Martinelli, Riccardo Scalenghe, Salvatore Davino, Stefano Panno, Giuseppe Scuderi, et al. 2015. Advanced methods of plant disease detection. A review. INRA, 35 (1):1–25.
6. Gaddeyya G, Niharika PS, Bharathi P and Kumar PKR. 2012. Isolation and identification of soil mycoflora in different crop fields at Salur Mandal. AdvAppl Sci Res., 3:2020–2026.
7. Gadzhieva N. Sh., Mamedov G. M., Eyyubov B. B., Mamedova F. R. et al. Pathogenic fungi living on plants cultivated in the conditions of Azerbaijan. // Bulletin of the Moscow Region State University, a series of "Natural Sciences", 2012, № 5, p.9–12
8. Golovin P. N., Arseneva M. V., Tropova A. T., Shestiperova Z. I. (2002). Workshop on general phytopathology. SPb.: Lan publishing house, 288.
9. Handbook of Mycological Methods. [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/agns/pdf/coffee/Annex-F.2.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/coffee/Annex-F.2.pdf)
10. Horst K. R. (2013). Westcott's Plant Disease Handbook. Eighth Edition. New York: Springer Science, 826.
11. <http://www.agro.gov.az> (Date of the application: 2019)
12. [https://www.wto.org/english/tratop\\_e/sps\\_e/spsagr\\_e.htm](https://www.wto.org/english/tratop_e/sps_e/spsagr_e.htm) (Date of the application: 2019)
13. [http://www.ascofrance.fr/uploads/forum\\_file/Humber-RA-Chapter-V-Entomofungi-identification-0001.PDF](http://www.ascofrance.fr/uploads/forum_file/Humber-RA-Chapter-V-Entomofungi-identification-0001.PDF)(Date of the application: 2019)
14. [http://www.e-osnova.ru/PDF/osnova\\_1\\_0\\_3.pdf](http://www.e-osnova.ru/PDF/osnova_1_0_3.pdf)(Date of the application: 2019)
15. Jun Yang, Tom Hsiang, Vijai Bhaduria, Xiao-Lin Chen, Guotian Li. 2017. Plant Fungal Pathogenesis. // Biomed Res Int., 2017: 9724283. Published online 2017 Jan 17. doi: 10.1155/2017/9724283
16. Khan, A.L.; Hussain, J.; Al-Harrasi, A.; Al-Rawahi, A.; Lee, I.J. 2015. Endophytic fungi: Resource for gibberellins and crop abiotic stress resistance. Crit. Rev. Biotechnol., 35: 62–74.
17. Kirk P. M., Cannon P. F., Minter D. W. Stalpers J. A. 2008. Dictionary of the fungi, 10th edn. CABI publishing. Wallingford (UK), 600.
18. Lopez-Bucio J., Pelagio-Flores R., and Herrera-Estrella A. 2015. Trichoderma as biostimulant: Exploiting the multilevel properties of a plant beneficial fungus. Sci. Hortic. (Amsterdam) 196:109–123
19. Muhammad Alam Firmansyah, Erfiani, Anuraga Jayanegara, Nurheni Wijayanto and Achmad. 2018. Identification and Pathogenicity of Fungal Dieback Disease on Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) Seedling and Rice (*Oryza sativa*). Pakistan Journal of Biological Sciences, 21: 16–23.
20. Paulina Guzman-Guzman, Maria Daniela Porras-Troncoso, Vianey Olmedo-Monfil, and Alfredo Herrera-Estrella. 2018. Trichoderma Species: Versatile Plant Symbionts. Phytopathology, 109(1). DOI: 10.1094/PHYTO-07–18–0218-RVW
21. Rosario Nicoletti and Antonio Fiorentino. 2015. Plant Bioactive Metabolites and Drugs Produced by Endophytic Fungi of Spermatophyta Agriculture, 5:918–970. doi:10.3390/agriculture5040918
22. Satton D., Fothergill A., Rinaldi M. 2001. Determinant of pathogenic and conditionally pathogenic fungi. M: World, 486.
23. Sohail A. Alshaili and Bayan M. Bani-Hasan. 2018. Morphological and Molecular Identification of Fungi Isolated from Different Environmental Sources in the Northern Eastern Desert of Jordan. Jordan Journal of Biological Sciences, 11,3:329–337

© Аллахвердиев Элмар Илгам оглы ( elmar.1985a@mail.ru ),

Ширинова Гюлнар Фаган гызы ( shirinligulnar@gmail.com ), Аскерли Ламиа Худаверди гызы ( lamiaskerli@gmail.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ПОЛИМОРФИЗМ LYS198ASN ГЕНА ЭНДОТЕЛИНА-1 И РАЗВИТИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ПАТОЛОГИИ (ОБЗОР)

## ENDOTHELIN -1 GENE LYS198ASN POLYMORPHISM AND DEVELOPMENT OF CARDIOVASCULAR PATHOLOGY (REVIEW)

**N. Bebyakova  
S. Levitsky  
I. Shabalina  
A. Sumarokova  
E. Kurochkina**

*Summary.* The article presents the generalized data of foreign and domestic literature on the influence of the candidate gene endothelin-1, responsible for the synthesis of the most powerful vasoconstrictor endothelin-1, as well as the possible influence of the polymorphic variant Lys198Asn on the development of cardiovascular diseases. The identified associations between lys198asn polymorphism in the endothelin-1 gene and changes in the functioning of the cardiovascular system, in particular, with myocardial infarction, various cardiomyopathies and other diseases, were studied. To date, it has been established that polymorphism of the endothelin-1 gene is not always associated with the risk of cardiovascular diseases, often the results of studies are contradictory, which requires further study of the role of lys198asn polymorphism in the endothelin-1 gene as a genetic marker of changes in the cardiovascular system.

*Keywords:* genetic markers of cardiovascular diseases, polymorphism of endothelin-1 gene..

**Бебякова Наталья Александровна**

Д.б.н., профессор, Северный государственный  
медицинский университет (г. Архангельск)  
nbebyakova@mail.ru

**Левицкий Сергей Николаевич**

К.б.н., доцент, Северный государственный  
медицинский университет (г. Архангельск)  
sergeylevitski@yandex.ru

**Шабалина Ирина Алексеевна**

К.б.н., доцент, Северный государственный  
медицинский университет (г. Архангельск)  
ira\_sha@mail.ru

**Сумарокова Алина Владимировна**

К.б.н., доцент, Северный государственный  
медицинский университет (г. Архангельск)  
arh.alina@gmail.com

**Курочкина Екатерина Леонидовна**

К.б.н., доцент, Северный государственный  
медицинский университет (г. Архангельск)  
zhibort71@yandex.ru

*Аннотация.* В статье представлены обобщенные данные зарубежной и отечественной литературы о влиянии гена-кандидата эндотелина-1, отвечающего за синтез мощнейшего вазоконстриктора эндотелина-1, а также рассмотрено возможное влияние полиморфного варианта Lys198Asn на развитие сердечно-сосудистых заболеваний. Изучены выявленные ассоциации между полиморфизмом Lys198Asn в гене эндотелина-1 и изменением функционирования сердечно-сосудистой системы, в частности, с инфарктом миокарда, различными кардиомиопатиями и другими заболеваниями. К настоящему времени установлено, что полиморфизм гена эндотелина-1 не всегда ассоциируется с риском развития сердечно-сосудистых заболеваний, зачастую результаты исследований носят противоречивый характер, что требует дальнейшего изучения роли полиморфизма Lys198Asn в гене эндотелина-1 как генетического маркера изменения работы сердечно-сосудистой системы.

*Ключевые слова:* генетические маркеры заболеваний сердечно-сосудистой системы, полиморфизм гена эндотелина-1.

**В** настоящее время активно функционируют различные проекты, направленные на изучение генома человека: TSC, HGP, HMP, 1000 геномов, благодаря которым были выявлены новые гены, установлены однонуклеотидные замены (SNP) в геноме человека. Созданы базы данных, которые способствуют изучению полиморфизмов, ассоциированных с различной патологией сердечно-сосудистой системы [16, 26, 45, 46].

К настоящему времени накоплено множество сведений, указывающих, что в развитии сердечно-сосу-

дистых заболеваний наследственные факторы могут играть значительную роль, однако уникальной мутации в определенном гене, которая бы напрямую ассоциировалась с их развитием, не было обнаружено. Кроме того разные результаты популяционных исследований по данной проблематике также являлись противоречивыми. Различный эффект тех или иных полиморфизмов был получен и при сравнении разнородных этнических и расовых групп населения: генотип, который преобладал в одной популяции может быть не распространен в другой. Анализ SNP может улучшить проведение рас-



четов индивидуального генетического риска развития болезни, что в дальнейшем поможет профилактике ранней манифестации заболеваний [1, 2, 3, 8, 13].

Среди генных полиморфизмов, которые ассоциированы с развитием и прогрессированием сердечно-сосудистых заболеваний, особенно интересны SNP эндотелиновой системы [17, 45]. Одним из таких генов — кандидатов можно считать ген эндотелина-1 (ET-1). Полиморфный вариант этого гена Lys198Asn (rs 5370) ассоциирован с повышенным уровнем ET-1, а также стрессорной вазоконстрикцией и артериальной гипертензией [9]. Однако многочисленные исследования указанного полиморфизма в основном проводятся на больном населении и без учета этнических особенностей [30, 42, 48].

К настоящему времени клиническими и экспериментальными наблюдениями установлены многочисленные ассоциации уровня ET-1 с развитием и прогрессированием различных сердечно-сосудистых заболеваний [15, 23, 38, 47, 50]. Ген, кодирующий предшественник ET-1, локализуется на хромосоме 6 (p24–23, 5.5 kb) и содержит пять экзонов и четыре интрона и состоит из 6836 нуклеотидов [20]. В промоторной области гена располагаются последовательности CAAT и TATA, регулирующие транскрипцию [18].

Функциональную значимость системы ET-1 для регуляции работы сердечно-сосудистой системы определяет объем проводимых в мире исследований, посвященных ассоциации полиморфных вариантов генов, кодирующих компоненты этой системы. Многие варианты гена ET-1, включая нуклеотидные полиморфизмы, которые влияют на наследственный риск сердечно-сосудистых заболеваний и других связанных заболеваний, уже были обнаружены, генотипированы и исследованы [17, 28, 29–33, 34, 42, 48].

Среди них известно 10 полиморфизмов, включая: –1370 (T-1370G) (rs1800541); +5665 (Lys198Asn) (rs5370); G2288T (rs2070699); –974 C <A (rs3087459); +3660 (Glu106Glu) (rs5369); G (8002) A (rs2071942); +138 (+ 138 / ex1ins / delA) (rs1800997) и др.

В 5-м экзоне гена была обнаружена однонуклеотидная замена Lys198Asn, представляющая собой трансверсию G>T в 5665-м нуклеotide, приводящую к замене лизина (Lys) на аспарагин (Asn) в 198-м положении аминокислотной последовательности [35, 39].

В нескольких исследованиях было отмечено, что частота минорного аллеля Lys198Asn имеет этнические и географические особенности.

Была показана ассоциация полиморфизма Lys198Asn с уровнем вазоконстрикции и артериального давления

[9, 24, 40]. Установлена корреляция данного полиморфизма с индексом массы тела и уровнем артериального давления у европейцев, страдающих ожирением [19, 37].

Rankinen T. и соавт. (2007) также выявили, что минорный аллель повышает в 2 раза риск артериальной гипертензии у европейцев, но при этом его эффект модулируется физической активностью [44]. Данный полиморфизм также ассоциирован с развитием дилатационной кардиомиопатии [35], легочной гипертензии у испанцев [43] и индийцев [47, 48]. У гомозигот TT повышен риск развития сердечной недостаточности [27]. У мужчин-китайцев указанный генотип повышает риск развития ишемического инсульта в 1,49 раза [51]. В то же время, Castro M. G. и соавт. выявили, что наличие гомозиготного генотипа Lys198Lys является фактором риска развития гипертрофии ЛЖ у испанцев [25].

В исследованиях HERITAGE и HYPGENE была обнаружена ассоциация минорного аллеля T с повышением артериального давления при физической нагрузке у людей, склонных к гиподинамии, но не наблюдавшаяся в группе лиц, активно занимающихся спортом [44]. Кроме того, исследования спортсменов показали, что данный полиморфный ген можно считать маркером проявления физических качеств человека, так как полиморфный аллель T ассоциирован с предрасположенностью к наращиванию мышечной массы [4, 22].

Показан вклад изучаемого полиморфизма гена в возникновение внезапной сердечной смерти у больных гипертонической кардиомиопатией [7]. В мета-анализе, включающем 17 публикаций с исследованием 2631 пациентов, показана выраженная корреляция полиморфизма END1 (rs5370) с повышенным риском развития легочной артериальной гипертензии [36].

При изучении хронической венозной недостаточности нижних конечностей было установлено, что частота встречаемости генотипа GG наблюдается в 2 раза чаще, чем при обычной варикозной болезни [6]. Аналогичные результаты были получены и при изучении периферической витреохориоретинальной дистрофии [10].

При изучении влияния полиморфизма Lys198Asn на процессы ремоделирования миокарда у пациентов с малыми аномалиями сердца было установлено негативное влияние генотипа TT на процессы структурно-функционального ремоделирования миокарда [5]. Хотя полученные авторами данные тоже являются противоречивыми. Это обусловлено в первую очередь тем, что измененный участок отщепляется в процессе образования биологически активного ET-1.

Например, в исследованиях Тимашевой Я. Р. и соавт. (2015) не было обнаружено ассоциации данного полиморфизма с развитием эссенциальной гипертензии. Авторы делают вывод о том, что ключевым механизмом действия ET-1 на формирование предрасположенности к эссенциальной гипертензии является его взаимодействие с рецепторами, что и было ими установлено [11].

Многочисленными исследованиями установлен вклад полиморфизма Lys198Asn гена ET-1 в развитие цереброваскулярных заболеваний, например, острого ишемического инсульта [19, 21, 51, 52], однако имеются данные, что высвобождение ET-1 связано с причинами, отличными от генетических факторов [41]. Аналогичные

противоречивые данные были получены и при изучении роли данного полиморфизма в развитии лакунарного инсульта [12, 14].

Таким образом необходимо дальнейшее изучение особенностей функционирования сердечно — сосудистой системы и ее резервных возможностей у здоровых людей с разными генотипами по данному полиморфизму, что может способствовать раннему выявлению сердечно — сосудистой патологии. В связи с этим актуальным является изучение влияния полиморфизма Lys198Asn на синтез вазоактивных факторов — NO и ET-1, нарушение баланса которых может приводить к гемодинамическим изменениям.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аит, А. А. Генетические аспекты предрасположенности к сердечно-сосудистым заболеваниям у населения арабских стран [Текст]: на соиск. учен. степ. канд. биол. наук: 03.02.07 / Аит Аисса Амира; [Место защиты: Российский университет дружбы народов]. Москва, 2016. — 131 с.
2. Аульченко, Ю. С. Методологические подходы и стратегии картирования генов, контролирующие комплексные признаки генов [Текст] / Ю. С. Аульченко, Т. И. Аксенович // Информационный вестник Вавиловского общества генетиков и селекционеров. — 2006. — Т. 10, № 1. — С. 189–202
3. Баранов, В. С. Геном человека, эпигенетика многофакторных заболеваний и персонализированная медицина [Текст] / В. С. Баранов, Е. В. Баранова // Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера». — 2012. — Т. 4, № 1. — С. 76–85
4. Бутенко, А. И. Исследование генетического полиморфизма генов эндотелиальной NO-синтазы и эндотелина-1 у профессиональных футболистов [Текст] / А. И. Бутенко, Т. П. Шкурат // Валеология. — 2011. — № 3. — С. 67–72
5. Жданов, Ю. С. Влияние полиморфного маркера Lys198Asn гена END-1 на процессы ремоделирования миокарда у пациентов с малыми аномалиями сердца [Текст] / Ю. С. Жданов // Медицинский вестник Северного Кавказа. — 2010. — № 2. — С. 75–76
6. Каде, А. Х. Физиологические функции сосудистого эндотелия [Текст] / А. Х. Каде [и др.] // Фундаментальные исследования. — 2011. — № 11. — С. 611–617. Режим доступа: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=29285> (дата обращения: 26.03.2018)
7. Калинин, Р. Е. Полиморфизм гена синтазы азота и эндотелина-1 при хронической венозной недостаточности нижних конечностей [Текст] / Р. Е. Калинин [и др.] // Российский медико-биологический вестник им. И. П. Павлова. 2015. — № 4. — С. 97–102
8. Маздорова, Е. В. Ассоциации полиморфизма некоторых генов-кандидатов сердечно — сосудистых заболеваний с атеросклеротическим поражением стенки сонных артерий [Текст] / Е. В. Маздорова // Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. — 2008. — Т. 132, № 4. — С. 65–71
9. Минушкина, Л. О. Полиморфный маркер Lys198Asn гена эндотелина 1: ассоциация с тяжестью течения артериальной гипертензии [Текст] // Л. О. Минушкина [и др.] // Кардиология СНГ. — 2003. — Т. 1, № 1. — С. 190
10. Серебренникова, С. В. Полиморфизм гена эндотелина-1 (Lys198Asn) у больных с периферической витреохориоретинальной дистрофией в Забайкальском крае [Текст] / С. В. Серебренникова, Л. А. Голубина, Ю. А. Витковский // Молекулярная медицина. — 2013. — № 2. — С. 54–57
11. Тимашева, Я. Р. Полиморфизм генов системы эндотелина-1 и риск развития эссенциальной гипертензии [Текст] / Я. Р. Тимашева [и др.] // Медицинская генетика. — 2015. — № 10. — С. 29–35
12. Топузова, М. П. Дисфункция эндотелия у больных с лакунарным инсультом [Текст] / М. П. Топузова [и др.] // Лечение и профилактика. — 2013. — № 3(7). — С. 37–45
13. Феоктистова, В. С. Генетические и биохимические маркеры, ассоциированные с развитием ишемической болезни сердца у женщин молодого и среднего возраста [Текст]: дис. . . на соиск. учен. степ. канд. мед. наук: 14.01.04, 14.03.10 / Феоктистова Валерия Сергеева; [Место защиты: Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова]. — Санкт-Петербург, 2015. — 164 с.
14. Хромова, А. В. Взаимосвязь гемодинамических реакций на нагрузку с продукцией эндотелина-1 [Текст] / А. В. Хромова [и др.] / Научные труды III Съезда физиологов СНГ «Физиология и здоровье человека». — М.: Медицина-Здоровье, 2011. — С. 136
15. Шурыгин, М. Г. Значение повышения продукции эндотелина при инфаркте миокарда [Электронный ресурс] / М. Г. Шурыгин [и др.] // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 1–6. — С. 1281–1287 Режим доступа: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=37759> (дата обращения: 25.03.2018)
16. Abecasis, G. R., 1000 Genomes Project Consortium. A map of human genome variation from population-scale sequencing [Text] / G. R., Abecasis, D. Altshuler [et al.] // Nature. — 2010. — Vol. 467. — N7319. — P. 1061–1073
17. Ahmed, M. Polymorphism in Endothelin-1 Gene: An Overview [Text] / M. Ahmed, A. Rghigh // Curr. Clin. Pharmacol. — 2016. — Vol. 11. — N3. — P. 191–210
18. Arinami T. Chromosomal Assignments of the Human Endothelin Family Genes: the Endothelin-1 Gene (EDN1) to 6p23-P24, the Endothelin-2 Gene (EDN2) to 1p34, and the Endothelin-3 Gene (EDN3) to 20q13.2-Q13.3. [Text] / T. Arinami [et al.] // Am. J. Hum. Genet. — 1991. — N48. — P. 990–969

19. Asai, T. Endothelin-1 gene variant associates with blood pressure in obese Japanese subjects: the Ohasama Study [Text] / T. Asai [et al.] // *Hypertension*. — 2001. — Vol. 38. — P. 1321–1324
20. Banno, M. Association of genetic polymorphisms of endothelin-converting enzyme-1 gene with hypertension in a Japanese population and rare missense mutation in preproendothelin-1 in Japanese hypertensives [Text] / M. Banno [et al.] // *Hypertens Res*. — 2007. — Vol. 30. — N6. — P. 513–520
21. Barden, A. E. Association between the endothelin-1 gene Lys198Asn polymorphism blood pressure and plasma endothelin-1 levels in normal and preeclamptic pregnancy [Text] / A. E. Barden [et al.] // *J. Hypertens*. — 2001. — № 19. — P. 1775–1782
22. Beaty, T. H. Haplotype diversity in 11 candidate genes across four populations [Text] / T. H. Beaty [et al.] // *Genetics*. — 2005. — № 171. P. 259–267
23. Bohm, F. Endothelin receptor blockade improves endothelial function in atherosclerotic patients on angiotensin converting enzyme inhibition [Text] / F. Bohm, E. Beltran, J. Pernow // *J. Intern. Med*. — 2005. — Vol. 257. — P. 263–271
24. Bossard, M. Plasma endothelin-1 and cardiovascular risk among young and healthy adults [Text] / M. Bossard [et al.] // *Atherosclerosis*. — 2015. — Vol. 239. — № 1. — P. 186–191
25. Castro, M. G. Screening of the endothelin1 gene (EDN1) in a cohort of patients with essential left ventricular hypertrophy [Text] / M. G. Castro [et al.] // *Ann Hum Genet*. — 2007. — Vol. 71. — Pt 5. — P. 601–610
26. Christopher, J. Genomics of Cardiovascular Disease [Text] / J. Christopher, M. D. O'Donnell, G. Elizabeth, [et al.] // *N. Engl. J. Med*. — 2011. — N365. — P. 2098–2109
27. Colombo M. G. ET-1 Lys198Asn and ET(A) receptor H323H polymorphisms in heart failure. A case-control study [Text] / M. G. Colombo [et al.] // *Cardiology*. — 2006. — Vol. 105. — N4. — P. 246–252
28. Davenport, A. P. Endothelin [Text] / A. P. Davenport [et al.] // *Pharmacol. Rev*. — 2016. — Vol. 68. — N2. — P. 357–418
29. Dhawan, I. Is endothelin gene polymorphism associated with postoperative atrial fibrillation in patients undergoing coronary artery bypass grafting? [Text] / I. Dhawan [et al.] // *Ann. Card. Anaesth*. — 2017. — Vol. 20. — № 3. — P. 341–347
30. Dzholdasbekova, A. U., The association between polymorphism of Lys189Asn of endothelin-1 gene and arterial hypertension risk in Kazakh people [Text] / A. U. Dzholdasbekova, A. E. Gaipov // *European Journal of General Medicine*. — 2010. — Vol. 7, № 2. P. 110–111
31. Fang Z. Association of endothelin-1 gene polymorphisms with essential hypertension in a Chinese population [Text] / Z. Fang [et al.] // *Genet. Mol. Res*. — 2017. — Vol. 16. — N3. doi: 10.4238/gmr16037446
32. Gottlieb, S. S. Prognostic significance of active and modified forms of endothelin-1 in patients with heart failure with reduced ejection fraction [Text] / S. S. Gottlieb [et al.] // *Clin. Biochem*. — 2014. Dec 23. Pii: S0009–9120(14)00795–4. Doi: 10.1016/j.clinbiochem. 2014.12.012
33. Granado, M. Effects of age and caloric restriction on the cardiac and coronary response to endothelin-1 in rats [Text] / M. Granado [et al.] // *Exp. Gerontol*. — 2014. — Vol. 60. — P. 183–189
34. Hashemi, M. Association of Endothelin-1 rs5370 G>T gene polymorphism with the risk of nephrotic syndrome in children [Text] / M. Hashemi, [et al.] // *J. Nephropathol*. — 2017. — Vol. 6. — № 3. — P. 138–143
35. Holzhauser, L. Endothelin receptor polymorphisms in the cardiovascular system: potential implications for therapy and screening [Text] / L. Holzhauser, R. Zolty // *Heart Fail Rev*. — 2014. — Vol. 6. — P. 743–758
36. Jiao Y. R., Wang W., Lei P. C., Jia H. P., Dong J., Gou Y. Q., Chen C. L., Cao J., Wang Y. F., Zhu Y. K. 5-HTT, BMPR2, EDN1, ENG, KCNA5 gene polymorphisms and susceptibility to pulmonary arterial hypertension: A meta-analysis. // *Gene*. 2019 Jan 5;680:34–42. doi: 10.1016/j.gene.2018.09.020. Epub 2018 Sep 12. Review. [Режим доступа: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?linkname=pubmed\\_pubmed&from\\_uid=30218748](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?linkname=pubmed_pubmed&from_uid=30218748)]
37. Jin, Y. Association of left ventricular mass with the AGTR1 A1166C polymorphism [Text] / Y. Jin [et al.] // *Am J Hypertens*. — 2012. — Vol. 25. — P. 472–478
38. Kowalczyk A. The role of endothelin-1 and endothelin receptor antagonists in inflammatory response and sepsis [Text] / A. Kowalczyk [et al.] // *Arch. Immunol. Ther. Exp*. — 2015. — Vol. 63. — P. 41–52
39. Matsa, L. S. Endothelin 1 gene as a modifier in dilated cardiomyopathy [Text] / L. S. Matsa [et al.] // *Gene*. — 2014. — Vol. 548. — N2. — P. 256–262
40. Nosikov, V. V. Genetic predisposition to arterial hypertension in Russian patients from Moscow city [Text] / V. V. Nosikov [et al.] // *Clinical Chemistry and laboratory medicine*. — 2006. — V. 44. — N8. — P. 45
41. Orhan Aslan. Endothelin-1 Lys198Asn and rs10478694 polymorphism in ischemic stroke [Электронный ресурс] / Orhan Aslan [et al.] // *Biomedical Research*. — 2017. — Vol. 28. — N2. — P. 750–754 Режим доступа: <http://www.biomedres.info/biomedical-research/endothelin1-lys198asn-and-rs10478694-polymorphism-in-ischemic-stroke.html> (дата обращения: 12.02.18)
42. Panoulas, V. F. Polymorphisms of the endothelin-1 gene associate with hypertension in patients with rheumatoid arthritis [Text] / V. F. Panoulas [et al.] // *Endothelium*. — 2008. — Vol. 15(4). — P. 203–212
43. Pousada, G. Estudio del polimorfismo K198N en el gen EDN1 en pacientes afectados de hipertension arterial pulmonar [Text] / G. Pousada [et al.] // *Med. Clin. (Barc)*. — 2015— Vol. 144. — N8. — P. 348–352
44. Rankinen, T. Effect of endothelin 1 genotype on blood pressure is dependent on physical activity or fitness levels [Text] / T. Rankinen // *Hypertension*. — 2007. — Vol. 50, № 6. — P. 1120–1125
45. Roberts, R. Genomics in cardiovascular disease [Text] / R. Roberts, A. J. Marian [et al.] // *J. Am. Coll. Cardiol*. — 2013— Vol. 61. — N20. — P. 2029–2037
46. Sachidanandam, R. International SNP Map Working Group. A map of human genome sequence variation containing 1.42 million single nucleotide polymorphisms [Text] / R. Sachidanandam, D. Weissman [et al.] // *Nature*. — 2001— Vol. 904. — N6822. — P. 928–933
47. Yip, H. K. Prognostic value of circulating levels of endothelin-1 in patients after acute myocardial infarction undergoing primary coronary angioplasty [Text] / H. K. Yip [et al.] // *Chest*. — 2005. — Vol. 127. — P. 1491–1497

48. Vadapalli, S. Endothelin-1 and endothelial nitric oxide polymorphism in idiopathic pulmonary arterial hypertension [Text] / S. Vadapalli [et al.] // International journal of molecular epidemiology and genetics. — 2010. — Vol. 1, № 3. — P. 208
49. Vadapalli, S. Epistatic interactions in idiopathic pulmonary arterial hypertension [Text] / S. Vadapalli [et al.] // Indian J Hum Genet. — 2012. — Vol. 18. — N1. — P. 56–61
50. Wang, X. Endothelin-1 upregulation mediates aging-related cardiac fibrosis [Text] / X. Wang [et al.] // J. Mol. Cell. Cardiol. — 2015. — Vol. 80. — P. 101–109
51. Zhang, L. Effect of SNP polymorphisms of EDN1, EDNRA, and EDNRB gene on ischemic stroke [Text] / L. Zhang, R. Sui // Cell Biochem Biophys. — 2014. — Vol. 70. — N1. — P. 233–239
52. Dubovyk Y. I., Oleshko T. B., Harbuzova V. Y., Ataman A. V. Positive Association between EDN1 rs5370 (Lys198Asn). Polymorphism and Large Artery Stroke in a Ukrainian Population. // Dis Markers. 2018. — Apr 3 2018:1695782. doi: 10.1155/2018/1695782. eCollection 2018 [Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29849817>]

© Бебякова Наталья Александровна ( nbebyakova@mail.ru ), Левицкий Сергей Николаевич ( sergeylevitski@yandex.ru ),  
Шабалина Ирина Алексеевна ( ira\_sha@mail.ru ), Сумарокова Алина Владимировна ( arh.alina@gmail.com ),  
Курочкина Екатерина Леонидовна ( zhibort71@yandex.ru ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# РОЛЬ ГЕНОВ НЕЙРОМЕДИАТОРНЫХ РЕЦЕПТОРОВ В РАЗВИТИИ АНТИПСИХОТИК-ИНДУЦИРОВАННЫХ ПОБОЧНЫХ ЭФФЕКТОВ ПРИ ШИЗОФРЕНИИ<sup>1</sup>

## THE ROLE OF NEUROTRANSMITTER RECEPTORS GENES IN THE DEVELOPMENT OF ANTIPSYCHOTIC-INDUCED SIDE EFFECTS IN SCHIZOPHRENIA

**A. Voiko  
I. Pozhidaev  
D. Paderina**

*Summary.* Schizophrenia is a severe endogenous mental disorder with a high progression and severity of the consequences. The main treatment strategy for schizophrenia is the use of antipsychotic drugs, which, along with the main antipsychotic effect, have a wide range of side effects. The review presents and systematizes literature data on the role of genes of neurotransmitter (dopaminergic, serotonergic, muscarinic and glutamate) receptors in the pathogenesis of the main side effects of antipsychotics: tardive dyskinesia, hyperprolactinemia and metabolic disorders.

*Keywords:* schizophrenia, tardive dyskinesia, hyperprolactinemia, metabolic syndrome, antipsychotic therapy, gene polymorphism, neurotransmitter receptors.

**Бойко Анастасия Сергеевна**  
К.м.н., н.с., Томский НИМЦ, г. Томск  
anastasya-iv@yandex.ru

**Пожидаев Иван Вячеславович**  
Аспирант, Национальный исследовательский  
Томский государственный университет; м.н.с., Томский  
НИМЦ, г. Томск  
craig1408@yandex.ru

**Падерина Диана Закировна**  
Аспирант, Национальный исследовательский  
Томский государственный университет; м.н.с., Томский  
НИМЦ, г. Томск  
osmanovadiana@mail.ru

*Аннотация.* Шизофрения является тяжелым эндогенным психическим расстройством с высокой прогрессивностью и тяжестью медицинских и экономических последствий. Основной стратегией лечения шизофрении является применение антипсихотических препаратов, которые наряду с основным антипсихотическим эффектом обладают широким спектром побочных эффектов. В обзоре представлены и систематизированы литературные данные о роли генов нейромедиаторных (дофаминергических, серотонинергических, мускариновых и глутаматных) рецепторов в патогенезе основных побочных эффектов нейролептиков: поздней (тардивной) дискинезии, гиперпролактинемии и метаболических расстройств.

*Ключевые слова:* шизофрения, тардивная дискинезия, гиперпролактинемия, метаболический синдром, антипсихотическая терапия, полиморфизм генов, нейромедиаторные рецепторы.

**Ш**изофрения относится к социально значимым заболеваниям в связи с высокой прогрессивностью и тяжестью социальных последствий, характеризующееся хроническим течением и приводящим к инвалидизации пациентов в результате прогрессирования собственно психических нарушений, а также развивающихся различных осложнений и сочетанной патологии вследствие биологических, генетических и социальных факторов риска, имеющих у больных и связанных с проводимой терапией [1, 2]. Основной стратегией лечения шизофрении является психофар-

макотерапия, направленная на купирование острых состояний, редукцию клинических проявлений, предупреждение рецидивов, улучшение качества жизни. Больные шизофренией вынуждены принимать антипсихотическую терапию в течение длительного времени, зачастую в течение всей жизни [3]. Кроме основного антипсихотического действия нейролептики вызывают широкий спектр побочных эффектов, включающих двигательные, метаболические, сердечно-сосудистые и другие расстройства, которые ухудшают качество жизни пациента и являются причиной отказа пациентов от терапии [4].

<sup>1</sup> Обзор подготовлен при поддержке гранта РФФ № 19-75-10012

Разработка методов, позволяющих индивидуализировать психотерапию, является одной из важнейших задач фундаментальной и практической медицины на современном этапе [5, 6, 7]. Патогенез нежелательных эффектов фармакотерапии недостаточно изучен, однако определенно показана важная роль генетических факторов [8]. Генетические особенности являются причиной от 20 до 95% всех неблагоприятных реакций организма человека на лекарственные соединения. Множество исследований посвящено роли нейромедиаторных систем в возникновении побочных эффектов при приёме антипсихотических препаратов. Угнетение дофаминергической нейротрансмиссии в мезолимбической системе ответственно за развитие собственно антипсихотического эффекта, в нигростриальной области — за экстрапирамидные побочные эффекты, в туберо-инфундибулярном тракте — за гиперпролактинемия [9].

### Тардивная дискинезия

Наиболее выраженным двигательным антипсихотик-индуцированным осложнением является тардивная дискинезия (ТД), которой страдает примерно каждый четвертый больной, принимающий препараты, блокирующие дофаминовые рецепторы второго типа (D2). Согласно результатам одного из последних зарубежных мета-анализов [10], проведенном на основании 41 исследования и включающее более 11 тысяч пациентов, получающих антипсихотическую терапию, средняя частота встречаемости ТД составляет 25,3%.

Самые первые работы по фармакогенетике тардивной дискинезии датированы 1997–1999 годами и были связаны именно с изучением полиморфизмов генов нейромедиаторных рецепторов (в основном дофаминовых и частично серотониновых) [11, 12]. Наиболее информативными и непротиворечивыми являются результаты фармакогенетических исследований в отношении гена *DRD3*, кодирующего D3 рецептор, который связывает как традиционные, так и атипичные антипсихотики. В конце 1990-х была установлена ассоциация аллеля Gly9 полиморфизма Серин-9-Глицин (Ser9Gly) гена *DRD3* как с предрасположенностью, так и с тяжестью ТД у больных шизофренией, получающих терапию типичными антипсихотиками [11]. Носительство Gly-аллеля, который имеет значительно большее сродство к дофамину, предрасполагает к развитию поздней дискинезии и ассоциация именно этого полиморфного варианта гена *DRD3* с ТД выявлена у больных шизофренией [13].

Ряд исследований свидетельствуют о существовании ассоциации полиморфного варианта Ser9Gly гена дофаминового рецептора *DRD3* с риском развития торокалюмбальной формы ТД у больных шизофренией

на фоне приема нейролептической терапии [14]. Имеются данные о статистически значимом повышении частоты встречаемости генотипа AA полиморфного варианта rs7633291 гена дофаминового рецептора *DRD3* у больных шизофренией с орофациальной ТД по сравнению с больными шизофренией с торокалюмбальной ТД [15].

Широкий спектр исследований в современной литературе посвящен роли серотониновых рецепторов [16, 17, 18, 19]. В последние годы стали активно изучаться гены других нейромедиаторных рецепторов, которые гипотетически могут быть вовлечены в патогенетические механизмы ТД и также связаны с механизмом действия антипсихотических препаратов, а именно гены глутаматергических, адренергических и мускариновых рецепторов [20]. Глутаматергическая эксайтотоксичность признана одним из механизмов в развитии дискинезий различного генеза как причина гибели нейронов. Гены глутаматергической системы при ТД стали интенсивно изучаться в последние несколько лет, в том числе и полиморфизмы генов субъединиц NMDA рецепторов [21, 22]. Согласно полногеномным исследованиям на экспериментальной мышинной модели ТД было показано, что гены глутаматных рецепторов (субъединицы GRIN1 и GRIN2A NMDA-рецепторов) вошли в топ наиболее высоковероятных генов-кандидатов генетической предрасположенности к ТД [23]. Гены субъединицы GRIN2A, которые по данным литературы ассоциированы с дебютом болезни Хантингтона, могут быть вовлечены в патогенез двигательных расстройств различной этиологии и полиморфизм гена *GRIK4*, кодирующего KA1-субъединицу ионотропного глутаматного каинатного рецептора (тип 4), вовлеченного в регуляцию эксайтотоксичной нейродегенерации.

В отношении адренорецепторов, имеются в литературе единичные предположения о возможном участии в возникновении антипсихотических побочных эффектов в связи с тем, что эти рецепторы могут быть мишенями действия ряда атипичных антипсихотических препаратов [24].

Генетические полиморфизмы различных подтипов мускариновых рецепторов, ассоциированные с увеличенной активностью M1 или сниженной активностью M2/M4 рецепторов, гипотетически увеличивают частоту возникновения тардивной дискинезии. Тем не менее, только M4 рецепторы селективно воздействуют на прямой экстрапирамидный путь и воздействуют на выраженность симптомов острой дискинезии. Возможно, что генетические полиморфизмы M2 рецепторов с соответствующими последствиями для их функционирования могут быть связаны с возникновением дискинезии у всех пациентов, в то время как генетические полиморфизмы M4 рецепторов могут быть изначально связаны с разви-

тием дискинезии у пациентов, не использующих антихолинергические препараты; ассоциация ТД с мускариновыми рецепторами второго типа была подтверждена в последних исследованиях [25].

Открытие и применение атипичных антипсихотических препаратов в лечении шизофрении выдвинуло на первый план проблему эндокринных (гиперпролактинемии) и метаболических побочных эффектов.

### Гиперпролактинемия

Данный побочный эффект встречается чаще при использовании высокоэффективных классических антипсихотиков, а также атипичных антипсихотических средств (в 40–80% случаев), при этом некоторые нетрадиционные нейролептики, такие как рисперидон, обладают более высоким потенциалом повышения уровня пролактина [26, 27, 28].

Пилотные исследования полиморфных вариантов генов рецепторов дофамина (*DRD2*) и серотонина (*HTR2C*) в патогенезе развития лекарственно-индуцированной гиперпролактинемии (ГП) у больных шизофренией, проведенные на небольшой популяции, позволили выявить ассоциацию полиморфного варианта гена *HTR2C* (rs6318) с развитием гиперпролактинемии у больных шизофренией на фоне антипсихотической терапии [29].

На выборке из 289 больных шизофренией, получающих рисперидон, получены данные о влиянии полиморфизма гена *DRD2* на повышение уровня пролактина у пациентов [30]. Вместе с тем, в более ранних работах опубликованы данные об отсутствии ассоциации полиморфного варианта Taq1A *DRD2* с рисперидон-индуцированной гиперпролактинемией на выборках из 174 [31] и 102 больных шизофренией [32]. На выборке из 222 пациентов получены данные о влиянии полиморфизма генов *DRD2*, *NTRK2* и *ACE* на уровень пролактина у больных шизофренией с первым психотическим эпизодом [33]. Заслуживают внимания последние фармакогенетические данные, полученные на здоровых добровольцах об увеличении уровня пролактина после однократного перорального приема нейролептика арипипразола. При этом полиморфизм rs6280 гена *DRD3* влиял на концентрацию пролактина: у добровольцев с генотипом Ser/Ser концентрация гормона была значительно ниже, чем у добровольцев с аллелем Gly. Кроме того, C/C гомозиготы по полиморфному варианту rs3813929 гена *HTR2C* имели значительно более низкие концентрации пролактина, чем носители T-аллеля [34].

Показано, что существует ассоциация между развитием гиперпролактинемии и X-хромосомными гаплоти-

пами полиморфизмов генов серотониновых рецепторов в славянской популяции Сибирского региона [18]. В данном исследовании было изучено 29 SNP (Single nucleotide polymorphis) в генах HTR-рецепторов, но аутосомные полиморфизмы не показали статистически значимых различий в частотах генотипов по сравнению с контрольной группой. На этой же популяции был исследован вклад полиморфного варианта rs1341239 (–1149 G/T) гена пролактина в развитие гиперпролактинемии [22]. Была выявлена повышенная частота аллеля G в группе пациентов с ГП. Эта ассоциация также имела место после разделения пациентов по нескольким параметрам: полу, возрасту и продолжительности заболевания, что говорит о её высокой статистической достоверности.

Изучение 41 полиморфного варианта генов дофаминовых рецепторов (*DRD1*, *DRD2*, *DRD3*, *DRD4*), дофаминового транспортера (*SLC6A3*) и дофамин-катаболизирующих ферментов (*MAOA* и *MAOB*) позволило выявить статистически значимую ассоциацию между полиморфным вариантом rs1799836 гена *MAOB* и гиперпролактинемией у мужчин [35].

В литературе представлен мета-анализ публикаций электронных баз данных (PubMed, EMBASE, Cochrane) на тему исследования роли полиморфизмов генов дофаминовых рецепторов в формировании уровня сыровоточного пролактина на фоне терапии рисперидоном [36], по итогам которого было показано, что между носителями различных вариантов полиморфизма Taq1A гена *DRD2* существуют статистически значимые различия относительно концентрации пролактина в сыворотке крови. Это согласуется с данными другого мета-анализа, так же проведенного в отношении этого полиморфизма [37].

### Метаболический синдром

Метаболический синдром (МС) сопряжен с риском развития большого количества других социально значимых заболеваний — основных причин высокой инвалидизации и смертности населения, включая кардиологическую патологию и диабет, а смертность среди больных шизофренией в 2–3 раза превышает таковую в общей популяции, в основном от болезней сердечно-сосудистой системы [38]. Применение как классических так и современных атипичных антипсихотиков приводит к индукции метаболических нарушений; так лекарственно-индуцированные метаболические нарушения наблюдаются у 39% пациентов, принимающих галоперидол, у 44% — клозапин, у 22,0% — арипипразол, у 33,3% — амисульпид, у 34% — оланзапин, у 35% — рисперидон [39].

Основными рецепторами, блокада которых влияет на набор веса, считаются серотониновые (5-HTR1A,

5-HT<sub>1C</sub>) и гистаминовые (H<sub>1R</sub>) [40]. Рецепторы серотонина, как известно, являются мишенью антипсихотиков второго поколения, и их роль показана в развитии эндокринных и метаболических нежелательных побочных эффектов [41, 42, 43]. В отношении влияния на прибавку массы тела хорошо изучен ген *HTR2C*. Наибольший уровень значимости демонстрируют работы, посвященные полиморфизму rs3813929 гена *HTR2C*. Исследование Mulder H. с коллегами на выборке из 112 пациентов с шизофренией также показало, что полиморфный вариант rs1414334 гена *HTR2C* связан с повышенным риском метаболического синдрома [44].

Результаты мета-анализа Sicard M.N. с соавторами (2010) показали, что полиморфный вариант -759C/T (rs3813929) гена *HTR2C* влияет на лекарственно-индуцированный набор веса, больший риск наблюдается у носителей аллеля С, который приводит к снижению активности промотора гена.

Единичные исследования говорят о связи полиморфизмов генов рецепторов дофамина и прибавки массы тела при приёме нейролептиков или развитии МС [45, 46, 47]. В исследовании Hong C.J. с коллегами была выявлена статистически значимая ассоциация полиморфизма rs4436578 гена *DRD2* с повышением массы тела у пациентов с шизофренией, длительно принимающих атипичные антипсихотики [48].

Таким образом, обобщая имеющиеся в литературе данные, можно констатировать факт, что доказанным является причастность генов, регулирующих нейромедиаторные рецепторы к механизмам развития лекарственно-индуцированных побочных реакций у больных шизофренией принимающих антипсихотическую терапию. Разработка и внедрение в клиническую практику фармакогенетических тестов, основанных на данных генотипирования, позволит индивидуализировать применяемую фармакотерапию и повысить качество жизни пациентов.

## ЛИТЕРАТУРА

- Mueser K. T., McGurk S. R. Schizophrenia / Lancet. — 2004 Jun 19. — Vol.363 (9426). — P. 2063–72.
- Семке А. В., Ветлугина Т. П., Иванова С. А., Рахмазова Л. Д., Гуткевич Е. В., Лобачева О. А., Корнетова Е. Г. Биопсихосоциальные основы и адапционно-компенсаторные механизмы шизофрении в регионе Сибири // Сибирский вестник психиатрии и наркологии. — 2009. — № 5(56). — P. 15–20.
- Мосолов С. Н. Современная антипсихотическая фармакотерапия шизофрении // Рус. мед. журн. — 2004. — Т. 12, № 10. — С. 646–652.
- Miyamoto S., Duncan G. E., Marx C. E., Lieberman J. A. Treatments for schizophrenia: a critical review of pharmacology and mechanisms of action of antipsychotic drugs // Mol.Psychiatry. — 2005. — Vol. 10. — P. 79–104.
- Arranz M. J., de Leon J. Pharmacogenetics and pharmacogenomics of schizophrenia: a review of last decade of research // Mol.Psychiatry. — 2007. — Vol. 12. — P. 707–747.
- Сычев Д. А., Раменская Г. В., Игнатъев И. В., Кукуес В. Г. Клиническая фармакогенетика // под ред. В. Г. Кукуеса, В. П. Бочкова. М.: ГЭОТАР-Медиа. — 2007. — 248 с.
- Иванова С. А., Федоренко О. Ю., Смирнова Л. П., Семке А. В. Поиск биомаркеров и разработка фармакогенетических подходов к персонализированной терапии больных шизофренией // Сибирский вестник психиатрии и наркологии. — 2013. — Т. 1, № 76. — С. 12–16.
- Кибитов А. О., Иващенко Д. В., Сычев Д. А. Фармакогенетический подход к повышению эффективности и безопасности антипсихотической фармакотерапии шизофрении // Современная терапия психических расстройств. — 2017. — № 1. — С. 2–13.
- Loonen A. J. M., Ivanova S. A. New insights into the mechanism of drug-induced dyskinesia // CNS Spectrums. — 2013. — Vol. 18(1). — P. 15–20.
- Carbon M., Hsieh C. H., Kane J. M., Correll C. U. Tardive Dyskinesia Prevalence in the Period of Second-Generation Antipsychotic Use: A Meta-Analysis // J Clin Psychiatry. — 2017 Mar. — Vol.78(3). — P. 264–278.
- Steen V. M., Løvlie R., MacEwan T., McCreddie R. G. Dopamine D3-receptor gene variant and susceptibility to tardive dyskinesia in schizophrenic patients // Mol Psychiatry. — 1997 Mar. — Vol.2(2). — P. 139–45.
- Segman R., Neeman T., Heresco-Levy U., Finkel B., Karagichev L., Schlafman M., Dorevitch A., Yakir A., Lerner A., Shelevoy A., Lerer B. Genotypic association between the dopamine D3 receptor and tardive dyskinesia in chronic schizophrenia // Mol Psychiatry. — 1999 May. — Vol.4(3). — P. 247–53.
- Tsai H. T., North K. E., West S. L., Poole C. The DRD3 rs6280 polymorphism and prevalence of tardive dyskinesia: a meta-analysis // Am J Med Genet B Neuropsychiatr Genet. — 2010. — Vol. 153B, N. 1. — P. 57–66.
- Al Hadithy A. F., Ivanova S. A., Pechlivanoglou P., Semke A., Fedorenko O., Kornetova E., Ryadovaya L., Brouwers J. R., Wilffert B., Bruggeman R., Loonen A. J. Tardive dyskinesia and DRD3, HTR2A and HTR2C gene polymorphisms in Russian psychiatric inpatients from Siberia // Progress in neuro-psychopharmacology & biological psychiatry. — 2009. — Vol. 33, N. 3. — P. 475–481.
- Иванова С. А., Федоренко О. Ю., Бохан Н. А., Боярко Е. Г., Семке А. В., Сорокина В. А., Говорин Н. В., Абрамов Д. Е. Роль полиморфизма гена дофамина рецептора DRD3 в развитии поздней дискинезии при шизофрении // Социальная и клиническая психиатрия. — 2015. — Т. 25, № 1 — С. 5–8.
- Bakker P. R., Al Hadithy A. F., Amin N., van Duijn C. M., van Os J., van Harten P. N. Antipsychotic-induced movement disorders in long-stay psychiatric patients and 45 tag SNPs in 7 candidate genes: a prospective study // PLoS One. — 2012. — Vol.7(12). — e50970.
- Иванова С. А., Федоренко О. Ю., Бохан Н. А., Луцен А. Фармакогенетика тардивной дискинезии // Томск: Изд-во «Новые печатные технологии». — 2015. — 120 с.



18. Ivanova S. A., Loonen A. J., Bakker P. R., Freidin M. B., Ter Woerds N. J., Al Hadithy A. F., Semke A. V., Fedorenko O. Y., Brouwers J. R., Bokhan N. A., van Os J., van Harten P. N., Wilffert B. Likelihood of mechanistic roles for dopaminergic, serotonergic and glutamatergic receptors in tardive dyskinesia: A comparison of genetic variants in two independent patient populations // *SAGE Open Med.* — 2016. — 4:2050312116643673.
19. Loonen A. J. M., Ivanova S. A. Role of 5-HT<sub>2C</sub> receptors in dyskinesia // *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences.* — 2016. — Vol.8, Issue 1, — P. 5–10.
20. Lanning R. K., Zai C. C., Müller D. J. Pharmacogenetics of tardive dyskinesia: an updated review of the literature // *Pharmacogenomics.* — 2016 Aug. — Vol.17(12). — P. 1339–51.
21. Loonen A. J. M., Wilffert B., Ivanova S. A. Putative role of pharmacogenetics to elucidate the mechanism of tardive dyskinesia in schizophrenia // *Pharmacogenomics.* — 2019. — Vol.20(17). — P. 1199–1223.
22. Ivanova S. A., Loonen A. J., Pechlivanoglou P., Freidin M. B., Al Hadithy A. F., Rudikov E. V., Zhukova I. A., Govorin N. V., Sorokina V. A., Fedorenko O. Y., Alifirova V. M., Semke A. V., Brouwers J. R., Wilffert B. NMDA receptor genotypes associated with the vulnerability to develop dyskinesia // *Transl Psychiatry.* — 2012. — Vol. 2. — e67.
23. Crowley J. J., Kim Y., Szatkiewicz J. P., Pratt A. L., Quackenbush C. R., Adkins D. E., van den Oord E., Bogue M. A., Yang H., Wang W., Threadgill D. W., de Villena F. P., McLeod H. L., Sullivan P. F. Genome-wide association mapping of loci for antipsychotic-induced extrapyramidal symptoms in mice // *Mamm Genome.* — 2012 Jun. — Vol.23(5–6). — P. 322–35.
24. Saiz P. A., Susce M. T., Clark D. A., Kerwin R. W., Molero P., Arranz M. J., de Leon J. An investigation of the alpha1A-adrenergic receptor gene and antipsychotic-induced side-effects // *Hum Psychopharmacol.* — 2008. — Vol.23(2). — P. 107–14.
25. Boiko A. S., Ivanova S. A., Pozhidaev I. V., Freidin M. B., Osmanova D. Z., Fedorenko O. Y., Semke A. V., Bokhan N. A., Wilffert B., Loonen A. J. M. Pharmacogenetics of tardive dyskinesia in schizophrenia: The role of CHRM1 and CHRM2 muscarinic receptors // *World J Biol Psychiatry.* — 2019. — Vol.9. — P. 1–6.
26. Горобец Л. Н., Мазо Г. Э. Гиперпролактинемия при использовании антипсихотиков второго поколения: принципы профилактики, диагностики и коррекции // *Обзор психиатрии и медицинской психологии имени В. М. Бехтерева.* — 2017. — № 1. — С. 63–69.
27. Корнетова Е. Г., Дмитриева Е. Г., Тигунцев В. В., Гончарова А. А., Полежаев П. К., Иванова С. А., Семке А. В. Гиперпролактинемия у больных шизофренией, получающих галоперидол и рисперидон: клинико-социальный аспект // *Сибирский вестник психиатрии и наркологии.* — 2019. — № 2(103). — С. 90–97.
28. Ajmal A., Joffe H., Nachtigall L. B. Psychotropic-induced hyperprolactinemia: a clinical review // *Psychosomatics.* — 2014. — Vol. 55(1). — P. 29–36.
29. Вялова Н. М., Иванов М. В., Иванова С. А., Бойко А. С., Бохан Н. А., Чомский А. И., Сосин Д. Н., Насырова П. Ф. Ассоциации полиморфизмов генов CYP2D6 и HTR2C с развитием гиперпролактинемии у больных шизофренией на фоне антипсихотической терапии // *Обзор психиатрии и медицинской психологии им. В. М. Бехтерева.* — 2014. — Vol.3. — P. 8–13.
30. Alladi C. G., Mohan A., Shewade D. G., Rajkumar R. P., Adithan S., Subramanian K. Risperidone-Induced Adverse Drug Reactions and Role of DRD2 (–141 C Ins/Del) and 5HT<sub>2C</sub> (–759 C>T) Genetic Polymorphisms in Patients with Schizophrenia // *J Pharmacol Pharmacother.* — 2017. — Vol. 8(1). — P. 28–32.
31. Yasui-Furukori N., Saito M., Tsuchimine S., Nakagami T., Sato Y., Sugawara N., Kaneko S. Association between dopamine-related polymorphisms and plasma concentrations of prolactin during risperidone treatment in schizophrenic patients // *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry.* — 2008. — Vol.1, Issue 32(6). — P. 1491–5.
32. Charan A., Shewade D. G., Rajkumar R. P., Chandrasekaran A. Relation between serum prolactin levels and antipsychotic response to risperidone in patients with schizophrenia // *Psychiatry Res.* — 2016. — Vol.240. — P. 209–213.
33. Gassó P., Mas S., Bioque M., Cabrera B., Lobo A., González-Pinto A., Díaz-Caneja C. M., Corripio I., Vieta E., Castro-Fornieles J., Sarró S., Mané A., Sanjuan J., Llerena A., Lafuente A., Saiz-Ruiz J., Bernardo M. Impact of NTRK2, DRD2 and ACE polymorphisms on prolactin levels in antipsychotic-treated patients with first-episode psychosis // *J Psychopharmacol.* — 2018. — Vol.32(6). — P. 702–710.
34. Koller D., Belmonte C., Saiz-Rodríguez M., Zubiaur P., Román M., Ochoa D., Abad-Santos F. Effects of aripiprazole on circadian prolactin secretion related to pharmacogenetics in healthy volunteers // *Basic Clin Pharmacol Toxicol.* — 2019. — bcpt.13323.
35. Osmanova D. Z., Freidin M. B., Fedorenko O. Yu., Pozhidaev I. V., Boiko A. S., Vyvalova N. M., Tiguntsev V. V., Kornetova E. G., Loonen A. J. M., Semke A. V., Wilffert B., Bokhan N. A., Ivanova S. A. A pharmacogenetic study of patients with schizophrenia from West Siberia gets insight into dopaminergic mechanisms of antipsychotic-induced hyperprolactinemia // *BMC Medical Genetics.* — 2019. — Vol.20 (Suppl 1). — P. 47.
36. Ma L., Xiang Q., Zhou S., Tan Y., Zhang X., Yang T., Xie Q., Mu G., Zhao X., Zhou Y., Li S., Cui Y. Association of dopamine D2 receptor gene polymorphisms with prolactin levels related to risperidone treatment: A systematic review and meta-analysis // *J Clin Pharm Ther.* — 2019. — Vol.44. — P. 1–10.
37. Miura I., Zhang J. P., Hagi K., Lencz T., Kane J., Yabe H., Malhotra A., Correll Ch. Variants in the DRD2 locus and antipsychotic-related prolactin levels: A meta-analysis // *Psychoneuroendocrinology.* — 2016. — Vol.72. — P. 1–10.
38. Koponen H. J., Hakko H. H., Saari K. M., Lindeman S. M., Karvonen K. M., Isohanni M. K., Lauren L. H., Savolainen M. J., Järvelin M. R. The prevalence and predictive value of individual criteria for metabolic syndrome in schizophrenia: a Northern Finland 1966 Birth Cohort Study // *The World Journal of Biological Psychiatry.* — 2010. — Vol.11(2 Pt2). — P. 262–7.
39. Lee J. S., Kwon J. S., Kim D., Kim S. W., Kim J. J., Kim J. H., Nam H. J., Ryu S., Park I. H., An S. K., Oh H. S., Won S., Lee K., Lee K. Y., Lee S. H., Lee Y. S., Yi J. S., Hong K. S., Joo Y. H. Prevalence of metabolic syndrome in patients with schizophrenia in Korea: a multicenter nationwide cross-sectional study // *Psychiatry investigation.* — 2017. — Vol.14(1). — P. 44–50.
40. Hrovatin K., Kunej T., Dolžan V. Genetic variability of serotonin pathway associated with schizophrenia onset, progression, and treatment // *Am J Med Genet B Neuropsychiatr Genet.* — 2019. — ajmg.b.32766.
41. Kuzman M. R., Medved V., Bozina N., Hotujac L., Sain I., Bilusic H. The influence of 5-HT<sub>2C</sub> and MDR1 genetic polymorphisms on antipsychotic-induced weight gain in female schizophrenic patients // *Psychiatry Res.* — 2008. — Vol.160(3). — P. 308–15.

42. Lett T.A., Wallace T.J., Chowdhury N.I., Tiwari A. K., Kennedy J. L., Müller D. J. Pharmacogenetics of antipsychotic- induced weight gain: review and clinical implications // *Mol. Psychiatry*. — 2012. — Vol.7(3). — P. 242–66.
43. Malan-Müller S., Kilian S., van den Heuvel L. L., Bardien S., Asmal L., Warnich L., Emsley R. A., Hemmings S. M., Seedat S. A systematic review of genetic variants associated with metabolic syndrome in patients with schizophrenia // *Schizophr Res*. — 2016. — Vol.170(1). — P. 1–17.
44. Mulder H., Cohen D., Scheffer H., Gispens-de Wied C., Arends J., Wilmink F. W., Franke B., Egberts A. C. HTR2C gene polymorphisms and the metabolic syndrome in patients with schizophrenia: a replication study // *J Clin Psychopharmacol*. — 2009. — Vol.29(1). — P. 16–20.
45. Sicard M.N., Zai C. C., Tiwari A. K., Souza R. P., Meltzer H. Y., Lieberman J. A., Kennedy J. L., Müller D. J. Polymorphisms of the HTR2C gene and antipsychotic-induced weight gain: an update and meta-analysis // *Pharmacogenomics*. — 2010. — Vol.11(11). — P. 1561–71.
46. Risselada A.J., Mulder H., Heerdink E. R., Egberts T. C. Pharmacogenetic testing to predict antipsychotic- induced weight gain: a systematic review // *Pharmacogenomics*. — 2011. — Vol.12(8). — P. 1213–27.
47. Pinto J.A.F., Freitas P.H.B., Nunes F.D.D., Granjeiro P.A., Santos L.L.D., Machado R. M. Prevalence of polymorphisms in the ANKK1, DRD2, DRD3 genes and metabolic syndrome in refractory schizophrenia // *Rev Lat Am Enfermagem*. — 2018. — Vol.26. — e2983.
48. Hong C.J., Liou Y.J., Bai Y.M., Chen T.T., Wang Y. C., Tsai S. J. Dopamine receptor D2 gene is associated with weight gain in schizophrenic patients under long- term atypical antipsychotic treatment // *Pharmacogenet. Genomics*. — 2010. — Vol.20(6). — P. 359–66.

© Бойко Анастасия Сергеевна (anastasya-iv@yandex.ru ),

Пожидаев Иван Вячеславович ( craig1408@yandex.ru ), Падерина Диана Закировна ( osmanovadiana@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Национальный исследовательский Томский государственный университет

# АМУДАРЬИНСКИЙ ЗАПОВЕДНИК ТУРКМЕНИСТАНА: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

## AMUDARYA RESERVE OF TURKMENISTAN: HISTORY AND PRESENT

**A. Gorchakova**  
**L. Gorchakova**  
**N. Kalyazina**  
**V. Stolyarov**  
**M. Yakushkina**  
**H. Sadykov**

*Summary.* The short description of the Amudarya national park is provided in article. The Amudarya national park is created in 1982. The reserve is included into structure of the State Committee of Turkmenistan on environmental protection and land resources, studies a biodiversity of ecosystems of the region. The core of the Amudarya reserve is located in a northeast part of Lebap Region of Turkmenistan on the area of forty eight thousand hectares, occupying the territory within three etraps — Birat, Seydinsky and Farapsky, includes certain sites. The Kelifsky state natural wildlife area occupying the space of 103 thousand hectares in the territory of the Etraps of Halachsky and Atamurat is under authority of the reserve. The wildlife area is formed for protection of the important area of a wintering of wetland birds and all natural complex of Kelifsky lakes.

Here 227 species of the higher vascular plants, several hundreds of species of invertebrates, 43 species of fishes, 2 amphibiouses, 29 reptiles, 247 birds (from them 105 nesting), 42 mammals are presented.

*Keywords:* flora, fauna, Amudarya reserve, Turkmenistan.

**Горчакова Альфия Юнеровна**

*К.б.н., доцент, Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева, г. Саранск*  
goralfiya@yandex.ru

**Горчакова Лилия Валерьевна**

*Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева, г. Саранск*  
gorchakovaliliya@yandex.ru

**Калязина Наталья Юрьевна**

*Д.вет.н., профессор, Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарёва, г. Саранск*  
nata35349@mail.ru

**Столяров Владимир Алексеевич**

*Д.вет.н., профессор, Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарёва, г. Саранск*  
Sabto12@mail.ru

**Якушкина Маргарита Николаевна**

*К.б.н., доцент, Мордовский государственный педагогический институт имени М. Е. Евсевьева, г. Саранск*  
jakushkina30@yandex.ru

**Садиков Химракулы Ахмеджанович**

*Н.с., Амударьинский государственный природный заповедник Туркменистана, г. Сеиди*  
hsadykow@gmail.com

*Аннотация.* В статье приведено краткое описание Амударьинского государственного заповедника. Амударьинский государственный заповедник создан в 1982 г. Заповедник входит в структуру Госкомитета Туркменистана по охране окружающей среды и земельным ресурсам, изучает биоразнообразие экосистем региона. Ядро Амударьинского заповедника расположено в северо-восточной части Лебапского велаята Туркменистана на площади в сорок восемь тысяч гектаров, занимая территорию в пределах трех этрапов — Бирата, Сейдинского и Фарапского, включает отдельные участки. В ведении заповедника находится Келифский государственный природный заказник, занимающий площадь 103 тысячи гектаров на территории этрапов Халачского и Атамурат. Заказник образован в целях охраны важного района зимовки водно-болотных птиц и всего природного комплекса Келифских озер. Здесь представлено 227 видов высших сосудистых растений, несколько сотен видов беспозвоночных, 43 вида рыб, 2 земноводных, 29 пресмыкающихся, 247 птиц (из них 105 гнездящихся), 42 млекопитающих.

*Ключевые слова:* флора, фауна, Амударьинский заповедник, Туркменистан.

## Введение

**А**мударьинский государственный заповедник имеет статус юридического лица и находится в ведении Министерства охраны природы Туркменистана.

Туркменистан — молодое независимое и нейтральное государство с богатейшим культурным и природным наследием. Огромные равнинные и пустынные просторы страны между Хазаром и Джейхуном, окаймленные с юга сравнительно молодой Туркмено-Хорасанской горной системой и восточными отрогами Памиро-Алая, считаются центром происхождения множества видов растительного мира [5]. Анализ структуры особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Туркменистана показывает, что их суммарная площадь составляет 1 975 тыс. га. На долю памятников природы, имеющих государственный статус и охраняющихся законом, приходится лишь 2,02 тыс. га, т.е. около 0,1% общей площади [3]. Заповедники Туркмении — территории со статусом научно-исследовательских управлений, созданные с целью сохранения в первозданном виде характерных и редких природных комплексов, изучения природных процессов и событий [1]. Оптимизация и рациональное использование природных ресурсов долины Амударьи — крупнейшей реки Среднеазиатского региона — народно-хозяйственная проблема первостепенной важности. В долине сосредоточены большие площади орошаемых земель с высокоразвитым сельскохозяйственным производством, обширные, пригодные песчаные массивы и участки речной поймы. Имеются большие планы рационального использования поймы для развития кормовых комплексов, заготовки ценных лекарственных и технических растений и пр. Уникальный тип тугайных ландшафтов следует рассматривать и как природный резерват, своеобразная флора которого подложит охране. Опыт освоения Амударьянской поймы и рационального использования ее природных ресурсов недостаточен [3].

## Теоретическая часть

Амударьинский государственный заповедник создан в 1982 г. на площади 50,5 тыс. га (Постановление Совета Министров Туркменской ССР № 238 от 27 мая 1982 года «Об организации Амударьинского государственного заповедника»). В 1984 году Узбекским лесоустроительным предприятием Всесоюзного объединения «Леспроект» Государственного комитета СССР по лесному хозяйству было проведено лесоустройство заповедника и подготовлен «Проект организации и ведения лесного хозяйства Амударьинского государственного заповедника Министерства лесного хозяйства Туркменской ССР». Амударьинский государственный заповедник делится на три участка, земли которых закреплены в бессрочное пользование:

1) участок Кабаклы — 1197,91 га земель (акт от 01.1.1984 г. Исполкома Дейнауского районного Совета народных депутатов); 2) участок Наргиз — 47109 га земель (акт от 15.12.1984 г. Исполкома Фарабского районного Совета народных депутатов); 3) участок Герельде — 2199,64 га (акт от 27.04.1985 в 1992 г.). Территория Наргизского участка претерпела сокращение до 46117 га (постановления Президента Туркменистана № 397 от 13.09.1991 г. и Фарабского районного Совета народных депутатов от 16.05.92 г.) [1].

В настоящее время общая площадь заповедника составляет 49,5 тыс. га. В подчинении заповедника находится Келифский государственный заказник, который был организован на площади 103 тыс. га (Постановление Совета Министров ТССР № 515 от 2 декабря 1970 г.). В 1977 г. проведено лесоустройство заказника. Долговременные цели и задачи Амударьинского государственного заповедника закреплены в Положении о заповеднике, утвержденном МОП Туркменистана 2 апреля 2001 г.

Территория заповедника состоит из 3 отдельных участков: Наргизского, Кабаклинского, Герельдинск. Расстояние от крайней северной до южной точки заповедника — 106 км, из которых 77 км проходят по середине основного русла реки Амударья. Протяженность границ — 170 км. Северо-восточная и восточная границы заповедника (62 км) тянутся вдоль границы между Туркменистаном и Узбекистаном. Самая высокая точка — останец Кызкала, 267 м (над ур. м.).

В подчинении заповедника находится Келифский государственный заказник, площадь которого равна 103 тыс. га. Расположен он на территории Халачского и Атамыратского (бывшего Керкинского) этрапов на расстоянии 340 км от административного корпуса Амударьинского государственного заповедника. Вдоль юго-западной границы заповедника проходит железная дорога Турменабат — Дашогуз. На поезде можно доехать до пос. Кабаклы (от которого 8 км по шоссе до участка Кабаклы), и пос. Бирата (30 км по шоссе до участка Герельде).

Для посещения территории заповедника необходимо иметь разрешение Министерства охраны природы Туркменистана и специальное пропускное разрешение для въезда на территорию погранзоны, так как 98,4% территории заповедника кроме участка Кабаклы, находится в погранзоне.

Центральная усадьба и административное здание Амударьинского государственного заповедника находится в городе Сейди.

Территория Амударьинского заповедника включает часть акватории реки Амударья, тугаи и участок пустыни Кызылкум [1].

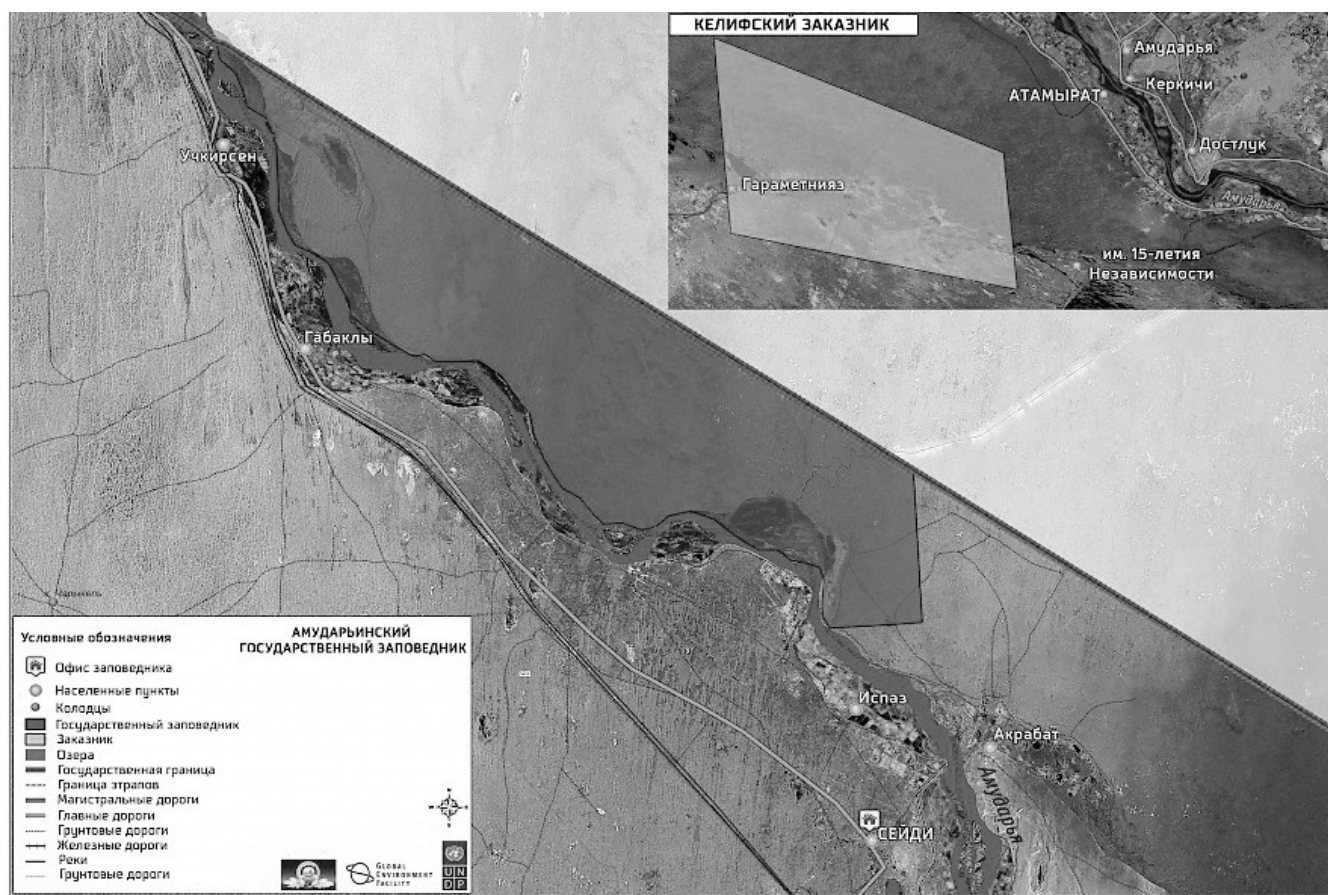


Рис. 1. Место расположения заповедника

Амударьинский государственный природный заповедник с момента создания в 1982 году сохраняет и восстанавливает экосистемы среднего течения реки Амударьи и прилегающих участков пустыни. Заповедник входит в структуру Госкомитета Туркменистана по охране окружающей среды и земельным ресурсам, изучает биоразнообразие экосистем региона. Ядро Амударьинского заповедника расположено в северо-восточной части Лебапского велаята Туркменистана на площади в сорок восемь тысяч гектаров, занимая территорию в пределах трех этрапов — Бирата, Сейдинского и Фарапского, включает отдельные участки. В ведении заповедника находится Келифский государственный природный заказник, занимающий площадь 103 тысячи гектаров на территории этрапов Халачского и Атамурат (рис. 1). Заказник образован в целях охраны важного района зимовки водно-болотных птиц и всего природного комплекса Келифских озер.

В заповеднике представлено 227 видов высших сосудистых растений, несколько сотен видов беспозвоночных, 43 вида рыб, 2 земноводных, 29 пресмыкающихся, 247 птиц (из них 105 гнездящихся), 42 млекопитающих [1].

Среди позвоночных животных встречаются такие редкие виды, как джейран, бухарский олень, медоед, выдра, колпица, мраморный чирок, савка, скопа и др.; из рыб — большой и малый амударьинский лопатоносы, щуковидный жерех (лысач) [1].

Заповедник представляют разные комплексы экосистем по ландшафту и составу биоразнообразия: акватория реки Амударья, тугайный лес по берегам реки и пустыня Кызылкумы. Удивительно, как уживаются пустыня и река, как рядом сосуществуют барханные пески, солончаки с редкими кустарничками и такыры с увлажненными поймами, где богато разрослась болотно-луговая растительность.

Главная особенность заповедника — реликтовый уклад природы тугаев — галерейных лесов Центральной Азии, сопровождающих великую реку, которую за суровый нрав называли ещё бурным Джейхуном. Существование и естественное развитие здешних экосистем тесно связаны с гидрологическим режимом реки, которая в далеком прошлом меняла русло и пробивала новые свои рукава, а также с периодическими паводковыми затоплениями. Жители пустыни говорят: там,

где вода — там жизнь. На территории Амударьинского заповедника реку сопровождают древесно-кустарниковая растительность и крупнотравье, которые образуют трудно проходимые густые и богатые джунгли, похожие больше на лес [2].

Амударьинский государственный заповедник организован с целью сохранения и восстановления экосистем среднего течения реки Амударьи и прилегающих участков пустыни, разработки научных основ охраны природы данного региона.

На Амударьинский госзаповедник возложено выполнение следующих задач: сохранение в естественном состоянии природного комплекса заповедника; обеспечение соблюдения заповедного режима и охраны территории заповедника со всеми имеющимися на ней природными объектами; проведение научно-исследовательских работ; решение проблем охраны и рационального использования природной среды; содействие в подготовке научных кадров по проблемам охраны природы; пропаганда основ заповедного дела и распространение экологических знаний.

### Экспериментальная часть

Территория заповедника входит в состав Южнопустынного округа Туранской фитогеографической провинции. Большую часть заповедника составляют равнинно-пустынные экосистемы, пойменные экосистемы территориально занимают меньшую площадь.

В заповеднике хорошо представлены закрепленные и полужакрепленные грядово-бугристые пески с кустарниковой растительностью, барханные пески, солончаки. В меньшей степени распространены щелнисто-глинистая пустыня с полукустарничковой растительностью, такыры, останцовые холмы с обнажениями коренных пород, участки избыточно увлажненной поймы с лугово-болотной растительностью.

Флора тугаев отличается относительной бедностью. Здесь выявлено 86 видов растений, среди которых наиболее распространены 15 видов: тополь сизолистный, петта (*Populus pruinosa* Srenk.), тополь ефратский (*P. euphratica* (Olivier) Kimura), лох туркменский (*Elaeagnus turcomanica* N. Kozl.), ива джунгарская (*Salix songarica* Anderss.), гребенщики (*Tamarix*), чингил серебристый (*Halimodendron halodendron* (Pall.) Voss.), солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L.), тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), эриантус равенского (*Erianthus ravennae* (L.) Beauv.), кендырь шероховатый (*Trachomitum scabrum* (Russan.) Pobed.), прибрежница береговая (*Aeluropus littoralis* (Gouan) Parl.). Видовым разнообразием отличаются злаки (*Poaceae*), сложно-

цветные (*Asteraceae*) и гребенщики (*Tamarix*). Древесно-кустарниковая растительность и крупнотравье тугая образуют трудно проходимые джунгли.

Флора пустынной части заповедника значительно богаче тугайной. Ведущее место по количеству видов занимают маревые, весьма характерные для пустынных районов Центральной Азии. Широко представлены также виды сложноцветных (*Asteraceae*), крестоцветных (*Brassicaceae*) и бобовых (*Fabaceae*). Основу растительного покрова пустыни слагают саксаул белый (*Haloxylon persicum*), хвойник шишконосный (*Ephedra*), кандымы (*Calligonum*), песчаная акация (*Ammodendron*), солянки (*Salsola*), а также многочисленные эфемеры [3].

На территории встречаются редкие виды: марсилия египетская (*Marsilea aegyptiaca* Willd.), прангос (криптодискус) песчаный (песколюбивый) (*Prangos ammophila* (*Cryptodiscus ammophilus* Bunge.), гусиный лук Берга (*Gagea bergii* Litv.), лактук сизолистный (*Lactuca glaucifolia* Boiss.), солянка пустынная (*Salsola deserticola* Iljin.), Бергия Когана (*Bergia koganii* V.V. Nikit.).

Из лекарственных растений на территории заповедника произрастают солянка Рихтера (*Salsola richteri* (Moq.) Kar. ex Litv.), солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L.), гармала обыкновенная (*Peganum harmala* L.), ферула вонючая (*Ferula foetida* (Bunge) Regel.), верблюжья колючка персидская (*Alhagi* Boiss. et Buhse.) и другие [3].

Тугаи — галерейные леса Средней Азии. Амударьинский государственный заповедник является единственным из заповедников Туркменистана, где сохраняются реликтовые тугайные экосистемы. Генезис и естественное развитие тугайных экосистем тесно связаны с гидрологическим режимом реки и паводковыми затоплениями. Во время высокого паводка затопляются территории всех тугаев и близлежащих участков пустыни с низкими высотами, при благоприятных условиях наблюдаются вспышки высокой численности беспозвоночных животных, что представляет угрозу для здоровья и затрудняет пребывание на территории заповедника [3] (рис. 2).

Проблемы сохранения биоразнообразия и использования природных ресурсов во многом зависят от конкретных местных условий и факторов среды. Без их участия невозможно решать задачи рационального использования ресурсов флоры и сохранения биологического разнообразия растительного мира.

Амударьинский государственный природный заповедник создан с целью сохранения и восстановления экосистем среднего течения реки Амударьи и прилега-



Рис. 2. Х. А. Садыков описывает растения заповедника

щих участков пустыни с совокупностью всех их компонентов, а также разработки научных основ охраны природной среды данного региона.

При создании заповедника ему была передана территория, частично нарушенная под влиянием антропогенных факторов. В результате соблюдения заповедного режима практически восстановлено естественное состояние природных экосистем, увеличилась численность животных и растений, в том числе редких.

Заповедник расположен в пределах Северного ландшафтного района песчано-пустынной зоны Туранской низменности. В заповеднике преобладают четвертичные и современные аллювиальные отложения с плато неогена, палеогена и мела. Долина Амударьи выработана в отложениях Заунгузских Каракумов и Кызылкумов.

Основные типы рельефа: аллювиально-аккумулятивный, на ограниченной площади — антропогенный, преобладают структурно-денудационный и дефляционный. В южной части правобережного участка бугристо-барханные формы высотой до 5 м образовались на позднечетвертичной дельте Заравшана. В северной части на территорию заходят меридионально вытянутые грядовые пески кызылкумской свиты.

Участки заповедника характеризуются теплым аридным континентальным климатом. Среднегодовая температура воздуха в районе заповедника составляет от +10 °С на севере, до +15 °С на юге, при абсолютном минимуме до -31 °С и максимуме +45 °С. Средняя температура июля — +29 °С, января — от +0,4 °С до -2,6 °С.

На территории заповедника выпадает от 90 до 160 мм осадков в год. Снежный покров высотой до 5–8 см образуется довольно редко и держится не более 10 дней. Лед образуется только на небольших временных водоемах и протоках, на Амударье около берега, но иногда в морозные зимы могут возникать ледниковые заторы, вызывающие катастрофический подъем воды. Ветровой режим в течение всего года характеризуется большой интенсивностью, преобладающими являются ветры северо-западного и северного направлений, пыльные бури бывают в течение 19–20, а иногда и более дней в году.

Большая часть территории заповедника — равнинно-пустынные экосистемы. Хорошо представлены заросшие и полужаросшие грядово-бугристые пески с кустарниковой растительностью, барханные пески, солончаки. В меньшей степени распространены щебнисто-глинистая пустыня с полукустарничковой растительностью, такыры, останцовые холмы с обнажениями коренных пород, участки избыточно увлажненной поймы с лугово-болотной растительностью. Пойменные экосистемы занимают меньшую часть. Пойменный ландшафт представлен тугаями — галерейными лесами Центральной Азии. Существование и естественное развитие тугайных экосистем тесно связано с гидрологическим режимом реки, периодическими паводковыми затоплениями. Амударьинский государственный природный заповедник является единственным местом сохранения реликтовых тугайных экосистем.

В территорию заповедника входит акватория реки Амударьи и нижнее течение Узбекского сбросового



коллектора. Также здесь имеются небольшие водоемы, остающиеся после спада паводковых вод. Рыхлость пород и высокая скорость течения реки обуславливают большую динамичность русловой и пойменной частей заповедника. Паводки на Амударье, имеющей ледниково-снеговое питание, проходят в весенне-летний период.

Конфигурация береговой линии и островов постоянно меняется. Также меняется количество островов. Во время паводка многие территории покрываются водой, а в межень обнажаются.

Почвы заповедника формируются на аллювиально-русловой равнине, а также на аридно-денудационной равнине пустынной части правобережья. Пустынные почвы отличаются крайней маломощностью, отсутствием выраженных горизонтов и оструктуренности. Песчано-пустынные почвы (в основном закрепленные пески) наиболее широко распространены в заповеднике. Такыровидные почвы (сероземы примитивные) представляют собой почвы аллювиальных равнин. Различаются два подтипа такыровидных почв — остаточного гумусовые (с признаками бывших луговых и болотно-луговых почв) и собственно такыровидные (без таких признаков). Серо-бурые пустынные почвы имеют распространение на наиболее древних участках подгорных равнин. Аллювиальные луговые и аллювиальные болотно-луговые почвы (пойменные, тугайные) развиваются на пойменных, периодически затопляемых речных террасах и островах. В сезоны паводковых разливов они размываются или, напротив, намываются за счет отлагаемых речных наносов. В межпаводковые периоды они увлажняются грунтовыми водами. В местах неглубокого залегания грунтовых вод (1–3 м) развиваются солончаки.

В фаунистическом отношении территория заповедника принадлежит Центральному району Среднеазиатского пустынного округа Туранской зоогеографической провинции. Здесь выделяются два основных комплекса — фауна тугайных экосистем долины среднего течения Амударьи и животные песчаных ландшафтов [3].

### Заключение

Долина среднего течения Амударьи издавна привлекала внимание исследователей. Амударьинский государственный природный заповедник создан в 1982 г. с целью сохранения и восстановления экосистем среднего течения реки Амударьи и прилегающих участков пустыни с совокупностью всех их компонентов, а также разработки научных основ охраны природной среды данного региона.

Территория Амударьинского заповедника Туркменистана входит в состав Южнопустынного округа Туранской фитогеографической провинции. Большую часть заповедника составляют равнинно-пустынные экосистемы, пойменные экосистемы территориально занимают меньшую площадь.

В настоящее время на территории заповедника выявлено 227 видов высших сосудистых растений. Флора тугаев отличается относительной бедностью. Флора пустынной части заповедника значительно богаче тугайной. Ведущее место по количеству видов занимают маревые, весьма характерные для пустынных районов Центральной Азии. Амударьинский государственный заповедник является единственным из заповедников Туркменистана, где сохраняются реликтовые тугайные экосистемы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Амударьинский заповедник: Национальные парки и заповедники в Туркмении [Электронный ресурс] — Режим доступа: [https://turkmenistan.orexca.com/rus/amudarya\\_reserve.shtml](https://turkmenistan.orexca.com/rus/amudarya_reserve.shtml)
2. Амударьинский заповедник — соседство непролазных джунглей и просторов пустыни [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://alpagama.org/nashi-gory/amudarinskie-lesa-po-sosedstvu-s-pustynej.html>
3. Природа Туркменистана [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://nature-tm.narod.ru/index/0-16>
4. Соколова В. Е., Сыроечковский Е. Е. Заповедники Средней Азии и Казахстана. Москва: Мысль, 1990. 399 с.
5. Туркменистан. Состояние биологического разнообразия // Министерство охраны природы Туркменистана [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.cbd.int/doc/world/tm/tm-nr-01-p1-ru.pdf>

© Горчакова Альфия Юнеровна (goralfiya@yandex.ru), Горчакова Лилия Валерьевна (gorchakovalliliya@yandex.ru),  
Калязина Наталья Юрьевна (nata35349@mail.ru), Столяров Владимир Алексеевич (Cabto12@mail.ru),  
Якушкина Маргарита Николаевна (jakushkina30@yandex.ru), Садыков Химракулы Ахмеджанович (hsadykow@gmail.com).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# РАСПРОСТРАНЕННЫЕ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ ВИДЫ ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM* И ИХ ФИТОТОКСИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

## SPREAD THE SPECIES OF FUNGI FROM THE GENUS OF *FUSARIUM* IN AZERBAIJAN AND THEIR PHYTOTOXIC ACTIVITY

**G. Huseynova**  
**E. Allahverdiyev**  
**C. Gasumov**  
**A. Yusifova**  
**A. Rzayeva**

*Summary.* In the presented study were studied the species composition, frequency of occurrence and phytotoxic activity of fungi from the genus of *Fusarium* participating in the formation of mycobiota of a number of plants widely cultivated in Azerbaijan. Determined that in the formation of mycobiota of the studied plants participate 10 species of fungi from the genus of *Fusarium* which differs by the distribution, and frequency of occurrence in individual plants. It was determined that all detected fungi have phytotoxic activity, which varies from 32,5 to 60,1%, and on a quantitative indicator of phytotoxic activity also affect the biological characteristics of the plant.

*Keywords:* genus *Fusarium*, cereals and vegetables culture, frequency of occurrence, phytotoxic activity.

**Гусейнова Гюлнара Назим гызы**

Докторант, Институт Земледелия Министерства  
Сельского Хозяйства Азербайджана, г. Баку  
gulnarefeyzullayeva0707@gmail.com

**Аллахвердиев Елмар Илгам оглы**

Директор, НИИ Овощеводства МСХ Азербайджана,  
г. Баку  
elmar.1985a@mail.ru

**Гасумов Джейхун Фахраддин**

Докторант, Институт Земледелия Министерства  
Сельского Хозяйства Азербайджана, г. Баку  
azmbi@mail.ru

**Юсифова Анаханум Амрали гызы**

Доктор философии по биологии, Азербайджанский  
Государственный Педагогический Университет, г. Баку  
trpanah@mail.ru

**Рзаева Афаг Латифага гызы**

С.н.с., доктор философии по биологии, Институт  
Почвоведения и Агротехники, г. Баку  
afaq.rzayeva@list.ru

*Аннотация.* В представленном исследовании изучен видовой состав, частота встречаемости и фитотоксическая активность грибов рода *Fusarium*, участвующих в формировании микобиоты ряда растений, широко выращиваемых в Азербайджане. Выявлено, что в формировании микобиоты исследованных растений участвуют 10 видов грибов рода *Fusarium*, которые отличаются по распространению и частоте встречаемости на отдельных растениях. Установлено, что все обнаруженные грибы обладают фитотоксической активностью, которая варьируется от 32,5 до 60,1%. Показано, что на количественный показатель фитотоксической активности влияют биологические особенности растения.

*Ключевые слова:* род *Fusarium*, зерновые и овощные культуры, частота встречаемости, фитотоксическая активность.

**А**зербайджанская Республика, обладая 9-ю из 12-ти известных типов климата, имеет богатый растительный покров, который характеризуется широким спектром своего назначения [1]. Так, среди них встречаются лекарственные, кормовые, пищевые, технические, красильные, декоративные растения и т.д. Среди этих растений, распространенных как в диком, так и культурном виде, существуют растения, имеющие важное экономическое значение, а также являющиеся источником ряда продуктов, употребляемых человеком в качестве постоянных компонентов пищевого рациона [12]. Примерами могут служить пшеница, ячмень, томат, огурцы, баклажаны, перец, картофель, капуста, кукуруза, горох, фасоль и т.д. Ввиду значимости этих растений, следует отметить, что в Азербайджанской Республике

нет территории, на которой не выращивались бы данные растения.

Уместно будет вспомнить несколько фактов, связанных с этим. Например, площадь пригодных под пашню земель в Азербайджане составляет около 5 млн. 801 тыс. га. Фактический севооборот составляет 1 миллион 800 тысяч гектаров. В 2018 году в Азербайджанской Республике площадь пахотных земель, предназначенная для посева сельскохозяйственных культур составила 17,38040 га, где 1083112 га было использовано для выращивания зерновых, бобовых, а 149730 га — для выращивания картофеля, овощей и бахчевых культур [16]. Одним словом, из пригодных под пашню земель, сегодня для возделывания сельскохозяйственных культур фактически ис-

пользуется около 30%, что не в полной мере удовлетворяет потребностям населения в этих культурах. По этой причине некоторые из этих продуктов импортируются в страну, хотя в числе сельскохозяйственных продуктов есть и те, которые экспортируются из Азербайджана [14]. Поэтому, в настоящее время возмещение количества импортируемых продуктов за счет местного производства и увеличение экспортного потенциала является одним из приоритетов аграрной политики страны. Решение этого вопроса ставит перед исследователями важные задачи. По этой причине сельскохозяйственные растения стали предметом исследований и в некоторой степени изучены в различных аспектах (агробиологических, технологических и т.д.), но они не стали предметом системных микробиологических, микобиологических, в том числе, фитопатологических исследований, и названия этих культур встречаются лишь в некоторых исследованиях, связанных с распространением грибов [7–8]. Ежегодно в результате заболеваний, вызываемых микроорганизмами, значительно снижается урожайность того или иного растения, снижаются качественные показатели производимой продукции и происходят другие нежелательные явления. Поэтому, всестороннее исследование микобиоты сельскохозяйственных растений, в частности, патогенных видов грибов (видовой состав, эколого-трофические связи, частота встречаемости, метаболическая активность и т.д.), выяснение формы взаимосвязи между грибом и растением-хозяином для предотвращения вышеуказанных последствий, а точнее, определения комплексных мер по устранению наблюдаемых неблагоприятных воздействий является одним из наиболее важных и актуальных вопросов.

Одними из микроорганизмов, а точнее микромицетов, вызывающих опасные болезни растений, в частности, зерновых культур, служащих, в свою очередь, источником получения постоянного и незаменимого компонента рациона человека — хлеба и хлебобулочных изделий, являются грибы рода *Fusarium* [5–6, 18]. Грибы *Fusarium*, характеризующиеся способностью распространяться повсеместно, включая Азербайджан, вызывают одно из самых опасных заболеваний растений — фузариоз, в возникновении которого принимают участие различные виды. Опасным свойством грибов этого рода является то, что они не только вызывают болезни растений, но и обогащают их токсическими метаболитами, то есть микотоксинами [9, 15], которые они синтезируют в результате своей жизнедеятельности.

Необходимо вспомнить и тот факт, что в настоящее время на Земле у 10% зерновых, в той или иной степени встречаются микотоксины, синтезируемые грибами рода *Fusarium*. То, насколько опасны эти микотоксины для здоровья человека, является сегодня одной из простых реалий, которая в настоящее время принимается

научной общественностью. Кроме того, грибы этого рода вызывают данную болезнь не только у зерновых, но также и у других растений (овощей, фруктов, бахчевых, технических и т.д. культур) [2]. По этой причине грибы рода *Fusarium* занимают центральное место во многочисленных исследованиях, проводимых по всему миру.

Как было указано выше, в Азербайджане широко выращиваются зерновые, овощные и др. культуры и описанные у них те или иные болезни встречаются в материалах исследователей. Однако, в проводимых до сих пор в Азербайджане исследованиях не было комплексного изучения распространения грибов рода *Fusarium* на указанных растениях, характера вызываемой ими патологии, количества приносимого ущерба, а также биологических характеристик грибов-возбудителей.

Учитывая вышесказанное, в представленной работе впервые были изучены видовой состав, частота встречаемости и фитотоксичность обнаруженных отдельных видов грибов рода *Fusarium*, распространенных на зерновых, овощных культурах, а также на картофеле и подсолнечнике, выращиваемых в условиях Азербайджана.

## Материалы и методы

Образцы для исследования были взяты с зерновых культур — пшеницы, ячменя и кукурузы, овощных культур — томат, огурцы и баклажаны, а также с растения картофеля и подсолнечника, выращиваемых на территории таких экономических районов Азербайджана, как Апшеронский, Аранский, Горный Ширванский, Губа-Хачмазский, Гянджа-Газахский, Ленкоранский. Грибы и образцы из вегетативных и генеративных органов растения с признаками возбудителя отбирались по случайному маршруту. Всего за время исследования было отобрано более 750 образцов. Определение микобиоты взятых образцов выполнялось путем переноса как самих образцов, так и их смывов стерильной водой на питательную среду [11]. Процесс продолжался до получения чистой культуры. В качестве питательной среды использовали, в основном, агаризованное солодовое сусло, агаризованные среды Сабуро и Чапека.

Идентификация грибов, выделенных в чистую культуру, проводилась согласно известным определителям на основе морфо-культурных (макро- и микроскопических) и физиологических признаков грибов [3–4, 13, 17].

Частоту встречаемости грибов (распространенность болезней, вызванных грибами), выделенных с исследуемых растений, рассчитывали по формуле  $P (\%) = (n / N) \times 100$ , где  $P$  — частота встречаемости гриба (степень распространенности болезни),  $n$  — число образцов, на которых обнаружен грибок (число растений, у которых об-

Таблица 1. Видовой состав, растение-хозяин и экономические районы распространения грибов рода *Fusarium* в различных агрофитоценозах Азербайджана

№	Виды	Растения, на которых обнаружены грибы	Экономические районы
1	<i>F.avenaceum</i>	пшеница, ячмень	Апшеронский, Аранский, Горный Ширванский, Губа-Хачмазский, Гянджа-Газахский, Ленкоранский
2	<i>F.culmorum</i>	пшеница, ячмень	Аранский, Губа-Хачмазский, Гянджа-Газахский
3	<i>F.gibbosum</i>	пшеница, ячмень	Апшеронский, Аранский, Губа-Хачмазский, Ленкоранский
4	<i>F.graminerum</i>	пшеница, ячмень	Аранский, Горный Ширванский, Губа-Хачмазский, Ленкоранский
5	<i>F.moniliforme</i>	пшеница, ячмень, кукуруза, подсолнечник, томат, огурцы	Апшеронский, Аранский, Горный Ширванский, Губа-Хачмазский, Гянджа-Газахский, Ленкоранский
6	<i>F.oxysporium</i>	пшеница, ячмень, кукуруза, томат, баклажаны, огурцы	Апшеронский, Аранский, Горный Ширванский, Губа-Хачмазский, Гянджа-Газахский, Ленкоранский
7	<i>F.sambucinum</i>	пшеница, кукуруза	Аранский, Ленкоранский
8	<i>F.semitectum</i>	ячмень, подсолнечник	Апшеронский, Аранский, Гянджа-Газахский, Ленкоранский
9	<i>F.sporotrichioides</i>	пшеница, ячмень, баклажаны	Апшеронский, Аранский, Горный Ширванский, Ленкоранский
10	<i>F.solani</i>	пшеница, ячмень, кукуруза, томат, картофель	Апшеронский, Аранский, Горный Ширванский, Губа-Хачмазский, Гянджа-Газахский, Ленкоранский

Таблица 2. Фитотоксическая активность штаммов грибов рода *Fusarium* (по количеству проросших семян,%)

№	Виды	Пшеница	Огурец	Фасоль
1	<i>F.avenaceum</i>	52,3	57,8	59,7
2	<i>F.culmorum</i>	53,4	55,4	51,1
3	<i>F.gibbosum</i>	51,2	47,6	55,4
4	<i>F.graminerum</i>	54,3	58,8	51,6
5	<i>F.moniliforme</i>	47,8	43,6	48,1
6	<i>F.oxysporium</i>	44,8	39,9	47,8
7	<i>F.sambucinum</i>	65,3	62,7	67,5
8	<i>F.semitectum</i>	59,4	63,3	66,1
9	<i>F.sporotrichioides</i>	58,9	53,6	61,6
10	<i>F.solani</i>	48,9	44,9	50,7

наруживается заболевание), N — общее количество образцов (перечисленных растений).

Фитотоксичность грибов рода *Fusarium* определялась по способности влияния их на всхожесть семян пшеницы, огурца и фасоли. Для этой цели использовали определенное количество семян (100–150) каждого растения. Грибы после 5-дневного культивирования на жидкой среде Чапека фильтруют и полученную биомассу отделяют от культуральной жидкости (КЖ). Используемые семена замачивают в той же КЖ в течение 24 часов. В качестве контроля используется стерильная среда Чапека. Затем семена помещают на увлажненную фильтровальную бумагу и оставляют прорасти при комнатной температуре (20–22<sup>0</sup> С) в течение 7 дней. Фитотоксическая активность грибов (в %) также определяется по формуле  $P = (n / N) \times 100$ , в этом случае P-фитотоксическая актив-

ность, n- число проросших семян и N — общее количество взятых семян.

Все эксперименты в ходе исследования выполнены не менее, чем в 4-х повторностях, а результаты были статистически обработаны [10].

#### Полученные результаты и их обсуждения

В результате анализа образцов, взятых с вышеуказанных растений Азербайджана, выявлено распространение 10 видов грибов рода *Fusarium*. Информация об обнаруженных видах и их растениях-хозяевах приведена в таблице 1. Как видно, только 4 вида (*F.avenaceum*, *F.moniliforme*, *F.oxysporium* и *F.sololani*) из обнаруженных грибов могут считаться космополитами по распро-

странности в условиях Азербайджана, т.е. встречаются по всему Азербайджану. Что касается распределения видов грибов по растениям, результаты показывают, что из обнаруженных видов грибов 9 встречались на пшенице, 9 — на ячмене, 3 — на кукурузе, 2 — на томате, 2 — на огурце, 2 — на подсолнечнике, 2 — на баклажане и 1 — на картофеле.

Следует отметить, что все взятые образцы растений являются наиболее широко культивируемыми в Азербайджане [14, 16]. Хотя на этих растениях встречаются 10 видов грибов рода *Fusarium*, частота их не так и высока, и ни один из них не характеризуется частотой встречаемости доминирующих видов. Все 8 видов, за исключением *F.moniliforme* и *F.oxysporium*, характеризуются частотой встречаемости, присущей случайным и редким видам. Два указанных вида относятся к часто встречающимся видам, а их количественный показатель составляет 12,5% для *F.moniliforme* и 15,5% для *F.oxysporium*.

Как известно, грибы не только получают необходимые питательные вещества от растений, на которых они обитают, но также обогащают их метаболитами, образующимися в результате жизнедеятельности [15]. Среди этих метаболитов, опасных для здоровья человека, центральное место занимают микотоксины. Хотя в настоящее время их насчитывается около 500, но среди них есть такие, для которых невозможно установить пределы допустимой концентрации для человеческого организма, то есть они опасны в любой концентрации. Микотоксины входят в число метаболитов, которые синтезируют грибы рода *Fusarium*. Вызывает значительный интерес также вопрос влияния субстрата обитания на токсичность гриба. По этой причине целесообразным было определить токсичность грибов, выделенных в ходе исследования в чистую культуру. Результаты показали, что, хотя все грибы рода *Fusarium* обладают токсической ак-

тивностью, но они отличаются по ее количественным показателям (таб. 2). Как видно, самая высокая фитотоксическая активность характерна для гриба *F.oxysporium*, а самая низкая — для *F. sambucinum*.

При исследовании фитотоксической активности грибов в отношении изученных растений было выявлено, что выделенные штаммы обладают различным действием на семена одного и того же растения. Чтобы прояснить этот вопрос, было также исследовано влияние фитотоксической активности штаммов одного и того же вида, выделенного из разных растений, на способность прорастания семян. Полученные результаты показали, что на проявление различной фитотоксической активности штамма одного и того же вида влияют также биологические особенности используемого растения. Например, фитотоксическая активность штаммов гриба, выделенных с пшеницы, ячменя и огурца, составила в отношении пшеницы  $54,4 \pm 0,5\%$ , ячменя —  $50,3 \pm 0,5\%$  и огурца —  $59,5 \pm 0,4\%$ . Все это, а также, наличие в той или иной степени фитотоксической активности у обнаруженных грибов, может представлять собой опасность и требует разработки плана мероприятий по ее предотвращению.

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлено, что в формировании микобиоты ряда растений, широко выращиваемых в Азербайджане, принимают участие 10 видов грибов рода *Fusarium*. Они различаются по количеству растений-хозяев, частоте встречаемости, а на их фитотоксическую активность влияют биологические особенности не растения-хозяина, а того растения, на которое они воздействуют. Все эти результаты могут быть использованы в качестве базы данных при разработке методов прогнозирования загрязнения продуктов, производимых в Азербайджане, источниками которых являются изученные растения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аскеров, А. М. Высшее растения Азербайджана (Конспекты флоры Азербайджана) / А. М. Аскеров. — Баку: Из-во «Элм», 2008, т. 3, — 240 с.
2. Атлас экономически значимых растений и вредных объектов России и сопредельных государств. // <http://www.agroatlas.ru/diseases>
3. Билай, В. И. Определитель токсинообразующих грибов. / В. И. Билай, Э. А. Курбацкая. -Киев: Наук. думка, 1990, — 236 с.
4. Билай, В. И. Фузариоз / В. И. Билай — Киев: Наукова думка, — 1977, — 443с.
5. Гагкаева Т.Ю. и др. Современное состояние таксономии грибов рода *Fusarium* секции *Sporotrichiella*/ Т. Ю. Гагкаева, О. П. Гаврилова, М. М. Левитин // Микология и фитопатология. — 2008, 42 (3), -С.201–213.
6. Гагкаева Т.Ю. и др. Фузариоз зерновых культур./ Т. Ю. Гагкаева, О. П. Гаврилова, М. М. Левитин, К. В. Новожилов // Защита растений и карантин. — 2011. — № 5. — С. 63–120.
7. Гаджиева, Н.Ш. и др. Грибы на эфиромасличных растениях, входящих во флору Азербайджана./ Н. Ш. Гаджиева, К. Ф. Бахшалиева, Н. Р. Намазов [и др.] // Вестник Московского Государственного Областного Университета, серия «Естественные науки». — 2012, № 2. -С.24–27.
8. Еюбов, Б. Б. Общая характеристика микромицетов, вызывающих болезни сельскохозяйственных культур, возделываемых в условиях Азербайджана / Б. Б. Еюбов, Н. Ш. Гаджиева, Ф. Х. Гахраманова [и др.] // Вестник МГОУ, серия «Естественные науки». — 2011. № 2. — С. 106–108.
9. Иванов А. В. Микотоксины (в пищевой цепи). М.: «ФГБНУ Росинформагротех», 2012, 136 с.
10. Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика / Кобзарь А. И. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, — 2006, — 816 с.

11. Методы экспериментальной микологии. /под ред. Билай В. И. — Киев: — Наукова думка, — 1982, — 500с.
12. Мехтиева, Н. П. Биоразнообразие лекарственной флоры Азербайджана / Мехтиева, Н.П. — Баку: Letterpress, 2011, — 186с
13. Саттон Д. Определитель патогенных и условно-патогенных грибов / Д. Саттон, А. Фотергилл, М. Ринальди. М.: Мир, 2001. 486 с.
14. Regionlar haqqında məlumat// [Электронный ресурс] <http://www.agro.gov.az/az> — дата обращения 20.01.2020
15. Микотоксины — постоянная угроза со стороны «экологически чистых» природных ядов // [Электронный ресурс] [http://www.e-osnova.ru/PDF/osnova\\_1\\_0\\_3.pdf](http://www.e-osnova.ru/PDF/osnova_1_0_3.pdf) — дата обращения 20.01.2020
16. Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsi // [Электронный ресурс] <https://www.stat.gov.az/> — дата обращения 20.01.2020
17. Kirk P. M., Cannon P. F., Minter D. W. Stalpers J. A. Dictionary of the fungi, 10th edn. CABI publishing. Wallingford (UK), 2008, 600p.
18. Summerell B.A., Leslie J. F. Fifty years of Fusarium: How could nine species have ever been enough?// Fungal Divers. 2011;50:135–144

© Гусейнова Гюлнара Назим гызы ( [gulnarefeyzullayeva0707@gmail.com](mailto:gulnarefeyzullayeva0707@gmail.com) ), Аллахвердиев Елмар Илгам оглы ( [elmar.1985a@mail.ru](mailto:elmar.1985a@mail.ru) ),

Гасумов Джейхун Фахраддин ( [azmbi@mail.ru](mailto:azmbi@mail.ru) ), Юсифова Анаханум Амрали гызы ( [mpanah@mail.ru](mailto:mpanah@mail.ru) ),

Рзаева Афаг Латифага гызы ( [afaq.rzayeva@list.ru](mailto:afaq.rzayeva@list.ru) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Баку

## ПРОБЛЕМЫ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ТРАДИЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

### PROBLEMS OF GEOGRAPHICAL STUDY OF TRADITIONAL NATURE MANAGEMENT

**M. Dorju  
I. Kuchumova**

*Summary.* Problems of geographical study of traditional environmental management Abstract. The diversity of existing views among geographers on the concepts of “environmental management” and “traditional environmental management” speaks about the relevance of this problem in geographical science. In the study of the problems of environmental management, man with its historical culture of environmental use is central.

*Keywords:* Nature, geographical science, traditional environmental management, ethnosocial natural-economic systems.

**Доржу Маргарита Степановна**

*К.з.н., доцент, ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет», г. Кызыл  
biche\_ms@mail.ru*

**Кучумова Ирина Алексеевна**

*Преподаватель, ФГКОУ «Кызылское Президентское Кадетское училище», г. Кызыл*

*Аннотация.* Многообразие существующих взглядов среди ученых-географов на рассматриваемые понятия «природопользование», «традиционное природопользование» говорит об актуальности данной проблемы в географической науке.

В изучении проблем природопользования человек с его исторически сложившейся культурой природопользования занимает центральное место.

*Ключевые слова:* Природопользование, географическая наука, традиционное природопользование, этносоциальные природохозяйственные системы.

**Н**а современном этапе рационализации хозяйства возможен и необходим пересмотр стратегий регионального развития и рационализации систем природопользования, понять их историю развития, дать их экологическую оценку.

Природопользование как сфера научной и практической деятельности имеет множество аспектов — естественно-научных, экологических, экономических, социальных и др. С рациональным природопользованием связываются основные надежды выхода планетарной системы на траекторию устойчивого развития. Учитывая всеобщность принципов устойчивого развития, провозглашенных в материалах Международного форума по охране окружающей среды в Рио-де-Жанейро (1992 г.) и саммите Мира (Йоханнесбург, 2002), сказано, что «Правительствам и международным организациям следует признать ценности, традиционные знания и методы рационального использования ресурсов, которыми пользуется коренное население при взаимодействии с окружающей средой и применять эти знания в других развивающихся районах» [11]. Такая же мысль выражена и в Декларации, принятой на этом форуме: «Коренное население и его общины, а также другие местные общины призваны играть жизненно важную роль в рациональном использовании и улучшении окружающей среды в силу их знаний и традиционной практики. Государства должны признавать и должным образом поддерживать их самобытность, культуру и интересы, и обеспечивать

их эффективное участие в достижении устойчивого развития» [10].

Определение оптимальных взаимоотношений между инновационным и традиционным природопользованием — центральная задача ответственных политических, экономических и технических решений.

Уже в середине 20 века Куражковский Ю.Н. вводит термин “природопользование”, назвав так использование людьми природных ресурсов для хозяйства и здравоохранения [5]. В Большой Советской энциклопедии в статьях “Земля”, и “Природопользование” сформулировано четкое определение данного понятия, как объединяющего все стороны воздействия человечества на природу, включая ее охрану, освоение и преобразование [3].

Далее Н.Ф. Реймерс (1990) подробно останавливается на понятии “природопользование”, на его задачах, объектах и месте в системе наук. [12]. Дальнейшие исследования ученых-географов Зворыкина К.В., Капицы А.П., Невяжского И.И. привели к разработке научной концепции природопользования. По их мнению, природопользование предусматривает изучение как принципиальных основ (схем) природопользования (его типов, видов и форм), так и условий и результатов природопользования. Названные авторы раскрывают понятие “природопользование” как процесс, осуществляемый для реализации физиологических, духовных и матери-

альных потребностей человека с помощью труда и обмена энергией с окружающей средой [5].

Углубляя концепцию природохозяйственных систем (ПСХ), И.И. Невяжский (1990) подчеркивает роль конкретных человеческих сообществ, справедливо считая полезным рассматривать природопользование в рамках проблемы отношений человек-природа. Он выделяет особые системы, названные им этносоциально-природохозяйственными системами (ЭСПХС). Их географическим стержнем является представление о том, что на поверхности земли объективно существуют особые территориальные комплексы, в которых определенным образом взаимодействуют природа, хозяйство и население [8].

При избранном Невяжским И.И. подходе территориальный географический анализ делает как бы шаг навстречу этнологическим и этногеографическим исследованиям, начало соединения с которыми было положено еще Д.Н. Анучиным в его антропогеографическом направлении в географии. Близкий к данному виду анализа территориальных географических комплексов подход можно увидеть в смежных областях географии. Так, в современной физической географии примерно в том же направлении развивается учение об антропогенных ландшафтах [9].

Ю.Г. Симонов (2001), исходя из того, что на каждой исторически сложившейся территории существуют некоторые природно-хозяйственные системы, особенности функционирования которых тесно связано с этническими характеристиками народов, населяющих эти территории, назвал их природно-хозяйственно-этнической территориальной системой (ПХТЭС). В процессе изучения эти комплексы получали различные названия и изучались географами под различными углами зрения [13].

Многообразие существующих взглядов среди ученых-географов на рассматриваемые понятия «природопользование», «традиционное природопользование» говорит об актуальности данной проблемы в географической науке.

В изучении проблем природопользования человек с его исторически сложившейся культурой природопользования занимает центральное место. Выработывая веками, а иногда и тысячелетиями способ природопользования, этнос оптимально адаптировался к территории и сохранял традиции природопользования, как правило, не нарушая природного равновесия. Этнос выбирает в природе такое место, которое наилучшим образом может удовлетворить его потребности. Потенциальная возможность их удовлетворения определяется ресурсами ландшафта, а общество с его потребностями адапти-

руется к определенным природным условиям. Адаптация требует времени. Опыт накапливается при общении с природой и становится традицией. В результате в природопользовании складываются определенные традиции. Поэтому можно говорить о традиционном природопользовании, которое по своей сущности не может не быть рациональным. Так возникает единство рациональности и традиционности в природопользовании [13].

Традиционность же в природопользовании часто рассматривается как некоторый признак архаичности. И все же современная экологическая обстановка, возникшая в ходе научно-технической революции, быстрый рост населения, заставляют вновь обращаться к достижениям природопользования прошлого, то есть к традиционному природопользованию. Не исключено, что именно в традициях содержатся более строгие критерии предельно допустимого давления на природную среду в определенных условиях сложившихся производств.

Сегодня состояние самих традиционных знаний коренных народов вызывает серьезное опасение. Проходивший в двадцатом веке процесс их утраты продолжается и в двадцать первом веке. Прервана связь старшего и молодого поколений по передаче этих знаний. Необходимость сохранения традиционных знаний коренных народов и их исследование совершенно очевидны в современных условиях. Так в международной Конвенции о биологическом разнообразии к традиционному знанию относят «знания, нововведения и навыки практической деятельности коренных и местных общин во всем мире. Выросшее из опыта, приобретенного на протяжении столетий, и приспособленное к местной культуре и окружающей среде, традиционное знание передается устным путем от поколения к поколению. Оно является результатом коллективного творчества и принимает форму преданий, ... культурных ценностей, верований, ритуалов, местного языка и навыков сельскохозяйственной деятельности...» [11].

На наш взгляд очень важно, что «традиционное знание носит, прежде всего, практический характер, особенно в таких областях, как сельское хозяйство, рыболовство, целительство, ...и природопользование в целом» [13].

Традиционное природопользование имеет глубокие исторические корни. Очевидно, что формируясь в период присваивающего хозяйства, оно обуславливало связь человека с окружающей его природной средой. Наряду с уровнем производительных сил, именно она диктовала условия в организации и ведении хозяйства.

В современной науке, в рамках понятия «природопользование» выделяется понятие «традиционное природопользование». Наиболее широко употребляемое

в значении как форма жизнедеятельности этнических сообществ малых народов, находящихся на разных стадиях общественного развития, основу уклада которых составляет использование возобновимых природных ресурсов (охота, собирательство, рыболовство, морские промыслы) традиционными методами без преобразования естественных ландшафтов.

Наряду с этим существует понимание «традиционного природопользования» как формы хозяйственной деятельности дорыночного традиционного общества. В России таким обществом являлась крестьянская община. В Туве — общинно-родовые общности — аалы, основанные на кочевом скотоводстве, оленеводстве и т.д. [2].

Существует понимание традиционного природопользования не только как исторически сложившиеся и обеспечивающее неистощительное природопользование способы использования объектов животного и растительного мира, других природных ресурсов, но и как система жизнеобеспечения коренных этносов.

Мухин Г.Д. углубляет представление о традиционном природопользовании как о природо- и исторически обусловленных региональных особенностях хозяйственной деятельности, передающихся из поколения в поколение, вытекающих из особенностей сложившегося культурного ландшафта, обладающего определенными экологическими параметрами [7].

Таким образом, своей включенностью в природную и социальную системы традиционное природопользование определяет комплексность его рассмотрения. Как часть культурного наследия оно имеет характерные структурные составляющие: человека (и его сообщества), природный ландшафт, сам процесс природопользования и его результаты. Сохранение позитивных элементов традиционной культуры природопользования является составной частью процесса возрождения народов, их культуры, формирования современной культуры ландшафта.

Возможны несколько путей развития территории с точки зрения сохранения позитивных элементов традиционного природопользования.

Для применения опыта традиционного природопользования необходимо прежде всего обладать возможно большей информацией об исторических особенностях природопользования на данной территории, выявить сохранившиеся объекты традиционного природопользования, порайонные отличия и степень их унаследованности в современном природопользовании.

Традиционное природопользование как объект изучения с точки зрения культурного и природного на-

следия требует комплексной характеристики, которая является основой кадастра традиционных форм природопользования. Эта характеристика должна включать по аналогии с земельным кадастром учетные категории земельных и природных ресурсов, вовлеченных в процесс природопользования, количество и качество ресурсов, используемых в хозяйственной деятельности, структуру ландшафта, характеристику экологических особенностей тех или иных форм природопользования (способы поддержания плодородия почв, продуктивности пастбищ, сохранения устойчивости ландшафта и т.д.), оценку значимости тех или иных форм природопользования площадного характера и локальные проявления наиболее выдающихся его образцов.

Наряду с изучением традиционного природопользования в региональном масштабе необходимо выявление и оценка традиционных форм природопользования в системе особо охраняемых природных территорий, оценка степени унаследованности наиболее местно адаптированных форм в широком экологическом аспекте.

В связи с переходом на рыночные отношения очень важно создать научную основу рационального природопользования для территории Республики Тыва. Наряду с другими вариантами решения проблем важно изучить исторический опыт природопользования тувинцев. Обращение к народным традициям ведения хозяйства, конечно, не означает прямого возврата к прошлому с господством отсталых методов и технологии сельского хозяйства. Речь идет об использовании многовекового опыта традиционного ведения хозяйства, свидетельствующего об удивительно бережном использовании природных ресурсов, не нарушающем природного равновесия, т.е. использовании многовекового опыта природопользования на базе современных технологий природопользования и новых организационных форм ведения хозяйства.

Новые способы хозяйствования в отличие от традиционных, выработавшихся веками, не всегда отвечают природным условиям территории. Неизбежной реакцией уязвимой природной среды гор и котловин Тывы на антропогенное воздействие явилась деградация природных ресурсов, прежде всего растительности пастбищ, увеличение площади эродированных земель. Утрата традиционных способов ведения хозяйства стала в какой-то мере ограничивать региональное развитие.

Тыва — аграрная республика. Сельское хозяйство — не только отрасль экономики, но и исторически сложившийся уклад жизни, традиционный вид хозяйствования. К сожалению, по данным Министерства экономического развития и торговли Российской Федерации Республи-



ка Тыва относится к регионам с крайне низким уровнем развития, по комплексной оценке социально-экономического развития занимает одно из последних мест в Российской Федерации. Нет сомнения в том, что обеспечение экономического роста должно идти через индустриализацию экономики, поиск новых центров роста в городских, сельских муниципальных образованиях, развитие традиционных форм хозяйствования.

Таким образом, изучение традиционных форм природопользования может подсказать верные приемы

хозяйствования в современных условиях. Каждому человеку, который живет и будет жить на этой земле, необходимо знать историю становления традиционного природопользования и максимально использовать исторические традиции.

Решая задачи возникших экономических и экологических проблем, учитывая новейшие достижения техники, необходимо тщательно изучать ныне существующие и существовавшие виды взаимоотношений человека и природы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бабушкин Л.Н., Зворыкин К.В., Невяжский И. И. К теории, методологии и методике географического изучения природопользования //История и методология естественных наук. География. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987.
2. Биче М. С. Традиционная система природопользования: определение и методы изучения \ Становление и развитие науки в Туве. Часть 2. Кызыл. 2000.
3. Ежегодник Большой советской энциклопедии. 1972. Вып. 16. гл. ред. С. М. Ковалев. М., «Сов. энциклопедия», 1972. 624 стр.
4. Зворыкин К. В. Географическая концепция природопользования // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5 Геогр. 1993. № 3.
5. Зворыкин К.В., Капица А. П., Невяжский И. И. Географическая концепция природопользования, моделирование процессов экологического развития //Сб. Тр. ВНИИ системных исследований, 1990. Вып. 2.
6. Куражковский Ю. Н. Очерки природопользования. М., 1969, 238 с.
7. Мухин Г. Д. Изучение и географическая характеристика агроландшафтов // Взаимодействие физической и экономической географии. — М., 1988, с. 83–89.
8. Невяжский И. И. Географическая концепция природопользования //Тр. ВНИИ системных исследований. Моделирование процессов экологического развития. 1990. Вып. 2 Соавт. К. В. Зворыкин, А. П. Капица.
9. Невяжский И. И. Природопользование как наука и место этносоциальных природохозяйственных систем в ней // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 5. Геогр. 1994. № 3., с. 24–30.
10. О коренных народах и народах, ведущих племенной образ жизни в независимых странах: конвенция № 169 Международной организации труда (МОТ).— 1989.
11. Повестка дня на XXI век. Принята конференцией ООН по окружающей среде и развитию. Рио-Де-Жанейро, 1992. 3–14 июня.
12. Реймерс Н. Ф. Природопользование: Словарь-справочник, М.: Мысль, 1990, 639.
13. Симонов Ю.Г., Р. Баллиева, М. С. Биче Соотношение традиционного и рационального в природопользовании //Территориальные системы природопользования. Анализ и синтез: Сборник научных трудов. М.: Географический ф-т МГУ, 2001. — 224 с.

© Доржу Маргарита Степановна ( biche\_ms@mail.ru ), Кучумова Ирина Алексеевна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗ. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРИ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЯХ

### GLUCONEOGENESIS. BIOLOGICAL SIGNIFICANCE AT PATHOLOGICAL CONDITIONS

*M. Krasnova*

*Summary.* Gluconeogenesis is a complex of metabolic processes aimed at maintaining normal glucose levels during intense exercise or starvation. The regulation of gluconeogenesis depends on the amount of substrate, redox status, hormone concentration and transcription of genes encoding gluconeogenic enzymes. Unregulated gluconeogenesis is an important factor in the pathogenesis of stress hyperglycemia. The last one is the most important problem of emergency medicine.

*Keywords:* Gluconeogenesis, regulation, pathological condition, enzymes of gluconeogenesis, stress hyperglycemia.

**Краснова Мария Геннадьевна**

*М.н.с., Медико-генетический научный центр имени академика Н. П. Бочкова, Москва  
krasnova.m.g.0605@gmail.com*

*Аннотация.* Глюконеогенез представляет собой сложный метаболический процесс, направленный на поддержание нормального уровня глюкозы при интенсивных нагрузках или голодании. Регуляция глюконеогенеза зависит от количества субстрата, окислительно-восстановительного статуса, концентрации гормонов и транскрипции генов, кодирующих глюконеогенные ферменты. Нерегулируемый глюконеогенез является важным фактором в патогенезе стрессовой гипергликемии — одной из наиболее актуальных проблем неотложной медицины.

*Ключевые слова:* Глюконеогенез, регуляция, патологическое состояние, глюконеогенные ферменты, стрессовая гипергликемия.

**Г**люконеогенез — это процесс, отвечающий за синтез глюкозы из не гексозных предшественников, таких как: глицерин, лактат, пируват и глюкогенные аминокислоты. Реакции глюконеогенеза представляют собой реакции гликолиза, протекающие в обратном направлении (Рис. 1). Исключение составляют три необратимых реакции гликолиза, для которых в глюконеогенезе используются четыре уникальных фермента: пируваткарбоксилаза, фосфоенолпируваткарбоксиаза, фруктозо-1,6-бисфосфатаза, глюкозо-6-фосфатаза. Поскольку эти ферменты присутствуют не во всех типах клеток, глюконеогенез может происходить только в определенных тканях. У человека синтез глюкозы происходит в печени и почках. Продукция глюкозы в печени составляет 90% всей производимой глюкозы [9] и является суммацией потоков от глюконеогенеза, синтеза и распада гликогена, гликолиза и других путей.

Регуляция глюконеогенеза происходит на метаболическом и эндокринном уровнях. При липолизе в белой жировой ткани образуются неэтерифицированные жирные кислоты и глицерин, которые могут стимулировать глюконеогенез. В результате  $\beta$ -окисления неэтерифицированных жирных кислот в митохондриях образуется ацетил-КоА, который аллостерически активирует пируваткарбоксилазу, катализирующую превращение пирувата в глюконеогенный субстрат оксалоацетат [4]. Глицерин может фосфорилироваться и превращаться в глюконеогенный предшественник дигидроксиацетонфосфат. Этот процесс ингибируется метформином, неконкурентным ингибитором митохондриальной глице-

рол-3-фосфатдегидрогеназы, что приводит к снижению глюконеогенеза из глицерина. Кроме того, возникающее в результате ингибирования глицерол-3-фосфатдегидрогеназы изменение окислительно-восстановительного статуса (NADP/NADPH) ингибирует лактатдегидрогеназу, ограничивая выработку пирувата и, следовательно, глюконеогенез из лактата.

Эндокринная регуляция глюконеогенеза происходит в основном за счет изменения уровня циркулирующего глюкагона. Увеличение концентрации глюкагона в плазме крови приводит к повышению синтеза глюкозы в печени. Колебания уровня инсулина, катехоламинов, гормона роста и кортизола также играют важную роль. Связывание глюкагона с рецептором увеличивает внутриклеточную концентрацию цАМФ и активирует протеинкиназу А (PKA), с последующим фосфорилированием ряда регуляторных ферментов. Активация 6-фосфофрукто-2-киназы/фруктозо-2,6-бисфосфатазы приводит к повышению концентрации фруктозо-6-фосфата и снижению уровня фруктозо-2,6-бисфосфата, что подавляет гликолиз и стимулирует глюконеогенез. Фосфорилирование пируваткиназы печеночного типа также приводит к увеличению концентрации фруктозо-2,6-бисфосфата и ингибированию реакций гликолиза. Увеличение концентрации цАМФ активирует транскрипционный фактор CREB и транскрипцию генов, кодирующих глюконеогенные цитозольные ферменты фосфоенолпируваткарбоксикиназу (PCK1) и глюкозо-6-фосфатазу. Этот процесс протекает более длительно по сравнению с метаболической регуляцией и обеспечивает долго-

срочную адаптацию клеток к изменению концентрации глюкозы.

Инсулинзависимая регуляция глюконеогенеза в основном опосредована медленными транскрипционными механизмами. Связывание инсулина с рецептором активирует протеинкиназу В (Akt), которая катализирует фосфорилирование транскрипционного фактора FOXO1. Конститутивно активный FOXO1 активирует экспрессию глюкозо-6-фосфатазы и фосфоенолпируваткарбоксикиназы и, тем самым, повышает продукцию глюкозы гепатоцитами. Фосфорилированный FOXO1 экспортируется из ядра с последующей инактивацией и деградацией.

### Физиологическая роль глюконеогенеза в развитии стресс-гипергликемии

Ярким примером нарушения гомеостаза глюкозы в организме является гипергликемия критических состояний — одна из наиболее актуальных проблем неотложной медицины. У пациентов, находящихся в критическом состоянии, синдром стресс-гипергликемии возникает более чем в 90% случаях [1]. Нарушение механизмов прямой и обратной связи между гормонами и цитокинами [5] приводит к избыточной выработке глюкозы в печени и инсулинорезистентности. Считается, что нерегулируемый глюконеогенез является наиболее важным фактором в патогенезе стрессовой гипергликемии.

Активация процессов глюконеогенеза обусловлена увеличением концентрации глюкагона, адреналина, кортизола [10] и фактора некроза опухоли- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) [3]. Ингибирование пострецепторной передачи сигнала инсулина под действием цитокинов и уменьшение транслокации транспортера глюкозы-4 (GLUT-4) в плазматическую мембрану приводят к развитию инсулинорезистентности в тканях, чувствительных к инсулину, таких как печень, мышцы и жировая ткань. Тяжесть стресс-индуцированной гипергликемии пропорциональна увеличению концентрации сывороточных цитокинов и развитию инсулинорезистентности. Кроме того, гипергликемия усугубляет реакцию цитокинов, воспаления и окислительного стресса, создавая порочный круг и провоцируя дальнейшее увеличение концентрации глюкозы в крови [7]. Снижение потребления глюкозы клетками усиливает катаболические процессы и липолиз. Повышение содержания свободных жирных кислот угнетает пируватдегидрогеназный комплекс, подавляет гликолиз, стимулирует глюконеогенез [4], а также увеличивает резистентность тканей к инсулину. Липотоксичность, так же как и глюкотоксичность, усугубляет проявления системного воспаления и вносит вклад в развитие стрессовой гипергликемии.

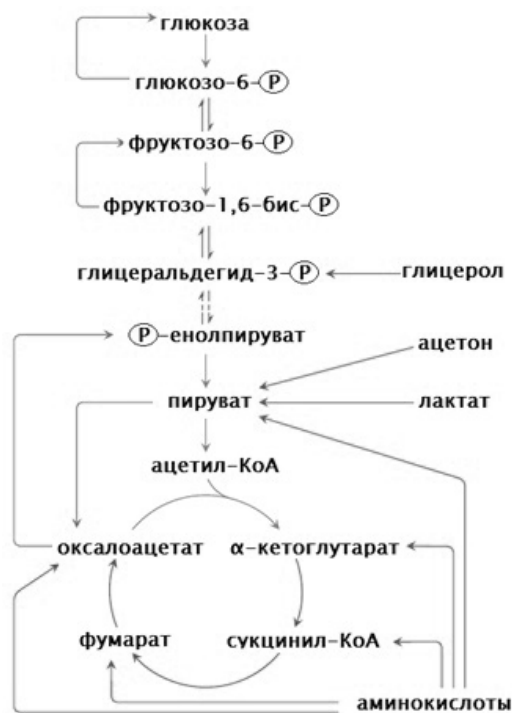


Рис. 1 Общая схема процесса глюконеогенеза.

В ходе клинических исследований получены доказательства связи стресс-гипергликемии с увеличением количества летальных исходов, ухудшением результатов лечения основного заболевания и увеличением длительности пребывания пациентов в отделении реанимации и интенсивной терапии [8][2][6].

Существует и иная точка зрения, согласно которой стресс-гипергликемия рассматривается как адаптивный иммуно-нейрогуморальный ответ на физиологический стресс. Доказано, что при термическом повреждении и сепсисе увеличивается экспрессия мРНК GLUT-1 в мозге и макрофагах [11]. Предполагают, что подавление GLUT-4 вместе с увеличением экспрессии GLUT-1 может играть роль в перераспределении глюкозы от периферических тканей к клеткам иммунной и нервной систем. Несмотря на то, что глюкоза проникает в клетки через GLUT благодаря облегченной диффузии, поддержание концентрационного градиента глюкозы между кровью и тканями особенно актуально для клеток в условиях сниженного кровотока (вследствие ишемии или сепсиса). Стресс-гипергликемия приводит к установлению нового баланса глюкозы, что обеспечивает более высокий диффузионный градиент глюкозы и поддержание жизнедеятельности клеток. Экспериментальные данные свидетельствуют о положительном влиянии гипергликемии в модели инфаркта миокарда. Гипергликемия повышала выживаемость кардиомиоцитов, уменьшала их апоптоз и размер зоны инфаркта и улучшала систо-

лическую функцию сердца. По-видимому, протективное или патологическое действие гипергликемии на клетки и ткани организма зависит от ее длительности и тяжести.

### Заключение

Поддержание гомеостаза глюкозы в организме имеет большое значение для правильной работы тканей и органов. Глюконеогенез обеспечивает нормализацию концентрации глюкозы в крови при низком содержании углеводов в пище, голодании или длительной физиче-

ской работе, предотвращая развитие гипогликемии. Нерегулируемый глюконеогенез занимает центральное место в патогенезе не только гипергликемии критических состояний, но и вносит свой вклад в развитие сахарного диабета 2 типа [1]. Растущее количество литературы свидетельствует о роли глюконеогенеза в метаболической пластичности опухолевых клеток при адаптации к нехватке питательных веществ в микроокружении [12]. Таким образом, многогранная регуляция глюконеогенеза, а также наличие сложных путей обратной связи, обеспечивает широкий выбор мишеней для фармакологической коррекции этих заболеваний.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Клыпа Т.В., Орехова М.С., Забросаева Л.И. Гипергликемия критических состояний // Сахарный диабет. — 2015. — Т. 18. — №. 33–41.
2. Никонов В.В., Курсов С.В., Нудьга А.Н. Стрессиндуцированная гипергликемия: возможные пути коррекции // Медицина неотложных состояний. — 2016. — №. 1 (72). — С. 53–56.
3. Blumberg D., Hochwald S., Burt M., Donner D., Brennan M. Tumor necrosis factor alpha stimulates gluconeogenesis from alanine in vivo // Journal of surgical oncology. — 1995. — V. 59. — №. 4. — P. 220–225.
4. Boden G., Chen X., Capulong E., Mozzoli M. Effects of free fatty acids on gluconeogenesis and autoregulation of glucose production in type 2 diabetes // Diabetes. — 2001. — V. 50. — №. 4. — P. 810–816.
5. Chrousos G.P. The hypothalamic–pituitary–adrenal axis and immune-mediated inflammation // New England Journal of Medicine. — 1995. — V. 332. — №. 20. — P. 1351–1363.
6. Dossett L. A. Cao H., Mowery N. T., Dortch M. J., Morris, J.M., May, A. K. Blood glucose variability is associated with mortality in the surgical intensive care unit // The American Surgeon. — 2008. — V. 74. — №. 8. — P. 679–685.
7. Dungan K.M., Braithwaite S. S., Preiser J. C. Stress hyperglycaemia // The Lancet. — 2009. — V. 373. — №. 9677. — P. 1798–1807.
8. Egi M., Bellomo R., Stachowski E., French C. J., Hart, G. Variability of blood glucose concentration and short-term mortality in critically ill patients // Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists. — 2006. — V. 105. — №. 2. — P. 244–252.
9. Ekberg K., Landau B. R., Wajngot A., et al. Contributions by kidney and liver to glucose production in the postabsorptive state and after 60 h of fasting // Diabetes. — 1999. — V. 48. — №. 2. — P. 292–298.
10. Fujiwara T., Cherrington A. D., Neal D. N., McGuinness O. P. Role of cortisol in the metabolic response to stress hormone infusion in the conscious dog // Metabolism. — 1996. — V. 45. — №. 5. — P. 571–578.
11. Gamelli R.L., Liu H., He L. K., Hofmann, C.A Alterations of glucose transporter mRNA and protein levels in brain following thermal injury and sepsis in mice // Shock. — 1994. — V. 1. — №. 6. — P. 395–400.
12. Grasmann G. Smolle E., Olschewski H., Leithner K. Gluconeogenesis in cancer cells—Repurposing of a starvation-induced metabolic pathway? // Biochimica et Biophysica Acta (BBA)—Reviews on Cancer. — 2019. — V. 1872. — №. 1. — P. 24–

© Краснова Мария Геннадьевна ( krasnova.m.g.0605@gmail.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ОСВОЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ НА СОСТОЯНИЕ ДЕРЕВЬЕВ Г. ГРОЗНЫЙ

### INFLUENCE OF THE LEVEL OF DEVELOPMENT OF THE TERRITORY ON THE STATE OF TREES OF GROZNY

**A. Makaeva  
Z. Okazova**

*Summary.* The article considers the influence of the level of development of the territory on the state of the leaf surface of woody plants in Grozny, the Chechen Republic. Green spaces on the main streets of the city were evaluated, the degree of development of chlorosis and necrosis of deciduous and coniferous trees was visually determined. It has been established that the visible changes in the leaf surface of sensitive tree stands should be used as the initial indication of the pollution of city streets.

*Keywords:* woody plants, chlorosis, necrosis, environmental pollution.

**Макаева Айшат Зайндиевна**

Чеченский государственный педагогический  
университет, г. Грозный

**Оказова Зарина Петровна**

Д.с.-х.н., профессор, Чеченский государственный  
педагогический университет, г. Грозный  
okazarina73@mail.ru

*Аннотация.* В статье рассмотрено влияние уровня освоенности территории на состояние листовой поверхности древесных растений г. Грозный, Чеченской Республики. Оценивались зеленые насаждения на основных улицах города, визуально определялась степень развития хлороза и некроза лиственных и хвойных пород деревьев. Установлено, что видимые изменения листовой поверхности чувствительных древесных насаждений необходимо применять в роли первоначального индикаторного признака загрязненности городских улиц.

*Ключевые слова:* древесные растения, хлороз, некроз, загрязнение окружающей среды.

**У**рбанизация представляет собой основную форму адаптации человека к среде обитания. Увеличение площади городских территорий, уровень освоенности городской территории является объективной реальностью на современном этапе. Грозный представляет собой одну из крупных городских агломераций Северного Кавказа, где проживает большая часть населения республики. Основная часть территории города является интенсивно освоенной. Большинство декоративных растений выделяет в воздух фитонциды, что объясняет санитарно-гигиеническую роль зеленых насаждений.

Вместе с тем архитектурно-художественное значение и культурно-эстетическая функция зеленых насаждений немаловажна. Наглядней всего увеличение площади под зелеными насаждениями проявляется в Грозном. При этом ассортимент деревьев и кустарников, применяемых в создании парков, скверов, уличных насаждений нуждается в расширении. Он достаточно однообразен и включает недолговечные, не устойчивые к местным неблагоприятным условиям виды. Эти виды продолжают использовать для озеленения.

Зеленые насаждения города испытывают постоянное воздействие антропогенных факторов. Перед специалистами стоит важная задача подбора и внедрения в производство долговечных, декоративных видов, проявляющих повышенную устойчивость в условиях антропогенной нагрузки. Несмотря на большой теорети-

ческий и практический интерес, до настоящего времени не была дана объективная оценка состояния растительности в районах с разным уровнем освоенности.

На фоне высокого уровня освоенности городской территории сокращается срок жизни растений, происходит снижение их продуктивности. Ухудшающаяся экологическая ситуация Грозного требует выработки конкретизированной стратегии озеленения, направленной на создание устойчивых городских насаждений различного типа, которые способны оздоровить среду обитания, длительно сохраняя декоративные свойства. Особую актуальность приобрела проблема кумуляции загрязняющих веществ в окружающей среде и их негативное влияние на элементы экосистемы города.

Проведенная работа позволит оценить возможность использования древесных насаждений города в целях биоиндикации, озеленения и реконструкции зеленых насаждений. Анализ поступающих загрязняющих веществ от подвижных источников загрязнения — сложный и трудоемкий процесс.

Основными загрязняющими компонентами, содержание которых контролируется в воздухе, являются углеводороды и оксид углерода, преобладающие в выхлопных газах автомашин. Тяжелые металлы, оксиды серы, азота подлежат мониторингу в меньшей степени. Сложность в определении влияния автомобильного транспорта на городскую среду заключается в том, что

Таблица 1. Влияние уровня освоенности на состоянии листовой поверхности деревьев, г. Грозный, (2016–2019 гг.)

Места проведения оценки деревьев	Уровень освоенности территории	Пораженность, %	
		хлороз	некроз
<b>Populus deltoides L.</b>			
ул. А. Шерипова	II	точечные, < 5/2	точечные, межжилковые, < 8/2
Сквер журналистов	I	точечные, < 4/2	незначительные, до ≤ 4/2
ул. Мира	III	межжилковые, краевые, < 50/3	краевые, < 50/2
Пр.А.-Х.Кадырова	IV	межжилковые, краевые, > 45/3	межжилковые, краевые, < 80/3
<b>Aesculus hippocastanum L.</b>			
ул. Мира	III	межжилковые, краевые, < 50/3	краевые, < 50/2
Пр.А.-Х.Кадырова	IV	межжилковые, краевые: > 50/3	межжилковые, краевые, < 90/3
Сквер журналистов	I	точечные, < 5/2	незначительные до ≤ 5/2
ул. А. Шерипова	II	краевые, межжилковые, < 20/3	по жилкам листа, < 20/3
<b>Tilia cordata L.</b>			
ул. Мира	III	краевые, межжилковые, < 40/3	краевые, < 90/3
ул. А. Шерипова	II	краевые, межжилковые, < 20/2	пятнистые, краевые, < 20/2
Пр.А.-Х.Кадырова	IV	межжилковые, краевые: > 50/3	межжилковые, краевые, < 90/3
ул. Выборгская	I	межжилковые, < 5/2	точечные, межжилковые, < 5/2

Примечание: В числителе — процент поражения, в знаменателе — степень

Таблица 2. Влияние уровня освоенности территории на состояние хвои, г. Грозный, (2016–2019 гг.)

Места проведения оценки деревьев	Уровень освоенности территории	Пораженность, %	
		хлорозы	некрозы
<b>Pinus banksiana Lamb.</b>			
ул. А. Шерипова	II	краевые, < 10/2	пятнистые, < 10/2
Сквер журналистов	I	краевые, < 5/2	пятнистые, < 5/2
Пр.А.-Х.Кадырова	IV	краевые, < 5/2	пятнистые, < 5/2
ул. Мира	III	краевые, < 15/2	точечные, < 10/2
<b>Picea abies L.</b>			
ул. А. Шерипова	II	краевые, < 15/2	точечные, < 5/2
Сквер журналистов	I	точечные, < 5/2	точечные, < 5/2
ул. Мира	III	краевые, < 45/3	точечные, < 5/2
Пр.А.-Х.Кадырова	IV	краевые, < 30/2	пятнистые, < 40/2
<b>Thuja occidentalis L.</b>			
ул. А. Шерипова	II	краевые, < 15/2	пятнистые, < 10/2
Сквер журналистов	I	краевые, < 5/2	пятнистые, < 5/2
Пр.А.-Х.Кадырова	IV	краевые, < 10/2	пятнистые, < 10/2
ул. А. Шерипова	III	краевые, < 35/2	пятнистые, > 50/3

источник вредных выбросов — выхлопные газы, представляющие собой многокомпонентную смесь. Большую актуальность приобрело изучение влияния загрязнения транспортом на компоненты экологической системы города. В большинстве крупных городов проводились биоиндикационные исследования городских территорий. В условиях Грозного такие исследования не проводились. Морфологические изменения растений как параметр биоиндикации применяются достаточно давно. Морфологические изменения высших растений на современном этапе — основной индикаторный признак. Национальная система мониторинга большинства стран использует в своем арсенале большое количество морфологических индикаторов, что дало возможность составить карты антропогенных воздействий [7, 8].

Цель работы — оценка степени загрязнения окружающей среды по состоянию листовой поверхности и хвои древесных растений г. Грозный.

Исследования проводились в Грозном в период 2016–2019 гг. Оценивались зеленые насаждения на основных улицах города, визуально определялась степень развития хлороза и некроза основных лиственных и хвойных пород деревьев.

В условиях повышения среднесуточной температуры в сравнении со среднесуточными значениями в Грозном пораженность листовой поверхности древесных растений, произрастающих на городских территориях с высокой степенью освоенности, отмечаются в начальные фазы периода вегетации: в первой декаде июня. Основными формами поражения листовой поверхности являются обильная «медвяная роса»; потеря тургора; хлороз; изменение окраски, выражающееся пожелтением, побурением, побронзовением; некроз, который может быть точечный, межжилковый, краевой; искривление листовой пластинки [1,2,8].

Все изменения усиливаются в условиях жаркого лета и в конце июля — начале августа некоторые породы чувствительных деревьев, в частности, каштан конский, липа мелколистная которые высажены в непосредственной близости от автодорог городских территорий поражаются более чем на 45%. Все вышеизложенное объясняет ранний листопад, и как следствие уменьшение фотосинтезирующей поверхности, что оказывает негативное

воздействие на экологическую ситуацию городских территорий, отрицательно влияя на древесную растительность непосредственно: образование недостаточного количества питательных веществ, объясняет нарушение прохождения фенофаз, раннее старение деревьев. Ранний листопад провоцирует дефолиацию — в процессе сбрасывания листьев снижается уровень гормонов, поступающих из листьев, что вызывает нарушение роста и развития почек [3, 4].

Это зафиксировано в Грозном на территориях с высокой степенью освоенности, где в конце лета, начале осени у некоторых древесных растений отмечается вторичное облиствение, что значительно ослабляет растения перед зимними холодами [5,6].

Видимые макроскопические изменения листьев не специфичны для результата влияния автотранспорта, в частности, выхлопных газов, но в условиях Грозного, когда промышленное загрязнение минимально, появляется возможность оценки доли влияния транспорта в повреждении деревьев городских территорий, что негативно отражается на качестве жизни населения. Глазомерная оценка повреждения древесной растительности городской территории проводилась в период 2016–2019 гг. Установлено видимое поражение листьев деревьев, произрастающих на территориях с различной степенью освоенности, парках и скверах города (табл. 1–2).

Максимально некротические изменения листьев и хлорозы отмечаются у чувствительных к загрязнению атмосферы деревьев — каштана конского и мелколистной липы на городских территориях с высокой плотностью транспортного потока. Минимальны отрицательные последствия загрязнения воздуха у тополя канадского [5].

Ослабленные древесные растения территорий с высокой степенью освоенности в наибольшей степени подвержены поражению вредителями и болезнями.

Таким образом, видимые макроскопические изменения листовой поверхности чувствительных древесных растений целесообразно использовать в качестве первоначального индикаторного признака загрязненности городских улиц.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бадмаева С.Э., Туркова Н. С. Зеленые насаждения как фактор экологической безопасности города. Экология России: на пути к инновациям. 2013. № 7. С. 81–84.
2. Коротков Е. В. Городские насаждения как экологический фактор городской среды. Человек и природа: грани гармонии и углы соприкосновения. 2013. № 1. С. 229–234.

3. Кусова Н.Х., Оказова З.П. Мониторинг видового состава древесной растительности г. Владикавказа. Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы ботаники и охраны природы». Симферополь. 2017. С. 243–247.
4. Костина М.В., Минькова Н.О., Ясинская О.И. О биологии клена ясенелистного в зеленых насаждениях Москвы. Российский журнал биологических инвазий. 2013. № 4. С. 32–43.
5. Кривоносова Е.В., Науменко О.А. Использование растений биоиндикаторов для оценки загрязнения атмосферного воздуха. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы экологии Южного Урала». Москва. 2019. С. 130–134.
6. Оказова З.П., Кадзаева О.Э., Цомартова М.А. Анализ состояния парковых территорий г. Владикавказа. Научный альманах. 2015. № 8. С. 1224–1233.
7. Савватеева О.А. Биоиндикация по хвойным породам деревьев. Международный студенческий научный вестник. 2016. № 3. С. 520–521.
8. Хунсуллин Р.Р., Минакова Е.А. Биомониторинговые исследования на территории города Казани по методу флуктуирующей асимметрии. Материалы Международного экологического конгресса «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов». Самара. 2019. С. 128–135.

© Макаева Айшат Зайндиевна, Оказова Зарина Петровна ( okazarina73@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Грозный



# К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО И СОЦИАЛЬНОГО ФАКТОРОВ ПРИ РАСЧЁТЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДОСТУПНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

## TO THE ISSUE OF SUBSTANTIATION OF ENVIRONMENTAL AND SOCIAL FACTORS IN CALCULATING THE ECONOMIC AFFORDABILITY OF WOOD WASTE

**A. Panyutin  
V. Bepalova  
I. Zakharenkova  
I. Igotty**

*Summary.* The article presents the data about the formation of significant quantities of wastes in forest sector of economy. Modern technology does not allow full use of wood waste. The introduction of new innovative technologies should be based on calculations of the economic availability of wood waste. In enterprise costs should include environmental and social factors.

*Keywords:* economic resources, economic accessibility, innovative technology, environmental factor, social factor.

**Панютин Алексей Николаевич**

К.э.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург  
alpanyutin@yandex.ru

**Беспалова Вероника Валерьевна**

К.э.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург  
weronika2002@yandex.ru

**Захаренкова Ирина Анатольевна**

К.э.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург  
irina\_hs@bk.ru

**Иготти Ирина Николаевна**

К.э.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург  
igotti@yandex.ru

*Аннотация.* В статье приводятся данные об образовании значительного количества отходов в лесном секторе экономики. Современные технологии не позволяют в полном объёме их использовать. Внедрение новых инновационных технологий опирается на расчёты по экономической доступности древесных отходов. В составе затрат следует учитывать экологический и социальный факторы.

*Ключевые слова:* экономические ресурсы, экономическая доступность, инновационные технологии, экологический фактор, социальный фактор.

**И**сторически сложилось, что Российская Федерация надёжно, но не безгранично обеспечена лесосырьевыми ресурсами, которые могут производиться, в том числе и естественным путём без участия человека, хотя и в более длительные сроки и иного качества. Наиболее ценными лесосырьевыми ресурсами принято считать древесину, особенно крупномерную хвойных или некоторых твердолиственных пород [2, с. 148].

От заготовки до производства конечной продукции древесина обычно проходит несколько технологических переделов. Выпуск конечной продукции сопровождается образованием значительного количества отходов, которые, при определённых условиях, могут также

перерабатываться и, принимая товарный вид, превращаются в готовые изделия.

Так, при заготовке древесины некоторая её часть (мягколиственная и мелкотоварная древесина, сучья и пни), не востребованная потребителями, оставляется, затрудняя проведение лесохозяйственных мероприятий, являясь источником распространения вредителей леса, или сжигается, способствуя накоплению парниковых газов. В составе пиловочных брёвен на кору приходится 10–12%, идущих обычно в отходы, а из окоренного пиловочного сырья выходит только 65% пиломатериалов. Последующее получение изделий деревообработки характеризуется выходом готовой продукции в 35% от объёма пиломатериалов [3, с. 45]. Более комплексно

используется древесина, предназначенная для химической переработки, но её удельный вес составляет примерно 25%.

Современные технологии не позволяют в полном объёме использовать имеющиеся ресурсы отходов по различным причинам — низкая территориальная концентрация ресурсов, высокие затраты на их сбор и переработку, отсутствие на местах кадров требуемой квалификации, несовершенство технических средств и технологических решений, низкий платёжеспособный спрос на продукцию и другие. Внедрение инновационных ресурсосберегающих технологий за последнее время позволило более широко перерабатывать древесные отходы, но всё ещё значительная их часть не вовлекается в хозяйственный оборот или используется неэффективно [1, с. 184].

Образование древесных отходов и их последующая утилизация сопровождается экологическим ущербом, который современные производства наносят природе. Величина экологического ущерба от древесных отходов, ещё не поступающих в переработку, нуждается в уточнении. Однако экологический ущерб можно рассматривать как фактор производства в лесном секторе, требующий определённых расходов, а при их переработке — снижающий затраты, направляемые на его покрытие. В этом случае принимаемые управленческие решения должны учитывать затраты на экологический ущерб или его минимизацию.

Функционирование предприятий лесного сектора в некоторой степени позволяет повышать качество жизни населения, так как заготовка и переработка древесины требует создания и поддержание определённой инфраструктуры — дорожной, энергетической и прочей, используемой, в том числе, и местным населением. Подобные расходы носят социальный характер. Производства по переработке древесных отходов зачастую создаются в местах с неразвитой социальной инфраструктурой, вследствие чего производители несут дополнительные социальные расходы на её совершенствование.

Внедрение в технологическую цепочку лесных предприятий производств по переработке древесных отходов предполагает оценку экономической доступности сырья и подбор соответствующей инновационной технологии, позволяющей организовать экономически эффективное производство. В сумму затрат на освоение древесных ресурсов в этом случае следует включать экологическую и социальную составляющие.

В общем виде при фиксированном уровне загрузки производственных мощностей условие доступности древесных отходов выглядит следующим образом:

$$\sum_{ij} v_{ij} x_{ij} \leq \sum_{ij} (p_{ij} l_{ij} x_{ij} - z_{ij} l_{ij} x_{ij}) \quad (1)$$

- где  $i$  — индекс древесного отхода,  $i = 1, 2, \dots, I$ ;
- $j$  — индекс технологии,  $j = 1, 2, \dots, J$ ;
- $x_{ij}$  — объём освоения  $i$ -го древесного отхода  $j$ -ой технологией;
- $v_{ij}$  — стоимость единицы  $i$ -го древесного отхода при освоении по  $j$ -ой технологии (включает стоимость сбора, транспортировки и подготовки отходов);
- $l_{ij}$  — коэффициент выхода готовой продукции при освоении  $i$ -го древесного отхода по  $j$ -ой технологии;
- $p_{ij}$  — цена продукции, произведенной из  $i$ -го древесного отхода по  $j$ -ой технологии;
- $z_{ij}$  — удельные затраты на выпуск продукции, выпущенной при освоении  $i$ -го древесного отхода по  $j$ -ой технологии (исключая стоимость отходов).

Невыполнение неравенства означает экономическую недоступность древесных отходов рассматриваемой технологией в данных конкретных условиях. Чем больше значение в правой части по сравнению с левой частью неравенства, тем выше экономическая доступность вторичных ресурсов.

Это выражение также можно представить в следующем виде:

$$\sum_{ij} p_{ij} l_{ij} x_{ij} - \sum_{ij} z_{ij} l_{ij} x_{ij} - \sum_{ij} v_{ij} x_{ij} \geq 0 \quad (2)$$

Экономически доступные древесные ресурсы обеспечивают перерабатывающим производствам безубыточное производство. Получение наибольшей прибыли может не являться единственной целью хозяйственной деятельности коммерческого предприятия, но выполнение иных целей, в том числе достижение экологического и социальных эффектов, возможно лишь в случае безубыточного производства. Наибольшая прибыль обеспечивает предприятию более благоприятные возможности для развития бизнеса, приносит инвесторам более высокую отдачу на вложенные средства. Поэтому оптимизационные модели, позволяющие более рационально распределять имеющиеся производственные ресурсы и наиболее эффективно выпускать готовую продукцию целесообразно рассчитывать исходя из критерия наибольшей прибыли [3, с. 47].

Далее рассматривается условный пример оптимизации загрузки производственных мощностей по выпуску продукции путём переработки древесных отходов (древесного сырья).

Производство может ориентироваться на выпуск следующих видов продукции (древесной щепы):

- ♦ топливная щепка;
- ♦ декоративная щепка для проведения ландшафтных работ.

Поскольку требования к технологической щепке для производства древесностружечных плит, целлюлозы и иной продукции по размерам, форме, углам среза существенно более жёсткие, чем к топливной щепке, а потребители технологической щепки находятся на значительном удалении, то данный вид продукции не рассматривается.

Рассмотрим пример оптимизации загрузки производственной мощности по выпуску древесной щепки. Линия по выпуску древесной щепки может обеспечить выход до 210000 тонн или 294000 м<sup>3</sup> готовой продукции в течение года (коэффициент перевода 1,4 м<sup>3</sup>/т по щепке). Сырьём выступает низкосортная древесина диаметром до 280 мм, длиной до 6000 мм и влажностью до 40%, то есть наиболее подходящим сырьевым ресурсом выступают древесные отходы лесопиления и деревообработки. Исходя из плотности используемой древесины, для выпуска 210000 тонн древесной щепки требуется приблизительно 315000 м<sup>3</sup> древесных отходов (коэффициент перевода 1,5 м<sup>3</sup>/т по древесному сырью). Причём коэффициенты перевода могут существенно колебаться в зависимости от породно-размерно-качественных характеристик древесного сырья и степени утрамбованности щепки.

Целевая функция оптимизационной модели имеет следующий вид:

$$\sum_i ((p_i \times l_i) \times \sum_j x_{ij}) - \sum_j (z_j \times \sum_i x_{ij}) - d \rightarrow \max \quad (3)$$

где  $i$  — индекс марки древесной щепки,  $i = 1, 2, \dots, I$ ;  
 $j$  — индекс источника древесного сырья,  $j = 1, 2, \dots, J$ ;  
 $x_{ij}$  — объём древесного сырья от  $j$ -го источника, используемой для выпуска  $i$ -ой марки древесной щепки, м<sup>3</sup>;  
 $p_i$  — маргинальная прибыль перерабатывающего производства от продажи единицы  $i$ -ой марки древесной щепки, определяемая как разница между выручкой и переменными расходами, кроме расходов на сбор и транспортировку древесного сырья, руб./м<sup>3</sup>;  
 $l_i$  — коэффициент выхода щепки  $i$ -ой марки из древесного сырья, т/м<sup>3</sup>;  
 $z_j$  — расходы на сбор и транспортировку древесного сырья от  $j$ -го источника, руб./м<sup>3</sup>;  
 $d$  — постоянные затраты, связанные с переработкой древесного сырья в щепку, кроме расходов на сбор и транспортировку древесного сырья, руб.

При разделении затрат на переработку древесного сырья в щепку к переменным затратам относят, прежде всего расходы на потребляемую электроэнергию и зара-

ботную плату производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, исходя из удельной трудоёмкости перерабатывающего производства.

Таким образом, целевая функция нацеливает поиск оптимального решения для коммерческого предприятия на получение максимального объёма прибыли.

Кроме условия неотрицательности на переменные накладываются следующие ограничения.

Объёмы сбора и транспортировки древесного сырья от каждого источника не должны превышать установленного значения:

$$\sum_i x_{ij} \leq Q_j \quad (4)$$

где  $Q_j$  — максимальный объём сбора и транспортировки древесного сырья от  $j$ -го источника.

Объёмы выпуска щепки не должны превышать имеющейся производственной мощности.

$$l \times \sum_{i,j} x_{ij} \leq M \Leftrightarrow \sum_{i,j} x_{ij} \leq \frac{M}{l} \quad (5)$$

где  $M$  — максимальный объём выпуска продукции на имеющихся производственных мощностях;

- ♦  $M/l$  — максимальный объём используемого древесного сырья в соответствии с имеющимися производственными мощностями;
- ♦  $l$  — среднестатистический коэффициент выхода щепки из древесного сырья.

Объёмы выпуска декоративной щепки должны составлять не менее установленной величины (в соответствии с заключёнными договорами).

$$l \times \sum_{i,j} x_{ij} \geq N \Leftrightarrow \sum_{i,j} x_{ij} \geq \frac{N}{l} \quad (6)$$

где  $N$  — минимальный объём выпуска декоративной щепки.

Среднестатистическая цена на топливную щепку в месте нахождения производства составляет 300 руб./м<sup>3</sup>, что, учитывая её плотность, соответствует цене 420 руб./т. Потребитель топливной щепки — муниципальные котельные, обслуживающие социальные объекты. Доставка щепки потребителям производится специализированными автомобилями. Декоративная щепка для проведения ландшафтных работ требует её дополнительной покраски, расфасовки в мешки и имеет ограниченный рынок сбыта. Более высокая цена на декоративную щепку компенсируется и более значительными затратами. Продажи

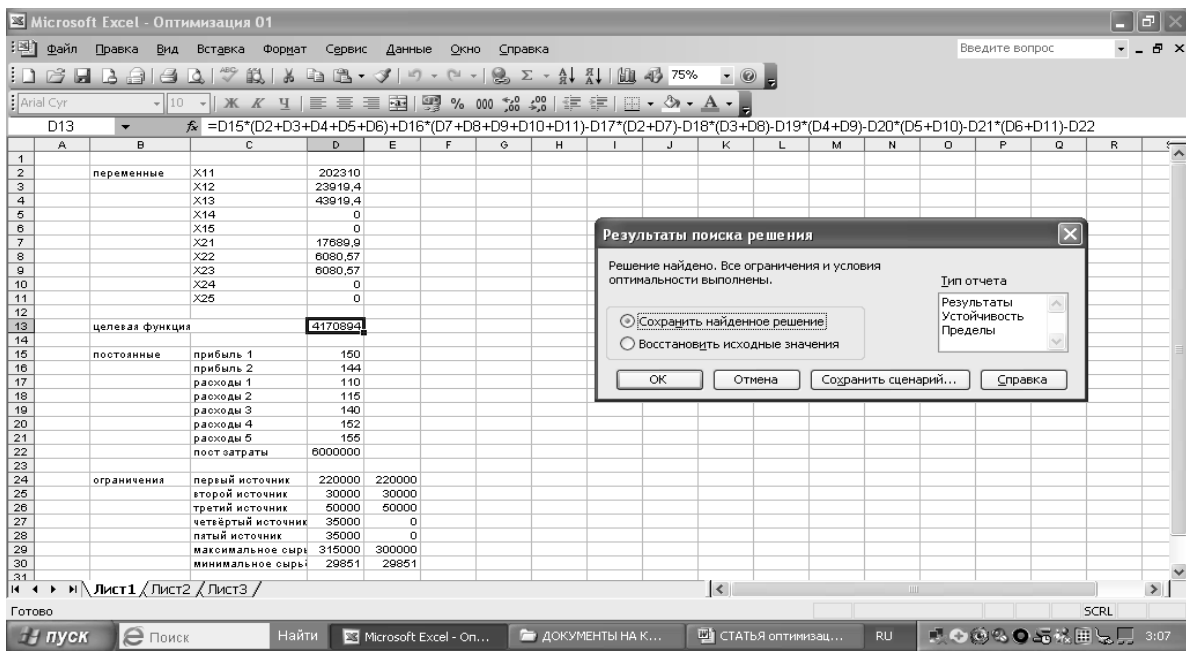


Рис. 1. Рабочее поле Microsoft Excel.

топливной и декоративной щепы имеют ярко выраженный сезонный характер, причём сезонность этой продукции имеет разнонаправленный характер. Поскольку щепы нуждаются в защите от влаги, то по мере выпуска готовой продукции в периоды, характеризующиеся невысоким уровнем продаж, необходимо иметь соответствующие условия для её хранения [4, с. 49].

Поставка древесного сырья осуществляется от пяти основных источников, которые характеризуются различными показателями затрат на сбор и транспортировку древесных ресурсов и максимальными возможными объёмами поставки.

Коэффициенты выхода щепы из древесного сырья зависят от конкретных характеристик и приблизительно соответствуют среднестатистическому коэффициенту, равному 0,67 т/м<sup>3</sup>.

Искомые переменные величины  $X_{ij}$ :  $X_{11}$ ,  $X_{12}$ ,  $X_{13}$ ,  $X_{14}$ ,  $X_{15}$ ,  $X_{21}$ ,  $X_{22}$ ,  $X_{23}$ ,  $X_{24}$ ,  $X_{25}$ .

Значение маржинальной прибыли перерабатывающего производства от продажи единицы древесной щепы, определяемое как разница между выручкой и переменными расходами, кроме расходов на сбор и транспортировку древесного сырья, с учётом коэффициента выхода щепы из древесного сырья ( $p_i \times I_i$ ):

- ◆ для топливной щепы — 150 руб./т;
- ◆ для декоративной щепы — 144 руб./т.

Расходы на сбор и транспортировку древесного сырья ( $z_j$ ):

- ◆ от первого источника — 110 руб./м<sup>3</sup>;
- ◆ от второго источника — 115 руб./м<sup>3</sup>;
- ◆ от третьего источника — 140 руб./м<sup>3</sup>;
- ◆ от четвёртого источника — 152 руб./м<sup>3</sup>;
- ◆ от пятого источника — 155 руб./м<sup>3</sup>.

Постоянные затраты ( $d$ ), связанные с переработкой древесного сырья в щепу, кроме расходов на сбор и транспортировку древесного сырья, составляют 6 млн. руб.

Максимальный объём сбора и транспортировки древесного сырья ( $Q_j$ ):

- ◆ от первого источника — 220000 м<sup>3</sup>;
- ◆ от второго источника — 30000 м<sup>3</sup>;
- ◆ от третьего источника — 50000 м<sup>3</sup>;
- ◆ от четвёртого источника — 35000 м<sup>3</sup>;
- ◆ от пятого источника — 35000 м<sup>3</sup>.

Максимальный объём используемого древесного сырья в соответствии с имеющимися производственными мощностями с учётом коэффициента выхода щепы из древесного сырья ( $M/I$ ): 315000 м<sup>3</sup>.

Минимальный объём выпуска декоративной щепы по объёму древесного сырья ( $N/I$ ): 29851 м<sup>3</sup>.

Оптимизационные расчёты проводятся с применением надстройки «Поиск решения» в Microsoft Excel.

Исходные данные размещаются в рабочем поле Microsoft Excel. После вызова надстройки «Поиск решения» проводится линейная оптимизация и рассчитывается оптимальное значение.

Из рис. 1 видно, что оптимальное решение соответствует объёму прибыли в размере более 4,17 млн. руб. и загрузке производственных мощностей на 95%.

Таким образом, оптимизационная модель позволяет в дальнейшем моделировать и анализировать различные ситуации, меняя исходные данные и вводя дополнительные условия. Это даст возможность предприятиям принять грамотное управленческое решение в части определения использования отходов для получения максимально возможного объема прибыли и непосредственно использования производственных мощностей предприятия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Беспалова В. В., Полянская О. А. Проблемы инновационной деятельности и необходимость внедрения инновационной системы производства на деревоперерабатывающих производствах // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова, 2016, № 3, С. 183–186.
2. Захаренкова И. А., Иготти И. Н. Оценка и управление инновационным потенциалом предприятия в современных условиях ведения бизнеса // Экономика и управление народным хозяйством, Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2019, № 9 (11), С. 145–151.
3. Глуховский В. М., Григорьев И. В. Оборудование и технологии для производства брикетов // Лесная индустрия — 2016. — № 12 (104). — С. 42–49.
4. Панютин А. Н. Оптимизация объёма выпуска продукции предприятием лесного сектора // Наука Красноярья, Красноярск: ООО «Научно-инновационный центр», Том 6, № 4–2, 2017, 194 с. — С. 47–51.

© Панютин Алексей Николаевич (alpanyutin@yandex.ru), Беспалова Вероника Валерьевна (weronika2002@yandex.ru), Захаренкова Ирина Анатольевна (irina\_hs@bk.ru), Иготти Ирина Николаевна (igotti@yandex.ru).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова

# БИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО (*JUNIPERUS COMMUNIS* L.) В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

## BIOECOLOGICAL EVALUATION AND DISTRIBUTION OF PRINCIPLES OF ORDINARY JUNIPER (*JUNIPERUS COMMUNIS* L.) IN AZERBAIJAN

A. Rzayeva

*Summary.* *Juniperus communis* L. (Cupressaceae) is a widespread species of juniper that grows mainly in rocky and mountainous areas. The bioecological features of cenopopulations of this taxon growing on the territory of the Azerbaijan Republic are revealed. The duration of ontogenesis of this species in natural habitats is more than 300 years. The studied bioecological spectrum of cenopopulations shows that there are optimal conditions for self-restoration of cenopopulations in Dubrara and in the Turianchai Reserve.

*Keywords:* cenopopulation, ontogenesis, Azerbaijan, common juniper.

**Рзаева Афаг**

Преподаватель, Бакинский Инженерный  
Университет, Баку, Азербайджан  
afaqbotany@gmail.com

*Аннотация.* *Juniperus communis* L. (Cupressaceae) — широко распространённый вид можжевельника, произрастающий в основном в каменистых и горных районах. Выявлены биоэкологические особенности ценопопуляций этого таксона, произрастающего на территории Азербайджанской Республики. Продолжительность онтогенеза этого вида в естественных местообитаниях составляет более 300 лет. Изученный биоэкологический спектр ценопопуляций показывает, что существуют оптимальные условия для самовосстановления ценопопуляций в Дубраре и в Турианчайском заповеднике.

*Ключевые слова:* ценопопуляция, онтогенез, Азербайджан, можжевельник обыкновенный.

## Введение

**М**ожжевельник обыкновенный — растение двудомное с вечнозеленой хвоей. Этот вид отличается игловидными листьями по 3 в мутовке. Шишко-ягоды располагаются в пазухах листьев. *Juniperus communis* L. является наиболее распространенным видом и статус международной защиты LC — (требующий небольшого ухода). Многолетнее растение, 1–3 м высотой, 0,2 м в диаметре, с темно-зеленой кроной. Растет медленно, 10–12 см за год. Ветви красно-коричневые. Листья выпуклые, длиной 16–20 мм, шириной 0,7–7,5 мм, треугольные. Листья могут оставаться на растении около 4 лет.

В русскоязычной ботанической литературе существует несколько классификаций онтогенетических периодов и возрастных состояний растений. Наиболее широко применяемые из них предложены Урановым и Смирновым. Согласно этой системы для можжевельника обыкновенного можно выделить 4 основных онтогенетических периода.

1. Латентный период (включает семена)
2. Ювенильный период: *Juniperus communis* L. демонстрирует максимальную устойчивость к тени на ювенильной стадии. Индивидуумы ювенильного периода *Juniperus communis* L. — это молодые деревья со стволом и кроной, характерные

для взрослого растения. Но единственное отличие — это отсутствие семян.

3. Репродуктивный период (включает молодое (g 1), зрелое (g 2) и старое (g 3) репродуктивные состояния). На стадии g 1 начинают появляться репродуктивные структуры, и семена начинают формироваться на верхних частях кроны. Стадия G2 характеризуется максимальной скоростью ветвления и репродуктивных функций. С началом G3 репродуктивной стадии общий размер кроны уменьшается в результате смерти старых веток
4. Постпродуктивный период

## Материалы и методы

Полевые исследования проводились с 2012 по 2017 годы в Нахчыванской Автономной Республике, в Шамкире, в Хызы, на Апшеронском полуострове и в Турьянчайском национальном заповеднике, в основном в горных растительных сообществах. В ходе экспедиций было зарегистрировано пять ценопопуляций для нашей республики.

При исследовании онтогенетического спектра ценопопуляций можжевельника нами была использована методология идентификации онтогенетических стадий деревьев, предложенная Евстигнеевым, В.Н. Коротковым и другими исследователями. В отличие от трав и ку-

Таблица 1. Основные особенности изученных ценопопуляций *Juniperus communis* L.

Ценопопуляция	СП1	СП2	СП3	СП4	СП5
Высота ценопопуляций над уровнем моря	300–350	400–650	450–500	600–1000	400–420
Степень изоляции	Слабое	Высокое	Среднее	Высокое	Слабое
Типы почв	Черноземы	Глеевые	Песчаные	Черноземы	Черноземы
Классификация растительности	SAB-03B <i>Juniperion excelso-foetidissimae</i> Em.ex Matevski et al. 2010 <i>Junipero-Crataegnosum</i>	SAB-03B <i>Juniperion excelso-foetidissimae</i> Em.ex Matevski et al. 2010 <i>Juniperotum Elaeagnosum</i>	SAB-03B <i>Juniperion excelso-foetidissimae</i> Em.ex Matevski et al. 2010 <i>Juniperotum</i>	SAB-03B <i>Juniperion excelso-foetidissimae</i> Em.ex Matevski et al. 2010 <i>Junipero-Crataegnosum</i>	RHA-011 <i>Brachypodio pinnati-Juniperion communis</i> Mucina all. Nov. hoc loco <i>Junipereta-Astragalosum</i>
Плотность растительности	12	7	2	4	4
Общий растительный покров	65%	40%	20%	35%	40%

старников онтогенетические стадии хвойных деревьев более сложны и обладают особыми свойствами. Методы, предложенные Злобином (2009), использовались для определения онтогенетического спектра и текущего состояния ценопопуляций можжевельника.

## Результаты

В дикой флоре *Juniperus communis* L. распространена по всей республике в бассейне Нахчыванчай, в Шамкирском районе Малого Кавказа, в низменном и среднем хребте Дубара, Гобустана и Турьянчайского государственного природного заповедника. Основные ботанические и экологические особенности ценопопуляций, зарегистрированные в исследовании, приведены в таблице 1. Таблица также показывает высоту сенопопуляций над уровнем моря, степень изоляции, типы почв, процент общего растительного покрова.

Как видно из списка, первая сенопопуляция СП1 наблюдается в регионе Малого Кавказа на северо-западе Азербайджанской Республики. Он аподвергается высокому антропогенному давлению, а количество осадков здесь колеблется в пределах 300–350 мм.

Сенопопуляция СП2, для которой характерен высокий процент изоляции, охватывает территорию Турьянчайского Государственного природного заповедника.

Этот район был создан в 1958 году для защиты редких засушливых лесов. Плотность растительности в этом районе очень высокая.

СП3 расположен в Гобустане, на 450–500 м над уровнем моря, на очень маленькой территории с очень высоким антропогенным фактором и очень небольшим количеством питательных веществ.

Как видно из списка, первая ценопопуляция СП 4 была зарегистрирована в Нахчыванчайском бассейне на высоте 600–1000 м над уровнем моря. Годовое количество осадков составляет 250–300 мм, в этом районе преобладает полупустынная и пустынная растительность. Эта сенопопуляция хорошо изолирована, а плотность растительности низкая.

СП 5 занимает изолированные районы на горе Дубар. Влияние антропогенного фактора здесь умеренное. В основном, территория используется туристами, но в высокогорье сохраняется дикая растительность

Результаты онтогенетического мониторинга видов можжевельника обычного (*Juniperus communis* L.) показывают, что состояние ценопопуляций стабильное. Но ограниченные ареалы распространения этого вида являются важной причиной для разработки новых и эффективных методов защиты этого полезного вида в Азербайджане.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Adams, R. P., V. Farzaliyev, A. N. Tashev and A. E. Schwarzbach. 2015. *Juniperus communis* L. f. *pygmaea* in Azerbaijan: analyses of nrDNA and cpDNA regions. *Phytologia* 97(1): 6–11
2. Adams R. P. *Junipers of the World / The genus Juniperus / 4th Edition*, 2015 (online) 415 p

3. Evstigneev I., Korotkov V. N. Ontogenetic stages of trees: an overview. Russian Journal of Ecosystem ecology. Vol 1 (2) 2016 UDC581.522 DOI: 10.21685 / 2500–0578–2016–2–1 pages 1–31
4. Nikolaev, S. A. Ontogenesis of *Pinus sibirica* in the southeast of the West Siberian Plain
5. Ontogeny of a tree / O. V. Smirnova, A. A. Chistyakova, L. B. Zaigolnova, O. I. Evstigneev, R. V. Popadiouk, A. M. Romanovskii // Botanical journal. — 1999. — T. 84 (12). — S. 8–20.
6. N. Velisevich, D. A. Savchuk // Journal of Siberian Federal University. Biology. — 2011. — No. 4. — R. 3–22.
7. Zaigalnova, L. B. Age stages in the ontogenesis of common ash (*Fraxinus excelsior* L.) / L. B. Zaigalnova // Issues of morphogenesis of flowering plants and the structure of their populations. — M.: Nauka, 1968. — С. 81–102.
8. Zlobin Yu. A. Population ecology of plants. ISBN978–966–680–456–6/2009 pages 114–116
9. Zhivotovsky L. A. The ontogenetic States, Effective Density, and Classification of Plant Populations Russian Journal of Ecology, Vol. 32, No. 1, 2001, pp. 1–5. Translated from *Ekologiya*, No. 1, 2001, pp. 3–7

© Рзаева Афар ( afaqbotany@gmail.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Баку



# ОЦЕНКА НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ ПИТЬЕВЫХ В УСЛОВИЯХ ИЖС

## NON-CARCINOGENIC HEALTH RISK ASSESSMENT WHILE USING GROUNDWATER AS DRINKING WATER UNDER CONDITIONS OF PRIVATE HOUSING CONSTRUCTION

**S. Sanzhieva  
V. Handueva  
N. Shantagarova**

*Summary.* The article presents the results of groundwater quality's sanitary-chemical indicators studies obtained from premises' individual wells in the city of Ulan-Ude. Exceeds of acceptable values for fluoride ions, nitrite ions, ammonium ions, barium ions, lithium ions were revealed. The values of non-carcinogenic health risk with help of non-threshold method were calculated.

*Keywords:* groundwater, groundwater resources, decentralized water supply, drinking water quality, health risk.

**Санжиева Светлана Егоровна**

Д.б.н., профессор, Восточно-Сибирский  
государственный университет технологий  
и управления (г. Улан-Удэ)  
svegorsanzhieva@gmail.com

**Хандуева Вера Дабаяевна**

К.г.н., доцент, Восточно-Сибирский  
государственный университет технологий  
и управления (г. Улан-Удэ)  
verahandueva@mail.ru

**Шантагарова Наталья Валерьевна**

Преподаватель, Восточно-Сибирский  
государственный университет технологий  
и управления (г. Улан-Удэ)  
n19n05v81@mail.ru

*Аннотация.* В статье приведены результаты исследований санитарно-химических показателей качества подземных вод, полученных из индивидуальных скважин домовладений г. Улан-Удэ. Выявлены превышения приемлемых значений по фторид-ионам, нитрит-ионам, ионам аммония, ионам-бария, ионам-лития. Рассчитаны величины неканцерогенного риска здоровью беспороговым методом.

*Ключевые слова:* подземные воды, ресурсы подземных вод, нецентрализованное водоснабжение, качество питьевых вод, риск здоровью.

## Введение

**Н**а территории Республики Бурятия имеющиеся ресурсы пресных подземных вод в целом могут полностью обеспечить водой хорошего качества потребности населения. Ведущую позицию где в использовании подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения занимает г. Улан-Удэ. В настоящее время в городе наблюдается проблема массового индивидуального жилищного строительства, в условиях которого источниками водоснабжения чаще всего являются индивидуальные скважины подземных вод, установленные без учета требований нормативно-технической документации, в том числе по санитарно-химическим показателям. В связи с бесконтрольным использованием подземных вод, интенсивным их потреблением вопрос изучения качества подземных вод и оценки рисков здоровью является весьма актуальным.

Обеспеченность Республики Бурятия прогнозными эксплуатационными ресурсами подземных вод составляет 100%, но эти ресурсы, распределены крайне нерав-

номерно по территории, либо рассеяны на больших площадях, вследствие чего во многих районах возможность обнаружения участков локализации месторождений пресных подземных вод невысока и, как следствие, это усложняет условия централизованного водоснабжения. Степень разведанности прогнозных ресурсов составляет около 1%.

На государственный учет по состоянию на 01.01.2018 г. поставлено 96 месторождений питьевых подземных вод с суммарными запасами 1368,534 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Освоение разведанных запасов находится на уровне 6,2%, не введены в промышленную эксплуатацию 60 месторождений пресных подземных вод, которые отнесены к нераспределённому фонду недр. Обеспеченность разведанными запасами на 1 человека составляет 1,39 м<sup>3</sup>/сут. [1].

В Бурятии наибольшее значение имеют месторождения речных долин. Их запасы оцениваются в 976,9 тыс. м<sup>3</sup>/сут, что составляет 72% от общего количества разведанных запасов. В местностях, удаленных от речных долин, обеспеченность населения запасами невысока,

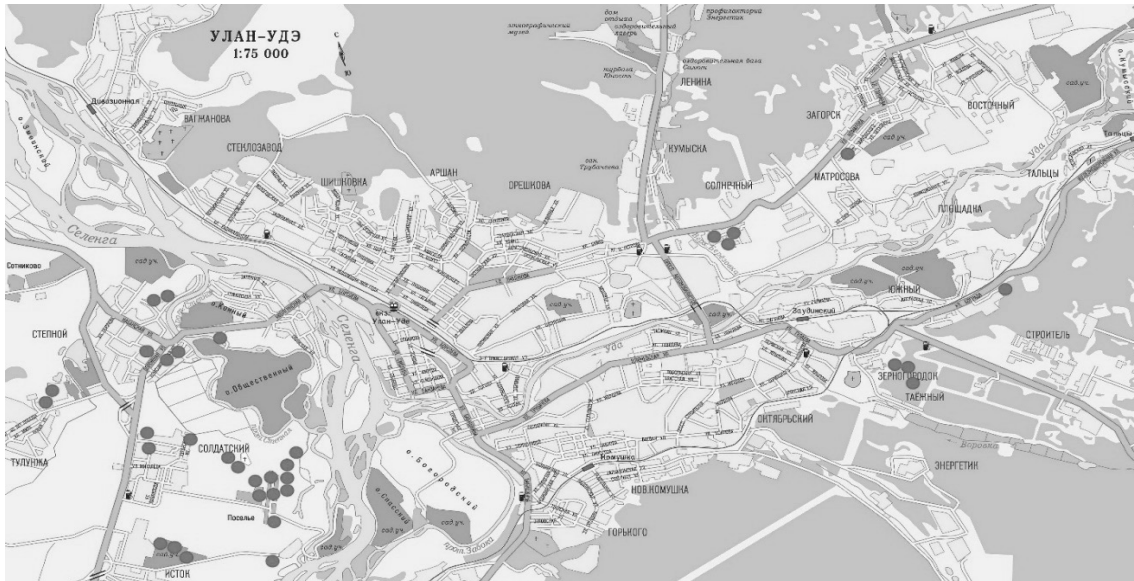


Рис. 1. Карта города Улан-Удэ с точками отбора проб с превышениями ПДК

а в иных населенных пунктах ощущается дефицит качественной питьевой воды (Кяхтинский, Иволгинский, Еравнинский и другие районы).

Геологическая среда во множестве случаев препятствует проникновению загрязняющих веществ с поверхности, что и определяет природную защищенность подземных вод. Однако Улан-Удэ относится к городам, которые эксплуатируют первый от поверхности водоносный горизонт, приуроченный к аллювиальным отложениям долины р. Селенга. Подземные воды имеют простые гидрогеологические условия, их режим тесно связан с поверхностными водами, они недостаточно защищены от загрязнения. Вода не подвергается дополнительной подготовке, исключение составляет период паводков, когда происходит поступление загрязненных поверхностных вод в грунтовые горизонты.

Территория города Улан-Удэ занимает более 37 тыс. га, на которой согласно оценке численности постоянного населения на 1 января 2019 года проживает 435496 человек. Количество проживающих в частном секторе составляет 152424 человек — 35% от всего городского населения. Но численность населения г. Улан-Удэ значительно выше показателей, указанных Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Республике Бурятия. В данной статистике не указывается население без регистрации жительства в г. Улан-Удэ, большая часть которого проживает в условиях ИЖС [2].

Для г. Улан-Удэ и его пригородной зоны нерегулируемая массовая жилая застройка стала отличительной чер-

той. Город обрастает малоэтажными поселками с деревянными домами, возведенными силами самих жителей. Главными недостатками этих поселков является неорганизованность, нарушение правил градостроения, пожарных, санитарных и экологических норм, отсутствие систем центрального водоснабжения и водоотведения, зон санитарной охраны скважин водозабора. Источниками водоснабжения в условиях ИЖС чаще всего являются частные скважины подземных вод, которые устанавливаются без учета санитарных требований.

Для оценки качества воды используется СанПиН 2.1.4.1175–02, регламентирующий качество воды нецентрализованного водоснабжения и позволяющий сделать выводы о ее пригодности для использования в питьевых и хозяйственно-бытовых целях, а также в нем даны требования к выбору места расположения, оборудованию и содержанию водозаборных сооружений и прилегающей к ним территории [3]. Население, проживающее в условиях ИЖС, к сожалению, не владеет информацией о требованиях настоящих санитарных норм, которые должны выполняться при строительстве и эксплуатации систем водоснабжения.

В ходе изучения санитарно-химических показателей качества подземных вод в условиях ИЖС г. Улан-Удэ нами были произведены отборы проб воды с многократным повторением из разных точек индивидуальных жилых застроек с нецентрализованным водоснабжением, а также по некоторым точкам пробы воды взяты до и после фильтрования. Отборы проводились согласно требованиям нормативно-технической документации [3]. Исследования проведены в центре коллективного

Таблица 1. Значения неканцерогенного риска здоровью

№ пробы	ПДК	Сi в пробе, мг/л	Превышение ПДК, раз	Значения риска
<b>При воздействии фторид-ионов</b>				
п.Зеленхоз, Третьякова, 17	не более 1,5 мг/л	2,47	1,6	0,028302
п.Тулунжа, Песочная, 6		6,71	4,47	0,07503
<b>При воздействии фосфат-ионов</b>				
п. Тулунжа, Песочная, 6	не более 3,5 мг/л	4,37	1,25	0,021534
<b>При воздействии ионов бария</b>				
ДНТ Сокол, 167	не более 0,1 мг/л	2,65	26,5	0,370001
ДНТ Сокол, 358		3,98	39,8	0,500389
ДНТ Сокол, 169		2,58	25,8	0,362265
Звездная, 26		0,479	4,8	0,080123
Звездная, 192		0,663	6,6	0,109165
п. Тулунжа, Крылатая, 16		5,07	50,7	0,586861
<b>При воздействии ионов лития</b>				
п. Верхняя Березовка, без фильтра	не более 0,03 мг/л	0,0609	2,03	0,034775
п. Верхняя Березовка, с фильтром		0,0542	1,8	0,031009
п. Поселье, Флотская, 52а		4,58	152,6	0,930177
<b>При воздействии нитрат-ионов</b>				
п. Таежный, Жемчужная, 5	не более 45 мг/л	47,1	1,05	0,018083
п.Зеленхоз, Третьякова, 17		51,6	1,14	0,019794
п.Зеленхоз, Арбузова, 2а		55,2	1,22	0,02116
п.Бурвод, Баргузинская, 40		54,2	1,2	0,020781
ДНТ «Туя», Янтарная, 5		48,2	1,07	0,018502
Строительная, 50		52	1,15	0,019946
Пер.Строителей, 25		95,2	2,11	0,036213
Просторная, 11		58,8	1,3	0,022525
п. Солдатский, Михалева, 8		118	2,6	0,04469
<b>При воздействии нитрит-ионов</b>				
п. Южлаг, Кичерская	не более 3,3 мг/л	13,1	4	0,066872
п.Таежный, Жемчужная, 14		8,55	2,6	0,044168
п.Таежный, Агатова, 9		11,3	3,4	0,057956
<b>При воздействии ионов аммония</b>				
п. Загорск, Радужная, 3	не более 0,5 мг/л	0,821	1,6	0,028223
п. Бурвод, пер.Баргузинский, 63		1,57	3,14	0,053275
п. Бурвод, Баргузинская, 40		1,68	3,36	0,0569
Республиканская,7		0,981	2	0,03363
Республиканская,9		1,03	2,06	0,035279
ДНТ Сокол, 358		1,33	2,6	0,045319
ДНТ Сокол, 169		0,820	1,6	0,028189
п. Поселье, Строительная, 24		0,741	1,5	0,025508
п. Поселье, пер.Строительный, 15		1,41	2,8	0,047978
п. Поселье, Уланская, 10		0,544	1,08	0,018791
п. Поселье, Флотская, 57		0,983	2	0,033697
п. Поселье, Флотская, 45		0,547	1,09	0,018893
п. Поселье, Флотская, 52а		1,54	3,08	0,052284
п. Поселье, Радужная, 26		1,08	2,16	0,03696
ДНТ «Туя», Топазная, 13		0,805	1,61	0,027681
ДНТ «Туя», Изумрудная, 31		0,726	1,45	0,024998
п. 5-й км, Степная Протока, 40		1,19	2,4	0,040647
СНТ «Аргада», Районная		0,868	1,7	0,029814

пользования «Прогресс» ВСГУТУ методом капиллярного электрофореза на приборе Капель-105 М. Химический анализ подземных вод проводили на содержание хлорид-, сульфат-, нитрат-, нитрит-, фторид-, фосфат-ионов, ионов аммония и отдельных химических элементов (К, Na, Li, Mg, Ca, Sr, Ba) [4].

Превышения ПДК обнаружены в 40% проб, из них: нитрат-ионов в 10%, нитрит-ионов в 2,7%, фторид-ионов в 1,8%, фосфат-ионов в 0,9%, ионов аммония в 20%, бария в 5,4%, лития в 2,7%. При этом превышения по двум веществам одновременно обнаружены в 5,4% проб. По остальным веществам наблюдается соответствие с ПДК. Места отбора проб с превышениями ПДК показаны на рисунке 1, при этом большая их часть находится в Левобережной части города, находящейся в пойме р. Селенга и подверженной прямому затоплению паводковыми водами, подъему уровня грунтовых вод.

Другой проблемой является организация выгребных ям, которые также зачастую устраиваются без соблюдения санитарных требований. При этом на одном участке в непосредственной близости они соседствуют со скважинами, сточные воды дренируют в грунты без очистки, и в конечном итоге существует опасность их проникновения в подземные воды [5]. В процессе исследования был проведен опрос жителей и получены данные по глубине скважин и расстоянию от них до выгребных ям. В точках отбора проб воды, по которым наблюдаются превышения ПДК, в 40% средняя глубина скважины составляет около 8 метров, и все эти скважины находятся в левобережной части р. Селенги.

Согласно результатам опроса, у 50% выгребных ям не бетонированное дно, таким образом, домовладельцы экономят на вывозе жидких коммунальных отходов. Сточные воды дренируют через грунт, происходит их смешивание с подземными водами, в результате этого возникает высокий риск здоровью населения разных возрастных категорий. Кроме того, в силу ограниченности территории участка под ИЖС, скважина и выгребная яма находятся в непосредственной близости, местами расстояние между ними составляет 5 метров, что также способствует возникновению рисков здоровью населения.

Многочисленными наблюдениями и исследованиями давно установлена роль питьевой воды в распространении инфекционных кишечных (холера, брюшной тиф, дизентерия), кишечных вирусных (инфекционный гепатит, аденовирусные заболевания, полиомиелит) и других заболеваний. Большое влияние на организм человека оказывает также химический состав воды — солевой и микроэлементный. Некоторые компоненты даже в малых количествах ухудшают вкус и запах воды,

а в больших могут оказывать вредное действие на здоровье человека.

Нами была проведена оценка неканцерогенного риска для здоровья населения в результате потребления подземных вод в качестве питьевых. Результаты расчетов представлены в таблице 1. Оценка проводилась согласно методике, изложенной в методических рекомендациях [6].

Выбор приемлемой величины неканцерогенного риска обосновывается критериями беспороговых моделей, они позволяют в данном случае подвести единую основу такой оценки. По различным оценкам приемлемая величина риска составляет 0,02–0,05 [6]. Нами была использована величина 0,05, так как при расчетах не были учтены другие факторы.

Как видно из данных таблицы 1 неканцерогенный риск, рассчитанный беспороговым методом, превышает приемлемые значения по фторид-ионам, нитрит-ионам, ионам аммония, ионам бария, ионам лития. Значения неканцерогенного риска по фосфат- и нитрат-ионам не превышают приемлемые, несмотря на превышение ПДК по данным показателям.

Полученные величины риска показывают вероятность развития патологий при заданных уровнях дозовых нагрузок.

Избыток фтора приводит к росту числа зубных заболеваний, в частности к флюорозу (заболевание, характеризующееся появлением темных пятен на зубах), от которого чаще всего страдают дети. Также высокий уровень потребления фтора приводит к деформации костей скелета и изменению процессов обмена веществ. Содержание фтора в питьевой воде должно быть в пределах 0,7–1,5 мг/л. Повышенное содержание фтора связано с природными особенностями рассматриваемой территории как части фтороносной провинции.

Барий способен привести к мышечной слабости и болям в брюшной области, увеличению артериального давления и изменениям в сердечно-сосудистой системе.

Превышение концентрации лития несет существенный риск развития болезней кожи — дерматит (аллергический, контактный дерматит, атопический дерматит), витилиго (разрушение кожного пигмента меланина), угревая болезнь (угри, акне) и выпадение волос (алопеция).

Источники загрязнения подземных вод ионами бария и лития нами не установлены.

Превышение концентрации нитритов становится причиной отравления, нитратной метгемоглобинемии, нарушения работы желудочно-кишечного тракта, выделительной и эндокринной системы, разрушения зубной эмали и появления кариеса. Содержание нитритов является важным санитарным показателем, т.к. нитриты по своему воздействию на организм значительно опаснее нитратов.

Ионы аммония являются эффективным индикатором загрязнения для подземных вод. Постоянный прием внутрь воды с повышенным содержанием аммония вызывает хронический ацидоз и изменения в тканях.

В природных и сточных водах азот выступает в четырех основных формах: в виде ионов аммония  $\text{NH}_4^+$ , нитрит-ионов  $\text{NO}_2^-$ , нитрат-ионов  $\text{NO}_3^-$  и в составе органических соединений. При этом, повышение концентрации ионов аммония и нитритов обычно указывает на свежее загрязнение, в то время как увеличение содержания нитратов — на загрязнение в предшествующее время [7]. Превышение ПДК по ионам аммония, нитрит- и нитрат-ионов может свидетельствовать о попадании органических удобрений или фекальных стоков в подземные

воды в условиях ИЖС в связи с несоблюдением санитарных норм по организации скважин водозабора и выгребных ям.

## ВЫВОДЫ

Неподготовленность территорий к застройке, отсутствие коммунальной инфраструктуры привели к нерегулируемой эксплуатации подземных вод в условиях ИЖС г. Улан-Удэ и достаточно высокому уровню их загрязнения. Качество подземных вод не удовлетворяет гигиеническим нормам, предъявляемым к водам при использовании их в качестве питьевых. Загрязнение грунтовых вод в частном секторе Улан-Удэ превращает индивидуальные скважины в потенциальные источники опасности. Неканцерогенный риск по исследуемым точкам превышает приемлемые значения по фторид-ионам, нитрит-ионам, ионам аммония, ионам бария, ионам лития.

Выход из сложившейся ситуации состоит в выработке новой политики использования подземных вод физическими лицами, усилении надзорной функции за их добычей, в переводе ИЖС на централизованное водоснабжение.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2018 году»
2. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики по республике Бурятия.
3. СанПиН 2.1.4.1175–02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников»
4. ГН 2.1.5.1315–03 и ГН 2.1.5.2280–07 «Предельно- допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».
5. Санжиева С.Е., Шантагарова Н. В., Хандуева В. Д., Альберг Н. И. «Оценка качества подземных вод в условиях ИЖС г. Улан-Удэ». Сборник статей: Эволюция и современное состояние ландшафтов и биоты внутренней Азии. — Улан-Удэ. Октябрь 2016. — С. 210–2016.
6. Методические рекомендации МР 2.1.4.0032–11.
7. Веницианов Е.В. и др. Экологический мониторинг: шаг за шагом — М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2003. — 252 с.

© Санжиева Светлана Егоровна ( svegorsanzhieva@gmail.com ),

Хандуева Вера Дабавна ( verahandueva@mail.ru ), Шантагарова Наталья Валерьевна ( n19n05v81@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ СТАТУС РАБОТНИКОВ ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДА

## CYTOGENETIC STATUS OF CEMENT PLANT WORKERS

**L. Saparbaeva  
M. Gumbetov  
P. Gumbatova**

*Summary.* The analysis of karyological parameters in the cells of the buccal epithelium of workers of a cement plant is carried out. An increase in the proportion of cells with cytogenetic disorders and indicators of early nuclear destruction was revealed, indicating a mutagenic effect of cement dust and an increase in the rate of renewal of epithelial cells.

*Keywords:* buccal epithelium, cement industry, karyological indicators.

**Сапарбаева Лариса Маасовна**

Комплексный научно-исследовательский институт  
им. Х. И. Ибрагимова Российской академии наук,  
г. Грозный

larasaparbayeva93@bk.ru

**Джамбетов Муса Ибрагимович**

Комплексный научно-исследовательский институт  
им. Х. И. Ибрагимова Российской академии наук,  
г. Грозный

**Джамбетова Петимат Махмудовна**

Чеченский государственный университет, г. Грозный  
petimat-ig@rambler.ru

*Аннотация.* Проведен анализ кариологических показателей в клетках буккального эпителия работников цементного завода. Выявлено повышение доли клеток с цитогенетическими нарушениями и показателями ранней деструкции ядра, свидетельствующими о мутагенном эффекте влияния цементной пыли и увеличении скорости обновления эпителиоцитов.

*Ключевые слова:* буккальный эпителий, цементная промышленность, кариологические показатели.

## Введение

**М**икроядерный тест буккальных эпителиоцитов, предложенный Sarto et al. (1987) в 80-х гг. широко используется как высокоинформативный метод исследования влияния на организм факторов внешней и внутренней среды, обладающих цитотоксическим и/или мутагенным эффектом, приводящим к изменениям структуры ядра, численным и структурным aberrациям хромосом, и, соответственно, к появлению кариологических показателей: микроядер, протрузий, кариолизиса, кариопикноза, вакуолизации и других, отражающих состояние разных органов и систем организма. Изменения частоты нарушений структуры ядра и хроматина в клетках буккального эпителия, по мнению исследователей, является сигналом патологических состояний организма, косвенно указывая на нарушение работы иммунной системы [1; 9].

В современном мире масса людей подвергается воздействию различных неблагоприятных факторов среды, в том числе, факторов, вызывающих риск развития профессиональных заболеваний. Наиболее часто такие риски возникают при воздействии опасных и вредных производственных факторов.

Цементное производство является на сегодняшний день одним из ведущих отраслей строительной про-

мышленности. Работники цементных заводов подвержены ряду вредных факторов, таких как тепловая радиация, резкие колебания температуры, шум и запыленность. Наибольшую значимость среди них имеет цементная пыль, состоящая из цементного клинкера, добавок, готового цемента и угля.

Наиболее часто у людей, занятых в производстве цемента, наблюдают повышение общей смертности, онкологические заболевания и заболевания легких. Однако, до сих пор нет точных данных по степени риска развития патологий.

В связи с вышесказанным, целью данного исследования является изучение частоты кариологических показателей буккального эпителия лиц, работающих на цементном заводе и определение степени риска развития патологий, связанных с факторами производственной среды.

## Материал и методы исследования

Биоматериалом для кариологического исследования послужили клетки буккального эпителия ротовой полости 41 работника Чири-Юртовского цементного завода Чеченской Республики с учетом стажа работы. В контрольную группу вошли 30 человек, не связанных с производством цемента и его использованием.

Таблица 1. Частота микроядер и протрузий в изучаемых группах (в %о)

№	Цитогенетические показатели	Частота клеток с нарушениями структуры ядра				
		1–3 лет	4–8 лет	10 и > лет	Всего	контрольная группа
1	Микроядра	1,75 ± 0,12	1,64±0,18	2,86 ±1,06	2,08 ± 0,46	0,41±0,08
2	Протрузия	1,00 ± 0,07	1,5± 0,22	1,71 ± 0,12	2,24 ± 0,12	0,61±0,17

### Приготовление препаратов

Готовили по 2 мазка клеток буккальных эпителиоцитов на предметных стеклах. После высушивания при комнатной температуре проводили фиксацию (3 части этилового спирта: 1 часть ледяной уксусной кислоты). Прокрашивание хроматина проводили с использованием 2,5%-ного раствора ацетоорсеина (Merck) в течение 1 часа при 37 °С. Цитоплазму окрашивали 1%-м раствором Light green (ICN) в течение 1 минуты при комнатной температуре. На каждого участника исследования проанализировано не 1000 эпителиоцитов.

Кариологические показатели идентифицировали согласно методическим рекомендациям [6]. Исследование проводилось с использованием микроскопа Olympus (Япония) (увеличение 10x40; 10x100).

Исследуемые работники были разделены на группы с учетом стажа работы.

### Результаты и обсуждение

Согласно литературным данным, микроядра образуются в базальном слое многослойного плоского неороговевающего эпителия слизистой оболочки внутренней поверхности щеки, появляются во время нарушения протекания митоза и являются фрагментами ацентрических хромосом, потерянных при митозе. Микроядра, как и протрузии, могут быть последствием протекания апоптоза клетки, при котором должна происходить элиминация «лишнего» хромосомного материала, который мог образоваться при цитогенетическом или мутагенном влиянии эндо — или экзофакторов [11].

Протрузии — это структуры, которые образовались по тому же механизму, что и микроядра, то есть являются результатом мутагенного воздействия на хроматин и элиминации его при апоптозе. Однако эти структуры остаются связанными с основным ядром, тонкой перемычкой или мембранными связками [11].

Результаты исследования частоты микроядер и протрузий в изучаемых группах представлены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что частота цитогенетических нарушений (микроядра и протрузии) в экспонированной группе без учета стажа ( $2,08 \pm 0,46$  и  $2,24 \pm 0,12$ , соответственно) достоверно значимо превышает частоту аналогичных показателей у лиц контроля ( $0,41 \pm 0,08$  и  $0,61 \pm 0,17$ , соответственно) ( $p > 0,001$ ).

Результаты исследования в трех группах работников цементного завода, разделенных с учетом стажа работы, также показали увеличение доли клеток с микроядрами и протрузиями с повышением стажа работы. Так, при стаже работе до 8 лет доля клеток с микроядрами превышает более чем в 4 раза, а при стаже работы более 10 лет частота клеток с микроядрами превышает почти в 7 раз по сравнению с частотой данного показателя в группе контроля.

Таким образом, можно констатировать, что цементная пыль обладает цитогенетическим и мутагенным эффектами, что подтверждается достоверным увеличением доли клеток с цитогенетическими нарушениями структуры ядра.

При генетических нарушениях структуры ядра клетка включает механизмы апоптоза для элиминации таких повреждений, в связи с чем он является одним из индикаторов генотоксичности. Результатом апоптоза является вакуолизация ядра, выраженная в виде неокрашенных полостей, которые появляются как результат лизиса хроматина и являются признаками начинающейся деструкции ядра [11]. Апоптоз может проявиться и как кариорексис, кариопикноз и кариолизис [9].

Другой показатель деструкции ядра — кариопикноз — это изменение ядра, при котором происходит уменьшение его размеров более чем в 2 раза, при окрашивании отмечается плотное и гомогенное содержимое ядра. Кариолизис — ядро с разрушающейся кариолеммой имеющее гомогенную светлую окраску (ранний кариолизис) или полное отсутствие окраски ядра, когда ядро имеет вид светлого пятна на фоне окрашенной цитоплазмы (поздний кариолизис) [7]. Мейер и соавт. [5] характеризуют кариолизис и кариопикноз как показатели завершения деструкции ядра. Как известно, данные показатели — вакуолизация, кариолизис и кариопикноз,

Таблица 2. Результаты исследования клеток буккального эпителия с деструкцией ядра у работников цементного завода (в %)о

№	Показатели деструкции ядра	Частота кариологических показателей				
		1–3 лет	4–8 лет	10 и >лет	Всего	контроль
1	Кариорексис	3,00 ± 1,41	1,64 ± 0,36	0,14±0,14	1,59 ± 0,59	4,55 ± 1,23
2	Кариопикноз	67,75 ± 8,45	10,54 ± 1,16	6,00 ±1,54	28,09 ± 3,73	8,51± 0,16
3	Кариолизис	75,25 ± 11,1	29,39 ± 4,43	15,43 ±3,20	40,02 ± 6,21	17,27 ± 3,06
4	Вакуолизация	66,75 ± 12,6	48,00 ± 4,86	48,14 ±12,6	54,29 ± 8,6	12,09 ± 2,66

Таблица 3. Результаты исследования частоты буккальных эпителиоцитов в пролиферации в изучаемых группах

№	Показатель	Частота клеток с нарушениями структуры ядра				
		1–3 лет	4–8 лет	10 и > лет	Всего	контрольная группа
1	Двухядерные клетки	0,86 ± 0,29	0,43±0,14	0,48 ±0,20	0,47±0,21	0,70 ± 0,13
2	Насечки	6,25 ± 1,84	1,29±0,25	1,00 ±0,44	2,85±0,78	2,63±0,45

отражают такие клеточные явления как некроз и апоптоз клеток [11].

Результаты изучения кариологических показателей деструкции ядра в изученных группах представлены в таблице 2.

Результаты проведенного анализа (табл. 2) показали, что у работников цементного завода показатели деструкции ядра (кариопикноз, кариолизис и вакуолизация) в клетках буккального эпителия значительно превышает аналогичные показатели контрольной группы.

Установлено, что этот показатель выше у работников со стажем работы от 1 до 3 лет, что совпадает с литературными данными [8]. Обнаружено, что у работников с небольшим стажем частота встречаемости кариопикноза и кариолизиса значительно выше, чем данные показатели у работников с большим стажем. Как мы видим, в клетках буккальных эпителиоцитов, отмечается интенсификация процессов деструкции клеток для снижения доли клеток с цитогенетическими нарушениями у работников с минимальным стажем. Однако, частота показателей деструкции ядра, такие как кариорексис, кариопикноз и кариолизис у работников с десятилетним стажем ниже по сравнению с частой данных показателей в группе контроля, что на наш взгляд, является результатом адаптационных механизмов.

В ходе нарушения митотического процесса при повреждении веретена деления образуются пролиферативные клетки, которые относят к группе цитогенетических нарушений структуры клетки. Они представлены двухядерными клетками и клетками с насечками как ре-

зультат нарушения не только цитотомии, но и кариотомии [4].

Результаты исследования частоты клеток буккального эпителия в пролиферации в изучаемых группах индивидов представлены в таблице 3.

Как видно, в среднем частота двухядерных клеток и клеток с насечками во всех экспонированных группах статистически незначима по сравнению с группой контроля. При этом, у работников со стажем работы более 4 лет, данные показатели ниже по сравнению с группой контроля. Однако, частота ядер с насечками значительно в 2,4 выше у начинающих работников, стаж работы которых не превышает 3 года, по сравнению с контрольной группой.

Таким образом, результаты проведенного исследования влияния факторов производственной среды на клетки буккального эпителия работников цементного завода показали нарушение процессов пролиферации усиливаются в первые годы работы на цементном заводе и снижаются после четырех лет, что объясняется адаптационными механизмами организма к производственным условиям завода и наличию цементной пыли.

Исходя из вышесказанного, мы можем говорить, что работники цемзавода подвергаются действию цитотоксических и цитогенетических факторов в условиях влияния цементной пыли, поскольку частота кариолизиса, кариопикноза и кариорексиса, а также и насечек в экспонированных группах превышает показатель по сравнению с контрольной группой. При генетических нарушениях структуры ядра, клетка включает механизмы



апоптоза для элиминации таких повреждений, в связи с чем он является одним из индикаторов генотоксичности.

### Заключение

Проведенное исследование генотоксического эффекта цементной пыли с использованием микроядерного теста показал, что организм человека имеет сложные механизмы адаптации к условиям среды, в данном случае, производственным условиям цементного завода. Кариологический анализ клеток буккального эпителия у работников цементного завода показал повышение цитогенетических нарушений структуры ядра в первые годы работы (до 3 лет). Повышение цитогенетических нарушений ядра (микроядра, протрузии) приводит к увеличению процессов деструкции ядра, что мы можем

отметить по результатам проведенного исследования. С увеличением стажа работы в условиях производственной среды цементного завода приводит как к снижению цитогенетических показателей, так и показателей деструкции ядра, что является следствием адаптационных процессов в организме.

Не вызывает сомнения, что наблюдаемые изменения в клетках буккальных эпителиоцитов работников цементного завода вызваны цитотоксичными и цитогенетическими факторами производственной среды. Таким фактором является цементная пыль, представленная сложными химическими соединениями, в результате воздействия которых наблюдается усиленная деструкция клеток буккального эпителия, которая, в свою очередь, является главным механизмом элиминации поврежденных клеток [11].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Калаев В.Н., Карпова С. С. Цитогенетический мониторинг: методы оценки загрязнения окружающей среды и состояния генетического аппарата организма. — Воронеж, 2004. — 80 с.
2. Калаев В. Н. Микроядерный тест в буккальном эпителии больных шизофренией на разных стадиях лечения заболевания /В.Н. Калаев, О. Г. Никитина, Т. Ю. Никитина, С. С. Карпова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. — 2010. — Т. 9, № 4. — С. 817–821
3. Маймулов В.Г., Ромашов П. Г., Чернякина Т. С. и др. Оценка частоты микроядер в эпителиоцитах слизистой оболочки полости рта у дошкольников в районах с различной интенсивностью загрязнения окружающей среды // Материалы объединенного Пленума Научных советов Минздравсоцразвития РФ и РАМН по экологии человека и гигиене окружающей среды и по медико-экологическим проблемам здоровья работающих. — М., 2010. — С. 106–107
4. Маймулов В.Г., Якубова И. Ш., Суворова А. В. и др. Оценка частоты микроядер в эпителиоцитах слизистой оболочки полости рта у школьников в районах с различной интенсивностью загрязнения окружающей среды // Материалы объединенного Пленума Научных советов Минздравсоцразвития РФ и РАМН по экологии человека и гигиене окружающей среды и по медико-экологическим проблемам здоровья работающих, М., 2010. — С. 108–109.
5. Мейер А.В., Лунина А. А., Ларионов А. В. и др. Изучение взаимосвязи между частотой микроядер и ядерных протрузий в клетках буккального эпителия человека и полиморфизм генов репарации ДНК на фоне воздействия радона: Структура и функции клеточного ядра: Тез. докл. и сообщ. 16-й Всерос. симп. // Цитология. — 2010. — 52, № 8. — С. 673–674.
6. Оценка цитологического и цитогенетического статуса слизи стых оболочек полости носа и рта у человека: Метод. рекомендации. Утверждены Председателем ИС РАМН и МЗ и СР России по экологии человека и гигиене окружающей среды. — М., 2005.
7. Попова И.Е., Калаев В. Н., Нестерова Л. И. и др. Микроядерный анализ в буккальных эпителиоцитах спортсменов, занимающихся спортивными единоборствами, в свете данных об их психофизиологическом состоянии // Физическая культура, спорт, здоровье в жизни молодежи: Сб. науч. статей Всерос. науч.-практ. конф. — Воронеж, 2009. — С. 113–118.
8. Сычева Л.П., Журков В. С., Ревазова Ю. А. Цитогенетический статус эксфолиативных клеток человека как биомаркер генотоксического, цитотоксического и канцерогенного действия факторов окружающей среды // Съезд генетиков и селекционеров, посвященный 200-летию со дня рождения Ч. Дарвина: Тез. докл. — М., 2009. — 2. — С. 352.
9. Юрченко В. В. Цитогенетические нарушения в эпителии щеки человека при экспозиции генотоксикантами /В.В. Юрченко //Токсикологический вестник, 2005. — № 6. — С. 14–21
10. Cardozo N. Causes of spatially variable tectonic subsidence in the miocene bermejo foreland basin, Argentina /Cardozo N., Jordan T. //Basin research. 2001. — Т. № 3. — Р. 335–357
11. Jurchenko V. V. Mikrojadernyj test na gepatocitah. Poliorgannyj mikrojadernyj test v jekologogigienicheskikh issledovaniyah. /V. V. Jurchenko //M.: Genius, 2007. — Р. 43–87.

© Сапарбаева Лариса Маасовна ( larasaparbayeva93@bk.ru ), Джамбетов Муса Ибрагимович,

Джамбетова Петимат Махмудовна ( petimat-ig@rambler.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА И КОНЦЕНТРАЦИИ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ НА ИХ БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ

### INFLUENCE OF THE SIZE AND CONCENTRATION OF METAL NANOPARTICLES ON THEIR BIOLOGICAL ACTIVITY

**G. Churilov  
I. Obidina  
D. Churilov  
S. Polishchuk**

*Summary.* The stimulating effect of various nanopowders of metals of different chemical nature on the ontogeny of plants continues to be a subject of numerous studies. As a result of laboratory and field experiments, we found that for nanopowders of iron, copper, cobalt, and zinc with a particle size of 35–60 nm, the correlation of biological activity and the effect of “small doses” is particularly evident. The positive effect is based on the effect of biologically active particles of nanometals at the cell level. Direct dependence of the pH value of the dispersed solution of metal nanopowders on the size and concentration of particles was observed. Certain concentrations of nanoparticles caused an increase in phytohormones in the studied plants. Electron microscopic analysis of the partition of metals in the tissues of experimental plants did not reveal deviations from control values.

*Keywords:* nanoparticles, ultrafine powders, germination energy, biological activity, enzymes, phytohormones, toxic effect.

**Чурилов Геннадий Иванович**

Д.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Рязанский  
государственный медицинский университет имени  
академика И. П. Павлова»  
genchurilov@yandex.ru

**Обидина Инна Вячеславовна**

Д.б.н., ассистент, ФГБОУ ВО «Рязанский  
государственный медицинский университет имени  
академика И. П. Павлова»  
inna.obidina@mail.ru

**Чурилов Дмитрий Геннадьевич**

Д.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Рязанский  
государственный агротехнологический университет  
имени П. А. Костычева»  
churilov.dmitry@yandex.ru

**Полищук Светлана Дмитриевна**

Профессор, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  
агротехнологический университет имени  
П. А. Костычева»  
svpolishuk@mail.ru

*Аннотация.* Стимулирующее действие на онтогенез растений различных по химической природе нанопорошков металлов продолжает оставаться объектом многочисленных исследований. В результате лабораторных и полевых испытаний нами установлено, что для нанопорошков железа, меди, кобальта и цинка при размерах частиц 35–60 нм, корреляция биологической активности и эффекта «малых доз» проявляется наиболее ярко. В основе положительного влияния лежит воздействие биологически активных частиц нанометаллов на уровне клетки. Наблюдалась прямая зависимость величины pH диспергированного раствора нанопорошков металлов от размера и концентрации частиц. Определенные концентрации наночастиц вызывали увеличение фитогормонов в исследуемых растениях. Электронно-микроскопический анализ распределения металлов в тканях экспериментальных растений не выявил отклонений от контрольных значений.

*Ключевые слова:* наночастицы, ультрадисперсные порошки, энергия прорастания, биологическая активность, ферменты, фитогормоны, токсическое действие.

### Введение

**В**заимодействие с живыми организмами наночастиц, отличающихся по физико-химическим свойствам природного и техногенного происхождения актуально, так как они заставляют активизировать системы адаптации растений к внешним условиям, стимулируя их генетический потенциал. Биологические эффекты вызывают различные по физико-химическим

свойствам наночастицы одного размера, следовательно, причинами этих явлений становятся процессы, связанные с действием определенного регуляторного сигнала в биологических системах [1,2,3]. Изменения структуры клеточных мембран в присутствии наночастиц могут приводить к изменению функционального состояния клетки и сменой механизма действия вещества в различном концентрационном интервале. Определены сравнительные факторы, влияющие на биологическую актив-

Таблица 1. Характеристики наночастиц.

	Cu	Co	Fe
Размер частицы, нм	14–63	10–46	20–54
Отношение максимального размера наночастицы к минимальному	<10	<10	<10
Растворимость в воде мас.%	Нерастворимы	Нерастворимы	Нерастворимы
Растворимость в б/ж. экстракционный буфер мас.%	<1	<1	Нерастворимы
Заряд	+	+	+
Устойчивость к агрегации	Низкая	Низкая	Низкая
Гидрофобность	+	+	+
Адгезия к поверхностям растений	выявлена методом электронно-микроскопического анализа	выявлена методом электронно-микроскопического анализа	выявлена методом электронно-микроскопического анализа

Таблица 2. Характеристики наночастиц размером 10–20нм: растворимость, мас.%

Растворитель	Время	Cu	Fe	Zn	Co
Вода	5 часов	1,5	2,6	2,0	2,3
	24 часа	8,9	12,1	10,7	11,6
Экстракционный буфер, pH 7,8	5 часов	0,8	1,6	0,96	1,4
	24 часа	9,7	12,8	11,8	12,2

ность и механизм действия наночастиц: концентрация, размеры, площадь удельной поверхности, структура наночастиц.

В исследованиях, проводимых нами в течение нескольких лет, наблюдались следующие биологические эффекты: изменение морфофизиологических показателей роста и развития растений, активности ферментов и фитогормонов [4], показателей окислительной модификации белков [5,6], вызываемые различными по площади удельной поверхности и физико-химическими свойствами наночастиц. Эти данные свидетельствуют, что в основе изменения показателей лежит считывание регуляторного сигнала от биологически активных частиц самой живой системой на уровне клетки. Биологический эффект должен быть связан с передачей информации, универсальной для любых биологических объектов, которая с высокой степенью надежности функционирует в системе: это агент (препарат) — клетка и ее структуры. Этим требованиям удовлетворяет мембрана и система надмолекулярных структур микроокружения клетки. Малыми и сверхмалыми дозами считают дозы, эффективность которых нельзя объяснить с помощью традиционных представлений [7,8]. Для наночастиц металлов наблюдается одно из характерных свойств эффекта малых доз (МД)- который связан с колебательным характером зависимости биологических показателей от количества воздействующего компонента. При этом характерным

является существование «мертвой зоны» — интервал в котором изучаемая биологическая активность не проявляется. Это обусловлено, на наш взгляд, волновым характером распространения пространственных перестроек проницаемости мембран и надмолекулярных структур под влиянием энергетического воздействия наночастиц, повышающих концентрацию протонов. При определении данного явления в случае сверхнизких концентраций биологически активных веществ интересной является идея о параметрическом резонансе, которая нашла подтверждение в наших работах. Речь идет о возможном механизме действия наночастиц на клеточном и субклеточном уровнях. В проведенных исследованиях учитывается и роль аллостерического взаимодействия каталитических центров ферментов, то есть поэтапное изменение пространственной организации специализированных надмолекулярных структур клетки и ее цитоплазмы, которые определяют механизм действия наночастиц в биологических процессах.

#### Условия и методология исследования

Биологическая активность наночастиц зависит от многих факторов, в том числе их размера, способности накапливаться в растениях, биосовместимости. Было изучено влияние наночастиц металлов Cu, Co, Fe, Zn на развитие инновационной агротехнологии.

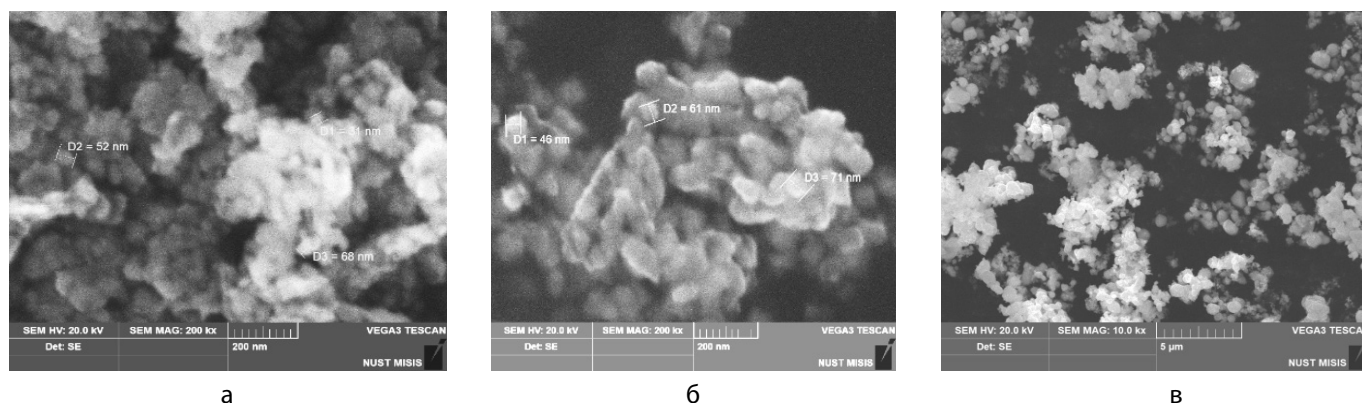


Рис. 1. Наночастицы а) кобальта, б) меди, в) железа

При проведении исследований были определены наиболее важные характеристики наночастиц металлов, влияющие на биосовместимость и, как следствие, биологическую активность наночастиц (таблица 1,2). Физико-химическая активность наночастиц зависит от состава и морфологии частиц, толщины и состава оксидной пленки на поверхности, а также от метода получения [12].

В экспериментах использовались сертифицированные семена горчицы белой, пшеницы, вики одного года урожая, соответствующие 1 классу, не обработанные протравляющими средствами. Исследования проводились по методике, указанной в ГОСТ 12038–84, с использованием термостата с подогревом ТСО-1М с температурным интервалом от 0 °С до 60 °С; допустимые колебания температуры  $\pm 1$  °С. Определены морфофизиологические показатели роста и развития семян: энергия прорастания и лабораторное прорастание на 3 сутки; длина и масса надземных и подземных побегов на 7-е сутки согласно [9]. При прорастании семян в качестве субстрата использовали жидкую среду для культивирования на основе полисахарида, полученного из морских водорослей (агар Difco или домашний микробиологический агар). Повтор 4 раза, в каждой чашке Петри — 50 семян.

Нанопорошки получены химическим осаждением гидроксидов металлов из растворов солей с последующим их низкотемпературным восстановлением в потоке водорода с последующей пассивацией. Фазовый состав определяли с помощью рентгенофазового анализа (РФА) по методу порошка на дифрактометре *XRD-7000 (Shimadzu)*. Удельная поверхность полученных НЧ измерялась методом низкотемпературной адсорбции азота по БЭТ, с использованием анализатора «Quantachrome NOVA 1200e».

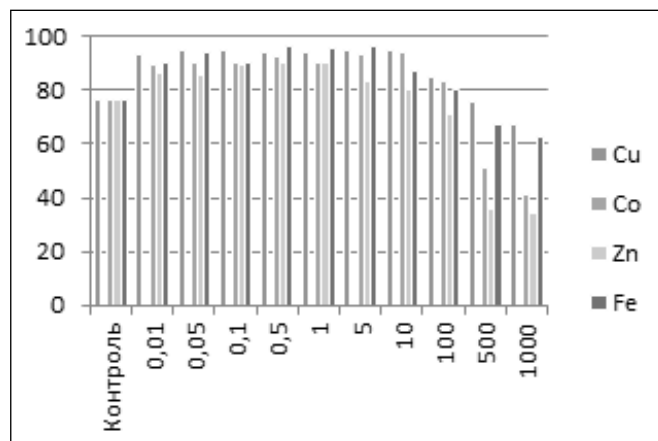
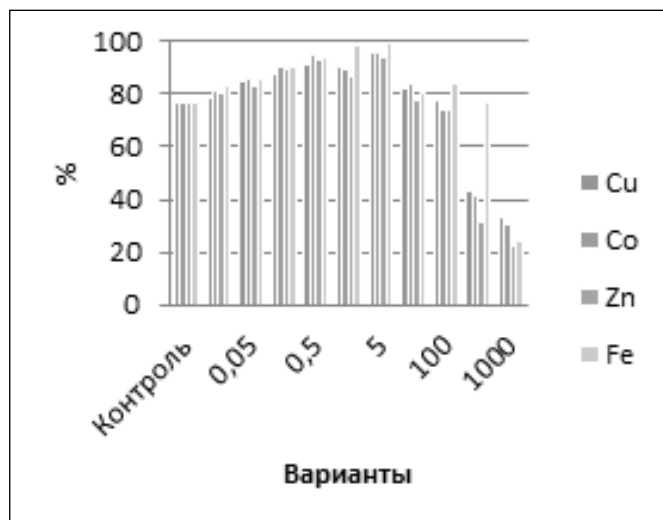
Суспензии наночастиц готовили в дистиллированной воде. Нужное количество наночастиц взвешивали

на аналитических весах (Shinko Denshi, Япония, точность  $\pm 0,0001$  г), добавляли в 1 л воды и перемешивали. Затем суспензию диспергировали ультразвуком 10 минут, мощность—300 Вт при частоте—23,7кГц. Полученные суспензии использовали для обработки семян. Дистиллированная вода для контрольных вариантов обрабатывалась так же только без добавления наночастиц.

### Результаты исследований

При определении влияния наночастиц металлов Cu, Co, Fe, Zn на рост и развитие растений: вика, горчица, пшеница было доказано, что они проявляют высокую биологическую активность в интервале концентраций 0,01–100 г/т (тонну семян), проявляя одинаковую закономерность. При проведении лабораторных исследований установлено, что для нанопорошков железа, меди, кобальта и цинка полученных химическим способом при размерах частиц 35–60 нм, биологическая активность и эффект «малых доз» проявляется наиболее ярко. Активными концентрациями стали для энергии прорастания 0,5 и 5,0 г/т (тонну семян); для длины корешка —0,1 и 1,0 г/т, массы 3-дневного ростка — 0,05 и 5,0 г/т; массы 7-дневного ростка — 0,1 и 1,0 г/т; для массы корешка — 0,5 г/т. Причем отличались концентрации друг от друга наиболее часто в 10, реже в 100 раз. При концентрации выше 100г/т зависимость доза-эффект перестала проявляться, но все показатели оставались достоверно выше контроля, то есть угнетения не было даже при концентрации 500 г/т (рисунок 1,2,4). Было доказано, что наночастицы стимулируют высокую биологическую активность в интервале концентраций 0,01–100 г/т (тонну семян), проявляют одинаковую закономерность. Величина активности зависит от площади удельной поверхности и размеров.

Наночастицы, имеющие размер частиц до 20 нм, демонстрировали эффект МД только при низких концентрациях: до 10г/т и при концентрации 100г/т все по-



а — размер наночастиц, 35–60нм б- размер наночастиц до 20нм  
 Рис. 2. Влияние наночастиц на энергию прорастания семян горчицы

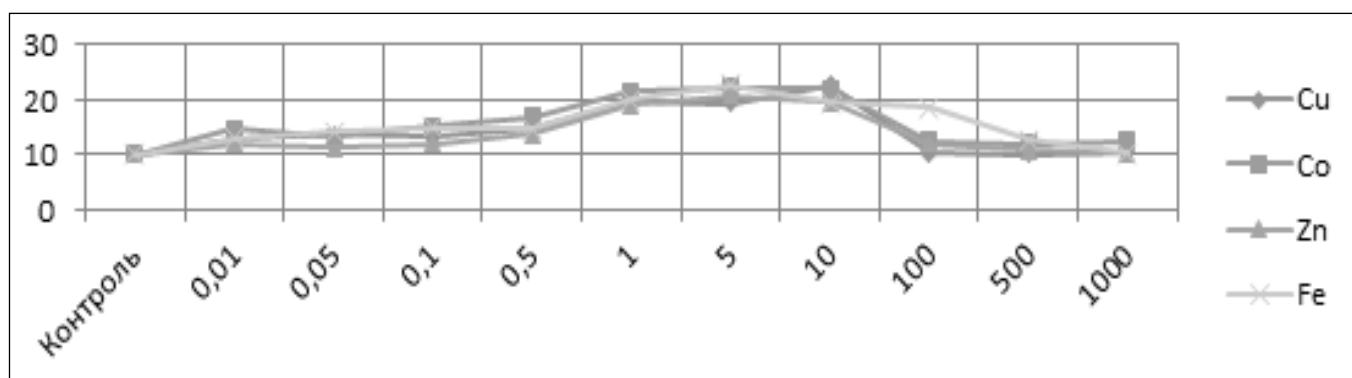


Рис. 3. Длина корней 3-х дневных проростков пшеницы размер наночастиц, 35–60нм

казатели были ниже контроля, наблюдалось угнетение развития растений (рисунок 1,3,4). Наночастицы размером ниже 20 нм опасно применять в биопрепаратах, что связано с их высокой реакционной способностью. Такие нанобъекты проявляют высокую физико-химическую активность и при этом теряют свою индивидуальность.

Для суспензий наночастиц было замечено изменение рН в зависимости от состава и размеров наночастиц. Мы предполагаем прямую зависимость между увеличением количества протонов и энергией, производимой в клетках, которая используется для прорастания семян. Активность ферментов, транспорт субстратов через мембраны, направление ферментативных реакций зависят от величины рН в клетке. Связь ионов водорода и энергии, производимой в клетках и используемой для прорастания, подтверждается последними исследованиями в области ферментов и нашими в рамках данного проекта.

Комплексное исследование влияния различных концентраций и размеров наночастиц на активность трех ферментов-антиоксидантов (супероксиддисмутазы (СОД), каталазы и пероксидазы) позволило установить: активность пероксидазы при максимальных морфофизиологических показателях высокая и снижается в «мертвых зонах» как при низких, так и высоких концентрациях наночастиц металлов. Активность СОД и каталазы в исследуемых культурах достоверно снижалась в условиях максимальных морфофизиологических показателей и резко возрастала при концентрациях больше 100 г/т для наночастиц размером 35–60 нм, и выше 10 г/т при размере до 20 нм.

Для наночастиц размером 35–60 нм пределом устойчивости служит концентрация наночастиц металлов намного выше 100 г/т, для размеров до 20 нм в интервале 10 г/т.

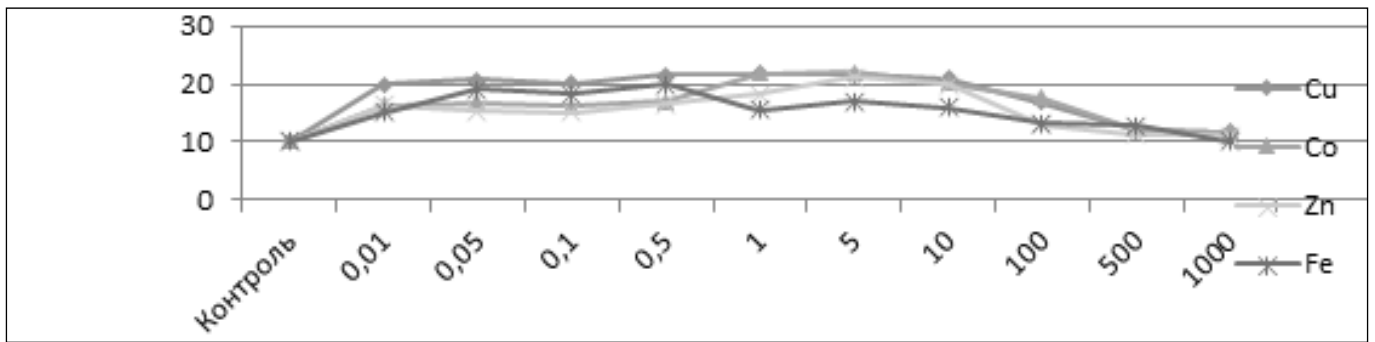
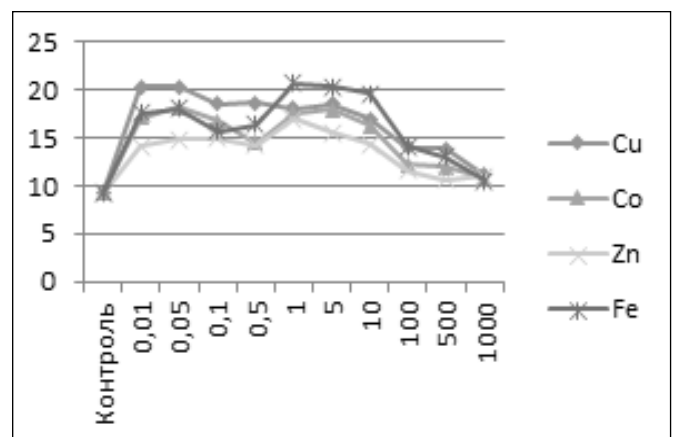
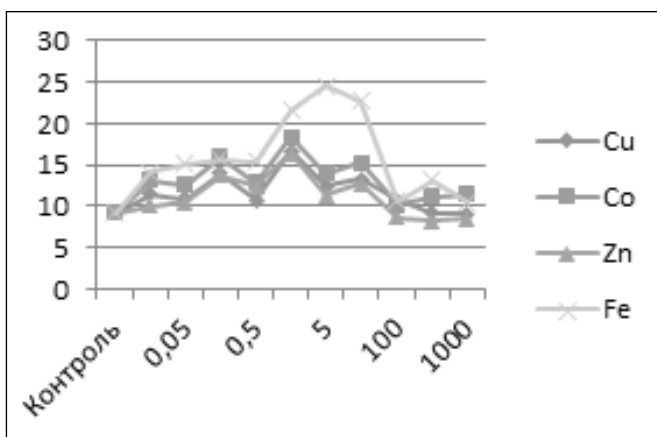


Рис. 4. Длина корней 3-х дневных проростков пшеницы размер наночастиц до 20нм



а — размер наночастиц, 35–60нм б- размер наночастиц до 20нм  
Рис. 5. Длина ростков 3-х дневных проростков пшеницы

При развитии растений соотношение фитогормонов в разных структурах организма меняется под влиянием факторов внешней среды, что стимулирует направление и скорость роста растительных организмов, оказывая действие на ферменты, регулирующие активность других гормонов. Поэтому нами было изучено действие наночастиц (НЧ) металлов кобальта, железа, цинка и меди в течении месяца на активность фитогормонов цитокининов (ЦК), гибберелловой (ГК), абсцизовой (АБК), индолилуксусной (ИУК) кислот на рост и развитие горчицы белой.

В интервале концентраций 0,001–10,0 г/т под действием наночастиц металлов содержание ИУК возрастает. Так как с увеличением количества ИУК усиливается содержание в клетках АТФ и коэффициент Р/О, показывающий соотношение фосфорилирования и окисления, следовательно, при этих концентрациях наночастиц возрастает энергетическая эффективность дыхания растений и это приводит к изменениям активности различных ферментативных реакций. При этом возрастает движения питательных веществ и воды, что усиливает рост

и развитие растений, которое мы и наблюдали в наших опытах. Далее значения ИУК уменьшаются, приближаясь к контрольным показателям.

Увеличение содержания гибберелловой, абсцизовой и индолилуксусной кислот сохраняется до концентрации 10 г/т, причем наиболее интенсивно, при увеличении концентрации НЧ размером 30–60 нм. Такие выводы достоверно характерны и для действия наночастиц кобальта, меди, цинка и железа.

Для наночастиц размером до 20 нм в целом наблюдается аналогичная зависимость: доза (концентрация) — эффект (активность фитогормонов), как в случае частиц размером 35–60 нм; при этом более высокая активность ЦК, ГК и ИУК характерна относительно контроля при более низких концентрациях 0,01–1,0 г/т и эти изменения выше, чем для наночастиц размером 35–60 нм. Следует отметить, что количество абсцизовой кислоты практически не изменяется, зависимость доза-эффект для данного гормона отсутствует. Наиболее высокая активность ИУК наблюдается в пределах концентраций наночастиц

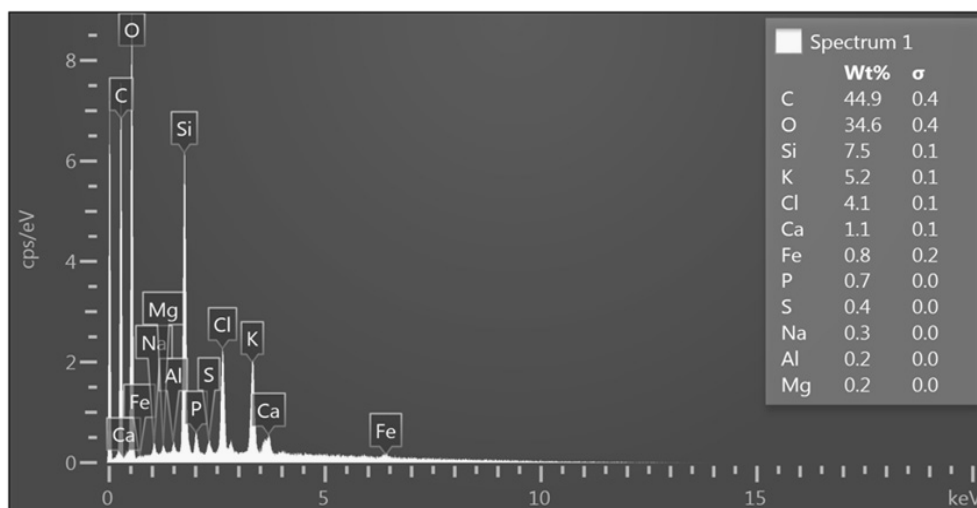


Рис. 6. Элементный состав проростка, выполненный на рентгеновском энергодисперсионном анализаторе.

кобальта размером 35–60 нм 1–10 г/т; для размера до 20 нм активность смещается в сторону меньших концентраций 0,1–1,0 г/т, при этих концентрациях возрастает активность остальных фитогормонов, при уменьшении содержания АБК.

#### Методика оценки бионакопления наночастиц в проростках с помощью электронной микроскопии

Максимальное разрешение электронной микроскопии достигается в ходе исследования металлов и кристаллических решеток. В случае биологических объектов препятствием для исследования становится их низкая контрастность [10]. Увеличение ускоряющего напряжения приводит к быстрой деградации биообъектов, т.к. макромолекулы, входящие в их состав, достаточно неустойчивы.

Была разработана следующая методика подготовки образцов для электронно-микроскопических исследований. В биологически активную среду были добавлены нанопорошки металлов меди, железа и кобальта. В этой среде в течение 10 дней были пророщены семена пшеницы. В качестве контроля, семена так же проращивали без добавления наночастиц. Проростки отбирали на 5-й и 7-й день и подвергали фиксации для анализа методами электронной микроскопии. Проростки растений промывали в деионизированной воде, после чего образцы замораживали с помощью жидкого азота. Замороженные образцы механически измельчали в ступке, при этом выбор материала ступки и пестика должен быть обусловлен отсутствием дефектов поверхности, что определяет минимальную контаминацию образца.

Для окончательного измельчения образцов использовалась ультразвуковая обработка. Для этого измельченный биологический материал помещается в среду ёмкостью 30 мл, содержащую этанол и диспергировался с помощью ультразвукового гомогенизатора в течение 5 минут при мощности 400 Вт. Полученная суспензия отбирается с помощью стерильного медицинского шприца объёмом 5 мл и наносится на медную сетку с углеродной электропроводящей плёнкой, после чего проводятся электронно-микроскопические исследования стандартными методами.

Электронно-микроскопические исследования и анализ распределения металлов в тканях экспериментальных растений, выполненные на сканирующем электронном микроскопе показали для образцов гомогената проростков, экспонированных наночастицами металлов, размером 3–60 нм, на диаграммах пики, характерные для металлов.

В соотношении содержания остальных элементов отклонений от контрольных значений не зафиксировано (исследования проводились, в том числе в лаборатории электронной микроскопии РЦЗМкп РГРТУ). Накопления их на поверхности клеток надземной и подземной частей обнаружено не было. Дополнительно проведенный элементный анализ не показал достоверного накопления наночастиц в тканях растений по сравнению с контролем, для всех металлов размером 20–60 нм до концентрации 1000г/т. Это важно для малорастворимых наночастиц металлов. Поэтому возможные негативные эффекты могут быть связаны только с индивидуальным воздействием наночастиц, а не с накоплением тяжелых металлов в растениях и почве.

Таблица 3. Влияние гербицида и нанопорошков (НП) на урожайность яровой пшеницы

Без гербицида (контроль), ц/га	Тифенсульфурон с трибенураном	НП-Сu 0,1 г/т	НП- Со 0,1 г/т
28,6	30,7	38,3	34,1
Сохраненный урожай в среднем,%	14,3	18,0	16,1

### Полевые исследования

В ходе полевых испытаний было установлено, что однократная предпосевная обработка семян пшеницы суспензиями наночастиц Fe, Со и Сu не приводит к уменьшению количества сорняков, но увеличивает урожайность и всхожесть первых сеянцев, сводя к минимуму влияние сорняков. Использование наноматериалов способствует формированию мощного и активно работающего листового аппарата, что позволяет увеличить количество накапливаемой энергии. Мы добились лучших условий созревания, плодоношения и качества получаемой продукции, при условии экологической безопасности нанопрепаратов [11].

Более того, если максимальное увеличение урожайности от действия гербицидов было получено во влажные, умеренно жаркие годы, то во всех жестких случаях они оказывались незначительными, тогда как нанопорошки, напротив, демонстрировали максимальное увеличение урожайности в разные периоды. Проведено сравнение с гербицидом, рекомендованным для борьбы с широкополосными сортами пшеницы, это комбинация тифенсульфурон с трибенураном. Рекомендуемые концентрации 30 г/га.

После сбора массовая доля клейковины превысила контроль в 2016 году для вариантов с наночастицами железа и меди (на 4,02% и 4,43% соответственно); в 2018 г. содержание было выше контрольного во всех экспериментальных вариантах: при использовании наночастиц железа — на 5,61%, наночастиц меди — на 8,24%, наночастиц кобальта — на 4,95%. Пшеница была отнесена ко II группе качества, а под действием наночастиц меди в концентрации 1,0 г / га и кобальта из расчета 0,5 г / га в I группу качества.

### Выводы

1. Размер наночастиц оказывает очень большое влияние как на их биологическую активность, так и на проявление эффекта малых доз.

2. В клеточных мембранах диаметр пор от 5 до 25 нм, что определяет возможность прохождения наноразмерных частиц в клетки и достигать уровень плазматической мембраны. Но под действием самих наночастиц могут образовываться новые поры. Поэтому наночастицы размером 20–60 нм являются биологически активными и обладают эффектом “малых доз”.

3. Клеточная мембрана покрыта множеством рецепторов, которые посредством внеклеточного связывания со специфическим лигандом (или наночастицами) передают сигнал в клеточное пространство. Этот сигнал может служить началом запуска многих биохимических реакций и привести к интернализации лиганда (и наночастиц) через эндоцитоз.

4. Биологически активные наночастицы, действуя на уровень фитогормонов, могут влиять на состояние биомембран и опосредованно выступать регулятором белоксинтезирующих клеток растений.

5. Для наночастиц металлов размером до 60 нм аккумуляция не доказана, но проходимость их в клетку имеет место. Следовательно, для НЧ металлов речь идет о биосовместимости, которая может объясняться такими факторами как:

- ◆ высокая адгезия к поверхностям живых систем;
- ◆ положительный заряд;
- ◆ размер,
- ◆ смещение pH суспензий наночастиц в кислую область.

6. Анализ результатов наших исследований предполагает, что положительные НЧ связываются с отрицательно заряженными поверхностными группами митохондриальных мембран, нейтрализуя их, при этом изменяется трансмембранный потенциал — повышается энергия, возрастает активность синтеза ферментов и фитогормонов в частности ИУК. Протоны митохондрий выталкиваются наружу, усиливается протонный насос, который отвечает за вывод протонов и их концентрация возрастает в наружном слое мембраны. Возврат через АТФ-азу приводит к иницированию синтеза АТФ, что стимулирует процессы роста и развития. Это фактор позволяет предположить опосредованное влияние наночастиц на синтез ДНК.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Чурилов Г. И. Эколого-биологические эффекты нанокристаллических металлов: дис. ... д.б.н. — Балашиха, 2010. — 321 с.
2. Churilov G. I., Polischuk S. D., Kuznetsov Denis., Borychev S. N., Byshov N. V. Churilov D. G. Agro ecological grounding for the application of metal nanopowders in agriculture//Int. J. Nanotechnol. — 2018. — Vol. 15. -Nos. 4/5. — PP. 258–279
3. Polischuk S.D., Churilov G. I., Churilov D. G., Borychev S. N., Churilova V. V. Plants nutrition and growth stimulation with the help of nanotechnologies // International Journal of Engineering and Technology (UAE). — 2018. Vol. 7. — № 4.36. -PP. 231–236.
4. Gennady Churilov, Quoc Buu Ngo, Hoai Chau Nguyen. Physiological and Biochemical Effects of Nanocrystalline Metals on maize plant // Proceeding of 4th International Workshop on Advanced Materials and NanoScience. — 2013. -Nov 12–14. -PP. 282–285
5. Муравлева Л.Е. [и др.] Окислительная модификация белков: проблемы и перспективы исследования // Фундаментальные исследования — 2010. — № 1. — С. 74–78.
6. Губский Ю.И. [и др.]. Токсикологические последствия окислительной модификации белков при различных патологических состояниях// Современные проблемы токсикологии. — 2005. -Т.8. — № 3. — С. 20–27.
7. Абаленихина Ю.В., Фомина М. А., Чурилов Г. И., Ивановичева Ю. Н. Активность катепсинов тимуса крыс под влиянием меди в ультрадисперсной форме// Научное обозрение. — 2012. — № 5. — С 76–82
8. Зайцев, С.В., Ефанов, А.М., Сазанов, Л. А. Общие закономерности и возможные механизмы действия биологически активных веществ в сверхмалых дозах // Рос. хим. ж. — 1999 — Т. XLIII, № 5 — С. 28–33.
9. Kasemets K., Ivask A., Dubourguier H. C. et al. Toxicity of nanoparticles of ZnO, CuO and TiO<sub>2</sub> to yeast *Saccharomyces cerevisiae* // Toxicology In Vitro. 2009. V. 23. I. 6. P. 1116.
10. Полищук С. Д., Голубева Н. И. Изменение лабораторной всхожести семян яровой пшеницы под воздействием обработки их ультрадисперсными материалами // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. -2010. — № 3 (7). — С. 38–39.
11. Чурилов Д. Г., Горохова М. Н., Бударина Г. И., Полищук С. Д., Бакунин И. В. Особенности роста и развития кукурузы и подсолнечника при обработке семян наночастицами кобальта// Труды ГОСНИТИ. — 2011. — Т. 107. — № 2. -С. 46–48.
12. Векилова, Г.В., Иванов А. Н., Ягодкин Ю. Д. // Дифракционные и микроскопические методы и приборы для анализа наночастицы наноматериалов. Москва, МИСиС. — 2009. — 145 с.

© Чурилов Геннадий Иванович ( genchurilov@yandex.ru ), Обидина Инна Вячеславовна ( inna.obidina@mail.ru ),  
Чурилов Дмитрий Геннадьевич ( churilov.dmitry@yandex.ru ), Полищук Светлана Дмитриевна ( svpolishuk@mail.ru ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ОЦЕНКА УРОВНЯ АДЕКВАТНОСТИ УЧЕБНЫХ СРЕДСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ОСВОЕНИИ ПЛАНИРУЮЩИХ ПАРАШЮТОВ, НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯМИ НА ОБУЧАЕМОГО

**Абанин Владислав Сергеевич**

*К.т.н., профессор, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище  
vlad-ac@mail.ru*

**THE ADEQUACY LEVEL ASSESSMENT OF THE TRAINING MEANS APPLIED IN PLANNING PARACHUTE MASTERING BASED ON THE ANALYSIS OF THE SYSTEMS OF THE EFFECT CONTROL ON THE TRAINEE**

**V. Abanin**

*Summary.* The present article considers the issues of of the existing parachute training means assessment, their ability to produce the effect on the trainee, the adequacy level assessment based on the parameters of the heeling angle changes and the projection of acceleration value in comparison with a real planning parachute system jump. The principle of quantitative assessment of training means for paratrooper training applying integral index is given.

*Keywords:* the adequacy level assessment of the training means, planning parachute system mastering, effect control on the trainee, the principle of quantitative assessment of training simulators.

*Аннотация.* Рассмотрены вопросы оценки существующих учебных средств парашютной подготовки, их возможности по моделированию воздействий на парашютиста, показана оценка уровня адекватности по параметрам изменения углов крена и проекций величины ускорения свободного падения в сравнении с реальным прыжком на планирующей парашютной системе, предложен принцип количественной оценки учебных средств для подготовки парашютистов за счет использования интегрального показателя.

*Ключевые слова:* оценка уровня адекватности учебных средств, освоение планирующей парашютной системы, управление воздействиями на обучаемого, принцип количественной оценки тренажеров.

## Введение

**К**ак отмечают многие исследователи [1], эффективность применения в процессе подготовки учебного средства (УС) является одним из основных показателей, оценивающих как сам процесс обучения, так и итоговый результат в приобретенных умениях и навыках. Обычно используется при оценке учебных средств, в том числе и тренажеров термин «качество тренажера (УС)» [2, 3]. Оценка качества тренажера принято производить, используя понятие «эффективность». Под эффективностью тренажера (УС) понимается его соответствие целям и задачам обучения, а также способность обеспечивать и подтверждать факт привития обучаемому необходимых умений и навыков при приемлемых затратах на приобретение тренажера (УС) и его эксплуатацию.

Для количественной оценки эффективности тренажеров используют понятие «адекватность». В общем случае адекватность определяется как мера сходства или близости прототипа. По С. И. Магиду под адекватностью понимается обобщенная характеристика степени соответствия параметров тренажера (УС) совокупности тре-

бований для достижения заданного уровня квалификации обучаемого [4].

В своей работе [5] Б.Ю. Мордакин характеризует адекватность учебных средств элементов парашютного городка (ПГ); им выделены квалификационная, функциональная, моделирования, эргономическая и эксплуатационно-экономическая адекватности. Можно исследовать тренажеры (УС) с позиции соответствия предъявляемых требований, установленным стандартам. Качественная оценка существующего уровня учебных средств, применяемых для подготовки специалиста на планирующую парашютную систему (ППС) с позиции реализованных видов сопровождения обучению производилась в работе [6]. Работ по количественной оценке наличия видов сопровождения обучению в УС при освоении навыками управления ППС не выявлено.

Проведенные ранее нами исследования [7,8], направленные на обоснование технического облика перспективного тренажера (УС) устанавливают значимость моделирования внешних воздействующих факторов при сопровождении обучения, а также нами разрабо-

Таблица 1. Назначенные ранги для оценки наличия среды моделирования

Характеристика для назначения ранга	Ранг
Представляет в сознании образ среды прыжка (не моделируется)	0,3
Ощущает эффект образа среды прыжка	0,6
Моделируется эффект образа среды прыжка	0,9
Полное подобие (для реального прыжка)	1

Таблица 2. Выставленные оценки наличия среды моделирования для учебных средств, используемых при подготовке парашютистов на ППС

Этап прыжка	Виды воздействия	Высотный тренажер	УТК-ПП	Кудес-ник	Стапель	Реальный прыжок
стабилизированное падение	визуальное воздействие	0,3	0,9	0,9	0,3	1
	аудиальное воздействие	0,3	0,9	0,9	0,3	1
	кинестетическое воздействие	0,9	0,9	0,9	0,9	1
	вибрация от ветра	0,3	0,3	0,6	0,3	1
	акселерационное воздействие	0,6	0,3	0,6	0,3	1
пилотирование на высотах от 800 до 400 метров	визуальное воздействие	0,3	0,9	0,9	0,3	1
	аудиальное воздействие	0,3	0,9	0,9	0,3	1
	кинестетическое воздействие	0,3	0,6	0,6	0,6	1
	вибрация от ветра	0,3	0,3	0,9	0,3	1
	акселерационное воздействие	0,3	0,3	0,9	0,3	1
приземление (от высоты 50 до 0 метров)	визуальное воздействие	0,9	0,9	0,9	0,3	1
	аудиальное воздействие	0,3	0,9	0,9	0,3	1
	кинестетическое воздействие	0,3	0,9	0,9	0,6	1
	вибрация от ветра	0,6	0,3	0,9	0,3	1
	акселерационное воздействие	0,9	0,6	0,9	0,3	1

таны зависимости, характеризующие степень влияния приобретенного умения на общую готовность к самостоятельному прыжку с парашютом.

С использованием указанных зависимостей можно провести специфическую оценку уровня УС, применяемых для подготовки парашютиста на ППС. Подобных работ в области оценки тренажеров (УС) для парашютистов не выявлено, следовательно, материал статьи обладает определенной новизной.

Перечислим основные УС, используемые при подготовке специалиста на ППС. К ним относятся элементы ПГ (стапель подвесных систем, высотный тренажер парашютистов); учебно-тренировочный комплекс парашютной подготовки (УТК-ПП), выпускаемый АО ЦНТУ «Динамика»; УС «Кудесник», представляемое АО «Северный пресс». Естественно, все сравнения необходимо проводить с реальным прыжком, с использованием средств

телеметрии, способных осуществить объективную регистрацию параметров, воспроизводящихся на учебных средствах.

Математически оценку  $K_{оц}$  можно выразить в виде:

$$K_{оц} = F c_i R (1)$$

где  $F$  — обобщенный показатель, характеризующий значимость воздействующих факторов на формирование правильных зрительно-моторных образов действий, ед;

$c_i$  — показатель влияния концепта на систему подготовки (дидактическая значимость) [7], ед;

$R$  — показатель, характеризующий наличие среды моделирования в УС, ед.

Наличие имитации среды в УС и уровня ее моделирования объективно выявить достаточно сложно. При воз-

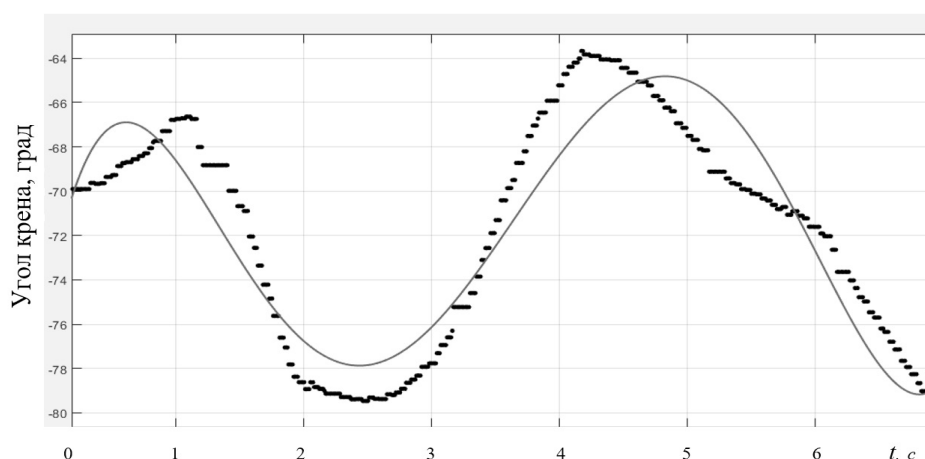


Рис. 1. Изменение угла крена при развороте на 180° при реальном прыжке на ППС

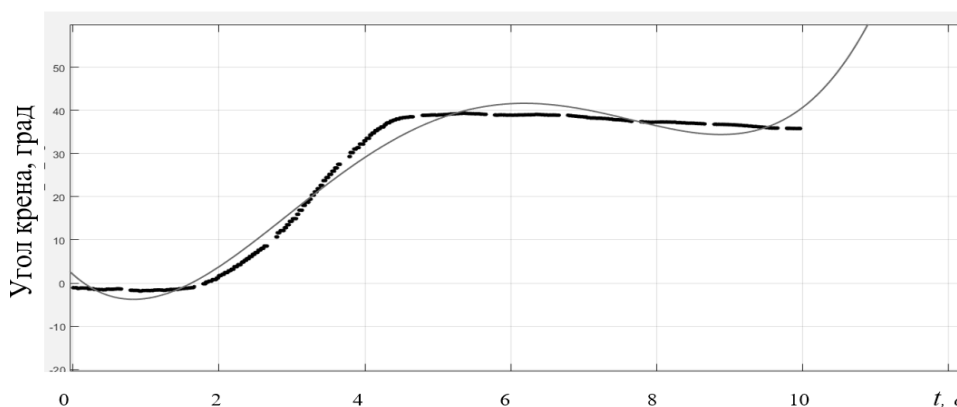


Рис. 2. Изменение угла крена при развороте на 180° при моделируемом прыжке на УС «Кудесник»

никновении подобных проблем используется упрощенная система сравнения адекватности моделирования между УС. Суть ее состоит в том, что эксперт оценивает наличие или отсутствие среды моделирования, а также определяет средний ее уровень, при условии, что невозможно объективно выполнить эту оценку какими-либо другим способом. В данном случае, точностью моделирования средой пренебрегают.

Опираясь на это допущение, назначим ранги для оценивания наличия среды моделирования в рассматриваемых УС, используемых для подготовки парашютистов на ППС (таблица 1).

Для примера, анализ построим для этапов прыжка:

- ◆ стабилизированное падение;
- ◆ пилотирование на высотах от 800 до 400 метров;
- ◆ приземление (от 50 метров до касания ногами поверхности земли). Используя предложенные

экспертам для опроса характеристики и назначаемые ранги (таблица 1) осуществлялась оценка стапеля подвесных систем, высотного тренажера парашютистов, УТК-ПП, УС «Кудесник» (таблица 2).

Акселерационное воздействие на обучаемого при его тренировке на УС «Кудесник» было подробно исследовано. Для примера рассмотрим режимы пилотирования ППС, а именно разворот на  $180^\circ$ . На графиках (рис. 1, 2) представлена зависимость динамики изменения угла крена при развороте на  $180^\circ$  планирующей парашютной системы, измеренного с помощью устройства для регистрации полетной информации парашютиста [9] в ходе реального прыжка и в ходе предварительных испытаний УС «Кудесник».

Как видно из графиков, и пренебрегая направлением изменения крена (вызвано тем, что в реальном прыжке

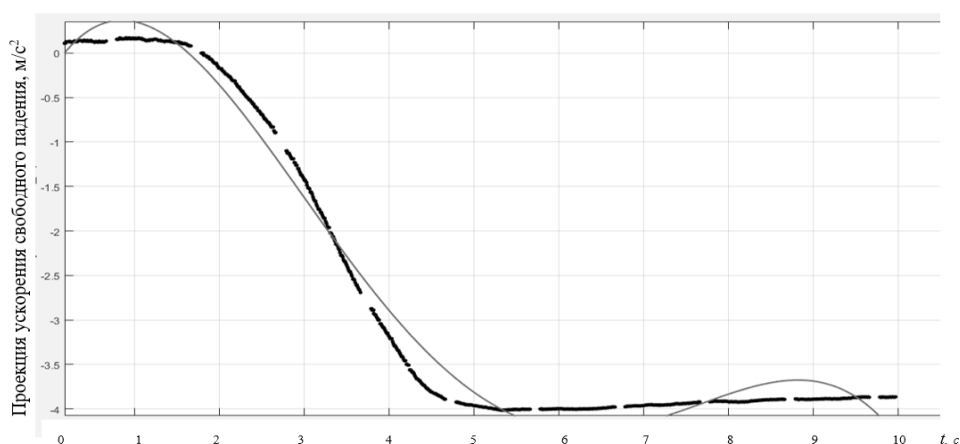


Рис. 3. Изменение величины ускорения свободного падения (проекция на горизонтальную ось) при развороте на 180° при моделируемом прыжке на УС «Кудесник»

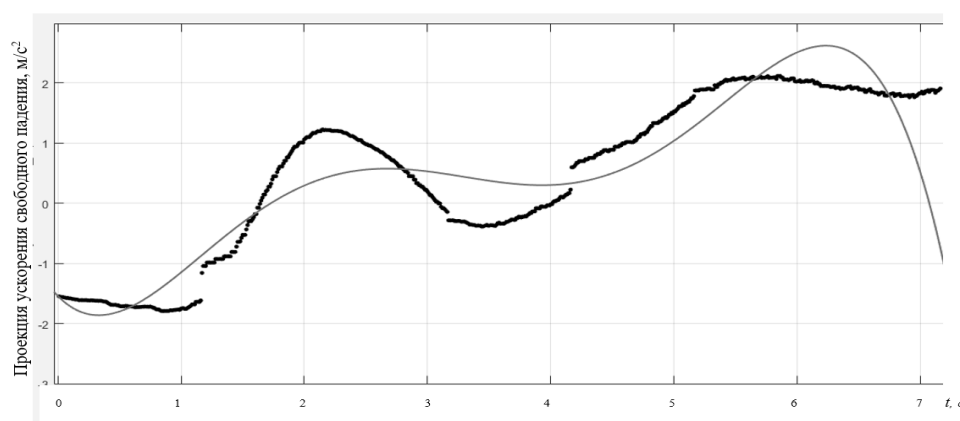


Рис. 4. Изменение величины ускорения свободного падения (проекция на горизонтальную ось) при развороте на 180° при реальном прыжке на ППС

обучаемый разворачивался через левое плечо, а в УС моделировался разворот через правое) выявляем, что величина перепада угла крена составляет для реального прыжка  $12^{\circ}$ , а для УС «Кудесник» около  $40^{\circ}$ . Следует обратить внимание на скорость изменения угла крена — в случае реального прыжка его величина уменьшилась на  $12^{\circ}$  за 1 секунду, а для моделирующего устройства этот показатель составил, (приведенный ко аналогичному времени) также около  $12^{\circ}$ .

Также, на графиках (рис. 3, 4) представлена зависимость динамики изменения проекции силы тяжести на горизонтальную ось при развороте на  $180^{\circ}$  планирующего парашюта.

Анализируя данные приходим к выводу, что приращение проекции величины ускорения свободного падения для моделирующего устройства для начальной фазы поворота составляет  $1,25 \text{ м/с}^2$  за время 1 секунда

(рис. 3). Для условий реального прыжка аналогичный показатель составил  $2 \text{ м/с}^2$  за тоже время (рис. 4).

Таким образом, примененные объективные способы проверки акселерационной адекватности УС «Кудесник» реальному прыжку (совмещая их с данными опроса респондентов, испытавших УС «Кудесник» на авиакосмическом салоне «МАКС-2019») косвенно подтверждают о эффективности адаптации импульсного принципиального подхода к моделированию акселеративных воздействий на парашютиста при освоении ППС.

Результаты вычислений показателя адекватности учебных средств с использованием формулы 1 и данных таблицы 2 представлены на рисунке 5.

Для этапов прыжка «стабилизированное падение», «пилотирование» и «приземление» вычислены относительные показатели адекватности моделирования

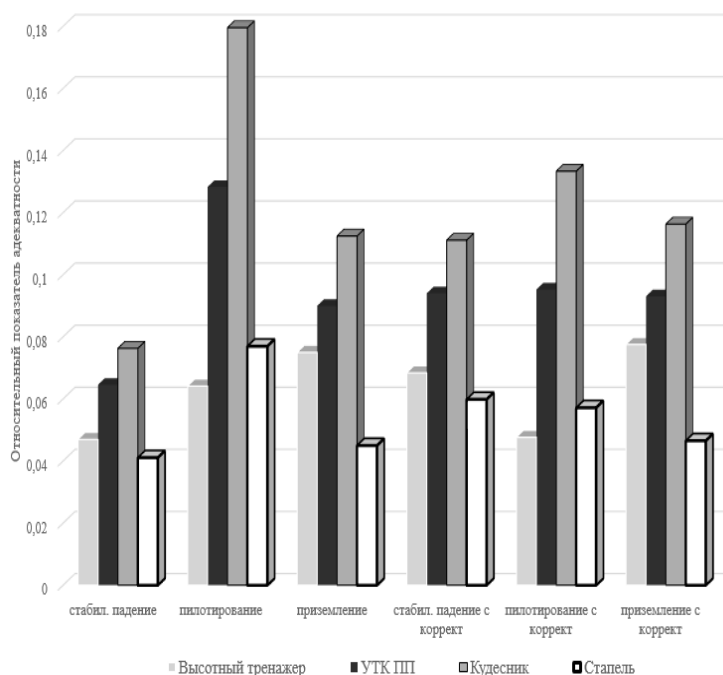


Рис. 5. Сравнение расчетных относительных показателей адекватности учебных средств

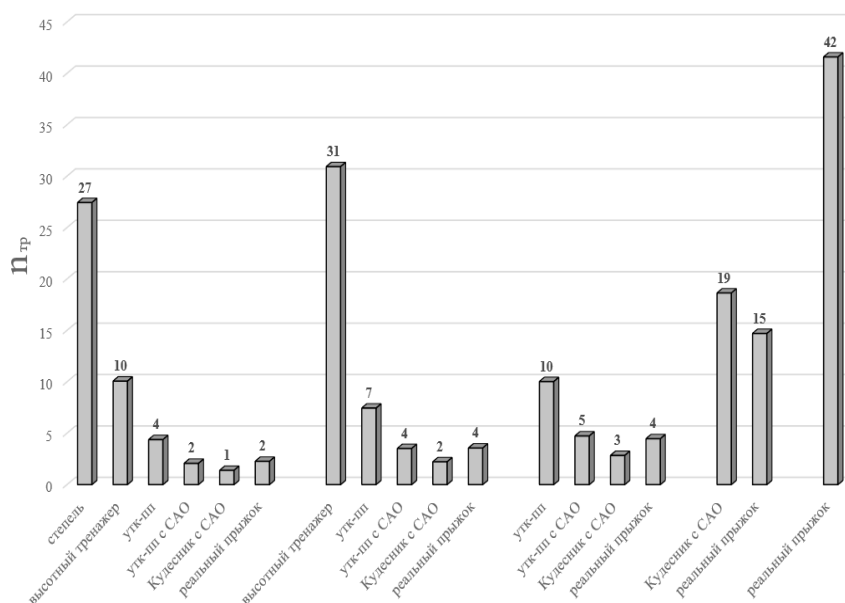


Рис. 6. Количество тренировок на учебных средствах и при реальных прыжках до достижения максимального уровня обученности

по данным экспертной оценки. Сумма всех оценок (первых трех групп столбцов) составляет единицу (вторая группа — 4, 5, 6 столбцы, также их сумма равна единице). Наибольшую адекватность моделирования имеет УС «Кудесник» на этапе «пилотирование». Наименьшим показателем характеризуется УС «Стпель подвесных систем» для этапа прыжка «стабилизированное падение».

При расчете показателей использовались кроме данных, приведенных в таблице 2 и показатели значимости воздействующих факторов для формирования правильных зрительно-моторных образов действий [8], а также сведения о дидактической значимости этапа прыжка на общий уровень готовности обучаемого при первоначальной подготовке [7].

Корректировка, продемонстрированная на диаграмме (рис. 5) («стабилизированное падение с корректировкой», «пилотирование с корректировкой» и «приземление с корректировкой»), изменила показатели за счет исключения влияния дидактической значимости этапов прыжка (на общий уровень готовности обучаемого) при равнозначных ожидаемых результатах освоения.

Например, для этапа прыжка «стабилизированное падение» относительный показатель адекватности для УТК-ПП без учета дидактической значимости составил 9,4%, с учетом значимости — 6,4%. Для этапа «пилотирование» для УС «Кудесник» показатель адекватности с учетом дидактической значимости составил 17,9%, без учета — 13,3%.

Таким образом, представленный принцип корректировки показателей уровня адекватности за счет комплексного учета:

- ◆ дидактической значимости этапа прыжка на общий уровень готовности парашютиста;
- ◆ значимости воздействующих факторов на способность обучаемого их воспринимать;
- ◆ полученных оценок от экспертов о наличии среды моделирования в учебных средствах может использоваться для оценки адекватности моделирования и других учебных средств.

Определенный интерес представляем результат вычисления количества тренировок на УС до достижения на нем максимально возможного уровня обученности. В основе расчета лежит известная зависимость [10], характеризующая математическую связь количества тренировок  $n_{тр}$  и адекватности учебного средства штатной технике  $\gamma$ :

$$n_{тр} \geq \frac{\ln(\gamma - P_{зад}) - \ln(\gamma - P_0)}{\ln(1 - \varepsilon)} \quad (2)$$

где  $P_{зад}$  — заданный уровень обученности, ед;  
 $P_0$  — начальный уровень обученности парашютиста, ед;  
 $\varepsilon$  — скорость восприятия учебной информации, ед.

Результаты вычислений представлены на рисунке 6. Так, для достижения максимального уровня обученности на стапеле подвесных систем потребуется 27 тренировок или 4 тренировки на УТК-ПП, а при реализации системы автоматизации обучения (CAO) в учебных средствах УТК-ПП и Кудесник количество тренировок значительно уменьшится.

Первая группа, показанная на диаграмме (рис. 6), характеризует требуемое количество тренировок, совершенных на представленных УС и в ходе реальных прыжков до достижения заданного уровня обученности ( $P_{зад}$ ) для стапеля при соответствующем уровне адекватности

стапеля реальному прыжку ( $\gamma_{стапеля}$ ). При этом скорость восприятия учебной информации ( $\varepsilon$ ) для УС с CAO имеет большее значение, следовательно, и результаты вычисления характеризуется лучшими показателями. Не стоит забывать, что только в ходе реальных прыжков обучаемый парашютист может достичь максимально возможного уровня обученности. Проведя простое вычисление и предполагая, что при освоении ППС на УС Кудесник с CAO обучаемый достигнет максимального уровня обученности за 19 тренировок, в последующем ему требуется совершить еще 23 (42-19) прыжка для достижения максимально возможного уровня обученности в целом в ходе подготовки.

## ВЫВОДЫ

Динамическое сопровождение при обучении парашютистов на учебных средствах можно оценивать объективными способами, в частности с использованием средств телеметрии по параметрам изменения углов крена и проекций величины ускорения свободного падения от времени; при этом, сравнивать указанные параметры следует с аналогичными из реальных прыжков при фиксированных учебно-тренировочных заданиях. Проведенное таким образом исследование, верифицированное экспертным опросом опытных специалистов — парашютистов, позволяет утверждать о достаточной адекватности реализованного в учебном средстве «Кудесник» импульсного прохода моделирования акселеративного воздействия на обучаемого при тренажерной подготовке.

Предложен принцип количественной оценки учебных средств для подготовки парашютистов за счет обобщения влияния следующих показателей: — значимость воздействующих факторов на формирование правильных зрительно-моторных образов действий; — дидактическая значимость этапов прыжка на общий уровень готовности обучаемого при первоначальной подготовке; — выставленных оценок о наличии моделируемой среды в учебных средствах позволил выявить наиболее эффективные учебные средства из представленных. Сам принцип количественной оценки обладает определенной новизной, что подтверждается отсутствием подобных научных работ.

Результаты произведенной нами оценки учебных средств по показателю требуемое количество тренировок для достижения максимального уровня обученности на учебном средстве подтверждает необходимость разработки более сложных учебных средств с высоким качеством моделирования учебных заданий и автоматизацией обучения. Использование подобных систем в процессе обучения значительно повысят эффективность подготовки специалистов, осваивающих планирующие парашютные системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айзинов, С. Д. Анализ эффективности морских тренажеров / Морской флот. — 2006. № 6 — С. 18–23
2. Красовский, А. А. Основы теории авиационных тренажеров / А. А. Красовский. — М.: Машиностроение, 1995. — 303 с.
3. Тренажерные комплексы и тренажеры: технологии разраб. и опыт эксплуатации: / [В. Е. Шукшунов и др.]; под ред. проф. В. Е. Шукшунова — М.: Машиностроение, 2005. — 383 с.
4. Магид, С. И. Теория и практика тренажеростроения для тепловых электрических станций. — М.: Изд-во МЭИ, 1998. — 153 с.
5. Мордакин, Б. Ю. Воздушно-десантная подготовка курсантов образовательных организаций высшего образования Министерства обороны Российской Федерации с применением перспективных средств обучения: дис. ... канд. воен. наук / Б. Ю. Мордакин. — М.: ВУНЦ СВ «ОВА ВС РФ», 2015. — 199 с.
6. Абанин, В. С. О роли динамического сопровождения в обучении десантников-парашютистов вооруженных сил иностранных армий / В. С. Абанин, С. С. Кутовой, А. Г. Концевой, С. Ю. Прокофьев / Военно-теоретический журнал «Военная Мысль» / № 8. 2017. С. 68–82.
7. Абанин, В. С. Моделирование процесса наземной подготовки парашютистов для автоматизации управления учебными сценариями и реализации в перспективном облике тренажера / В. С. Абанин, С. С. Кутовой, Ю. Н. Шлыков / Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки -№ 11,—2019.— С. 32–38.
8. Абанин, В. С. Обоснование технического облика учебного информационного поля рабочего места парашютиста для динамического тренажера / В. С. Абанин // Научный резерв. — 2019. — № 1. — С. 46–50.
9. Абанин, В. С. Устройство для регистрации полетной информации парашютиста / В. С. Абанин, А. Г. Концевой, А. Н. Осипов / Известия Института инженерной физики № 4. 2019. — С. 16–21.
10. Жуков, Г. П. Военно-экономический анализ и исследование операций: учебник / Г. П. Жуков, С. Ф. Викулов / М.: Воениздат 1987. — 435с.

© Абанин Владислав Сергеевич (vlad-ac@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Рязань



# АНАЛИЗ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК, КАК АППАРАТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И РЕАЛИЗУЕМОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОПОЕЗДОВ

**Амосов Алексей Германович**

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

## ANALYSIS OF ERGONOMIC CHARACTERISTICS AS AN APPARATUS FOR IMPROVING THE QUALITY AND REALIZED EFFICIENCY OF TRAIN TRAINS

**A. Amosov**

*Summary.* The purpose of the presented work is to improve the quality and efficiency of the implemented by controlling the ergonomic requirements for road trains based on rational consideration of the characteristics of operators, technical means of activity and environmental factors in functional premises during the entire period of their operation. To do this, the work carried out an assessment of the requirements and how to achieve them. And ensuring the full range of safety requirements can be achieved by implementing the above design recommendations at the design stage. To assess the quality and describe the system man-machine in the modern world are widely used ergonomic features that make up the set of indicators and they help in the description of the extent to which the technical components and conditions the scope of hypothetical possibilities in order to create effective conditions for allowing a particular kind of activity, and the preservation of health — a basic rule of ergonomics. Characteristics of technical means of the road train, peculiarities of conducting and organizing individual and collective activities are evaluated and optimized. The most comprehensive criteria for ergonomic optimization is safety, the level of which determines the effectiveness of the human-machine system and the functioning of the entire system. The need to take into account the characteristics of a particular person is used in the formulation of the basic design principle — “human-oriented” design.

*Keywords:* road train, reliability, efficiency, ergonomics, complex technical system, characteristics, analysis, control, evaluation.

*Аннотация.* Целью представленной работы является повышение качества и реализуемой эффективности путем контроля эргономических требований к автопоездам, основанных на рациональном учете характеристик операторов, технических средств деятельности и факторов среды в функциональных помещениях в течении всего срока их эксплуатации. Для этого в работе проведена оценка требований и способ их достижения. А обеспечение полного комплекса требований по безопасности может быть достигнуто путем исполнения приведенных конструктивных рекомендаций на этапе проектирования. Для оценки качества и описания системы человек-машина в современном мире широко применяются эргономические характеристики, составляющие набор показателей и они помогают в описании степени соответствия технических компонентов и условий сферы применения гипотетическим возможностям в целях создания эффективных условий позволяющих вести тот или иной род деятельности, а сохранение здоровья — основное правило эргономики. Оценке и оптимизации подвергаются характеристики технических средств автопоезда, особенности проведения и организации индивидуальной и коллективной деятельности. Наиболее объемлющими критериями эргономической оптимизации является безопасность, уровень которой определяет эффективность деятельности в системе «человек-машина» и функционирования всей системы. Необходимость учета особенностей определенного человека используется в формулировке основного принципа проектирования — «человекоориентированное» проектирование.

*Ключевые слова:* автопоезд, надежность, эффективность, эргономика, сложная техническая система, характеристики, анализ, контроль, оценка, качество.



Рис. 1. Алгоритм предоставления информации

**Н**а сегодняшний день существует множество работ посвященных эргономике колесной техники. В их числе работы таких авторов, как Изегин Н.Д., Диова Т.В., Смирнова М.А., Капитонов М.В. Голиков В.А, Бухтяров В.Н.

Анализ работ по данной теме показал, что большинство авторов не рассматривают вероятность существования обратной зависимости и возможность применения эргономического проектирования, на ранних этапах проектирования сложных технических систем.

В то время, как эмпирически установлено, что безопасность и эргономическая составляющая имеют прямую зависимость.

Результат настоящей работы может быть применен к документации и готовому изделию.

Основные задачи проводимого анализа характеристик:

- ◆ контроль и оценка полноты и правильности реализации эргономических требований;
- ◆ определение причин невыполнения установленных эргономических требований и последствий их влияния на реализуемую эффективность;
- ◆ обоснование возможных путей совершенствования эргономических характеристик.

Требования, предусматриваемые в конструкции должны обеспечивать [1, 2, 3, 4, 5, 6]:

- ◆ электробезопасность;
- ◆ пожаробезопасность;
- ◆ безопасность погрузочных работа и перемещению грузов;
- ◆ безопасность по работам на высоте до 40 м;
- ◆ биологическую защищенность.

Обеспечение электробезопасности может быть достигнуто путем соответствующих конструктивных решений и организационных мероприятий:

- ◆ защитой от статического электричества;
- ◆ допуском к работам обслуживающего персонала, прошедшего обучение и проверку знаний;

Пожаробезопасность может быть достигнута путем соответствующих конструктивных решений:

- ◆ конструкция составных частей должна быть выполнена, в основном, из негорючих материалов, за исключением смазок, применяемых для обработки трущихся и резьбовых поверхностей;
- ◆ материалы, применённые в конструкции составных частей, должны быть совместимы с точки зрения пожарной безопасности;
- ◆ должно быть обеспечено предотвращение попадания горюче-смазочных материалов на узлы и детали, подверженные искрообразованию или сильному нагреву.

Обеспечение безопасности обслуживающего персонала от механических воздействий может быть достигнуто путем принятия соответствующих мер:

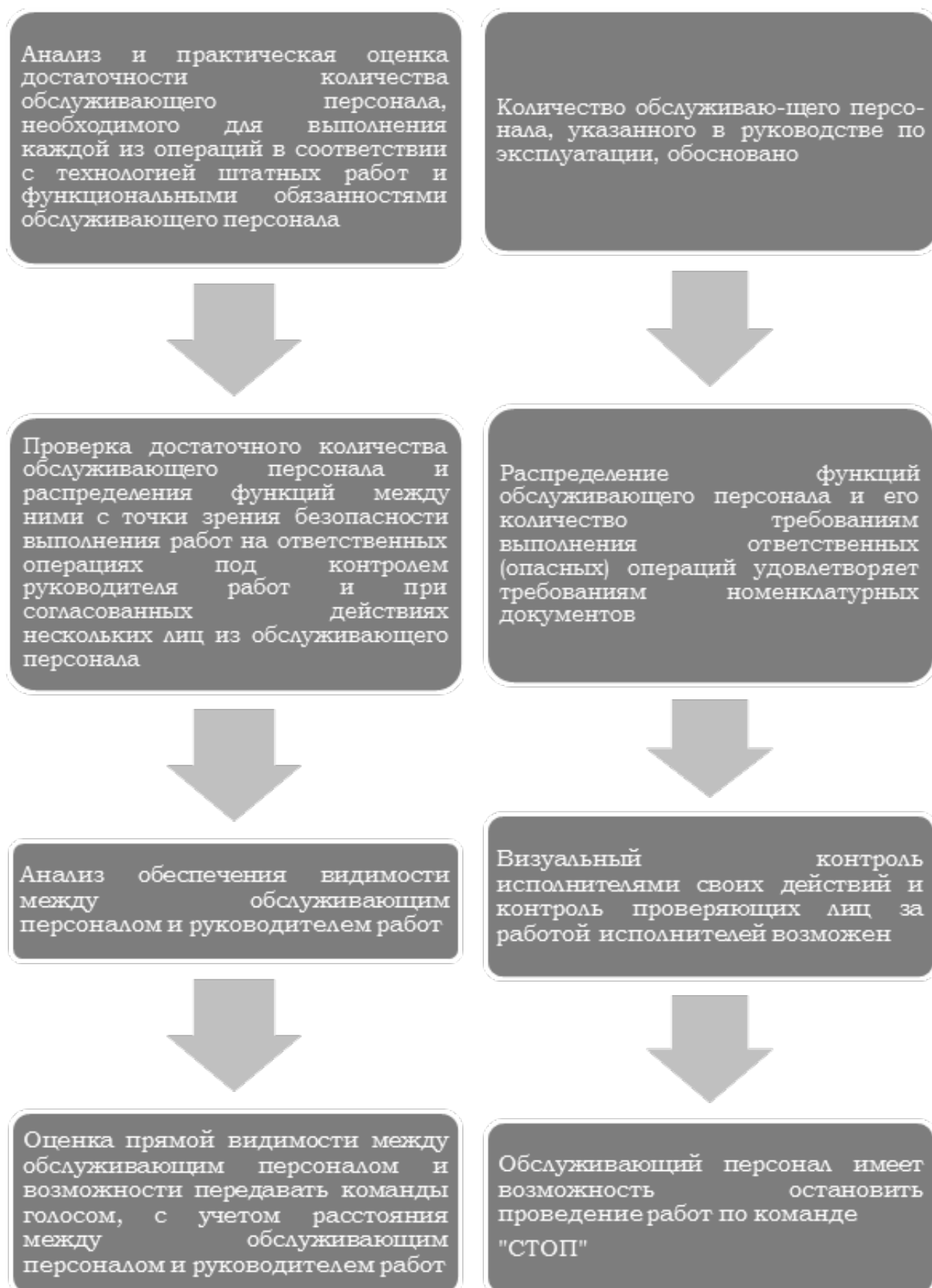


Рис. 2. Алгоритм деятельности обслуживающего персонала



Рис. 3. Алгоритм оценки организации рабочих мест

- ◆ предотвращением травмирования персонала при работе с оборудованием (отсутствие острых углов, кромок и поверхностей с неровностями, представляющими опасность);
- ◆ исключением возможности контакта обслуживающего персонала с движущимися и вращающимися частями оборудования;
- ◆ предотвращением самоотвинчивания или разъединения болтовых, шпоночных соединений;
- ◆ обеспечением крепления съемных частей невыпадающими винтами или болтами;
- ◆ предотвращением падения с высоты узлов, деталей или инструмента.

Требования по обеспечению безопасности от ошибочных действий обслуживающего персонала могут быть реализованы выполнением следующих требований:

- ◆ исключение возможности неправильной установки и сочленения, узлов и деталей при эксплуатации при соблюдении требований конструкторской документации и руководства по эксплуатации.

Выполнение требований по взрывобезопасности может быть выполнено при принятии следующих решений:

- ◆ исключение образования взрывоопасной среды;
- ◆ исключения возникновения источника инициирования взрыва.

Исходя из условий безопасности, необходимо при проведении анализа эргономических характеристик, выполнить следующие основные требования [7, 8, 9]:

- ◆ достаточность объема информации для выполнения функций управления и обслуживания;
- ◆ обеспечение визуального контроля исполнителем своих действий и контроля;
- ◆ возможность остановить проведение операций при возникновении неожиданных и аварийных ситуаций;
- ◆ исключение превышения нормативных физических нагрузок на обслуживающий персонал;
- ◆ обеспечение защиты от статического электричества и заземление;
- ◆ соответствие размера шрифта, контрастности маркировок, надписей и обозначений эргономическим требованиям.

Для достижения точного результата следует выполнить:

- ◆ оценку организации предоставления информации в системе «Человек-Машина» (рис. 1);
- ◆ оценку алгоритмов деятельности обслуживающего персонала и рациональности распределения функций в системе «Человек-Машина» (рис. 2);
- ◆ оценку организации рабочих мест и размещения оборудования (рис. 3);

Совокупность полученных удовлетворительных результатов с рис. 1–3 позволяет считать проведенный анализ выполненным.

## Вывод

1. На этапах проектирования и изготовления меры безопасности реализуются конструктивно-техническими решениями и организационными мерами в конструкторской документации, что в свою очередь может повысить качество выпускаемой продукции и позволить не допустить ошибок на более поздних этапах. Документами, подтверждающими выполнение требований по безопасности эксплуатации являются:
  - ◆ рабочие чертежи;
  - ◆ технические условия;
  - ◆ расчеты;
2. Необходимость проведения анализа с выявлением параметров требующих улучшения и оценкой эффективности с учетом мер безопасности подтверждают риски, связанные с возможными отказами в работе составных частей.
3. Практические рекомендации по улучшению эргономических характеристик и повышению эффективности сложных технических систем следуют из:
  - ◆ определения степени реализации и контроля полноты эргономических требований;
  - ◆ определения выявленных в процессе анализа эргономических параметров, не соответствующих нормативным значениям;
  - ◆ устранения выявленных параметров, не соответствующих нормативным значениям, и улучшению эргономических характеристик

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.3.020–80 Система стандартов безопасности труда. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности; введ. 1981–07–01. — М: Издательство стандартов, 80.
2. ГОСТ 12.4.124–83 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования; введ. 1984–01–01. — М: издательство стандартов, 83
3. Правила по охране труда при работе на высоте утверждены приказом Минтруда России от 28.03.2014 № 155н
4. Правила по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов», утверждены приказом Минтруда России от 17.09.2014 г. № 642н
5. Правила противопожарного режима в Российской Федерации», утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 г. № 390
6. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» утверждены приказом Ростехнадзора № 533 от 12.11.2013 г.
7. ГОСТ 12.2.032–78 Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования; введ. 1979–01–01. — М: Издательство стандартов, 78.
8. ГОСТ 12.2.033–78 Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования; введ. 1979–01–01. — М: Издательство стандартов, 79
9. Макаров В. С. Исследование влияния интеллектуальных систем помощи водителю на пропускную способность городских дорог и расчет экономического эффекта от внедрения / А. И. Марковнина, А. В. Папунин, У. Ш. Вахидов // Труды НГТУ им. П. Е. Алексеева. — 2019. — № 2 (125). — С. 178–186.

© Амосов Алексей Германович (lamosov@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОМПОНЕНТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В САПР

## RESEARCH AND DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL AND SOFTWARE COMPONENTS OF A PROJECT MANAGEMENT SYSTEM IN CAD

*Ahmed Z. M.S*

*Summary.* The paper considers the research and development of mathematical and software projects for project management in CAD, it is shown that it is necessary to build oriented digraph and find its parameters.

*Keywords:* automation, information support, software, CAD, technological processes.

**Ахмед Зияд Мохаммед Салех**

Аспирант, Санкт-Петербургский государственный  
электротехнический университет  
Санкт-Петербургский государственный  
электротехнический университет «ЛЭТИ»  
zeadasaed@mail.ru

*Аннотация.* В работе рассматривается исследование и разработка математического и программного обеспечения системы управления проектами в САПР, показано, что необходимо построить ориентированный орграф и найти его параметры.

*Ключевые слова:* автоматизация, информационное обеспечение, программное обеспечение, САПР, технологические процессы.

**Н**а многих современных предприятиях используются системы автоматизированного проектирования, или САПР. Существует большое количество поставщиков подобных решений.

При рассмотрении процесса проектирования в качестве объекта управления нужно решить ряд важных задач, среди которых можно выделить такие, как:

1. формулировка целей управления,
2. определение объекта управления,
3. структурный синтез модели объекта управления
4. синтез системы управления.

С точки зрения процесса управления сам процесс управления может быть описан с помощью планов, графиков, документов и может быть проконтролирован с помощью отчетной документации менеджерами проектов.

После каждой фазы проекта менеджеры проекта передают информацию на следующие этапы проектирования. На каждой фазе проекта необходимо производить оценку затрат.

Основной проблемой для постановки задачи разработки компонентов математического и программного обеспечения системы управления проектами в САПР является минимизация стоимостных затрат на разработку.

Для анализа затрат на разработку и анализа улучшения выполнения работ по проекту, увеличению/

уменьшению производственных мощностей необходимо четко упорядочить проект по фазам и по задачам. Именно поэтому необходимо выделять фазы и этапы проекта.

Процесс проектирования может быть представлен как набор проектных процедур, связанных определенными функциями.

Математическим объектом, подходящим для моделирования процесса проектирования, является ориентированный граф (орграф)  $G(V, D)$ , вершины  $V$  которого описывают комплексные проектные процедуры технологического маршрута, а дуги  $D$  — информационные связи между этими процедурами.

На рисунке 1 приведем пример диаграммы состояний проекта.

Существуют шесть рабочих состояний, каждому из которых соответствует свой код (указан в скобках):

1. Пассивна (0).
2. Ожидания (1).
3. Активна (2).
4. Приостановлена (3).
5. Завершена локально (4).
6. Завершена глобально (5).

На рисунке 1 приведены следующие рабочие состояния:

- 0 — Генерация рабочей модели

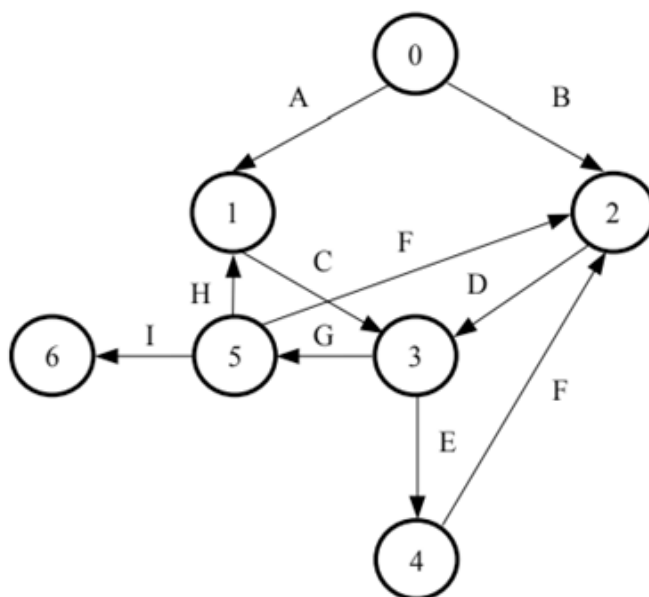


Рис. 1. Диаграмма состояний проекта

- 1 — пассивное
- 2 — ожидание
- 3 — выполнение
- 4 — приостановленное
- 5 — завершено локально
- 6 — завершено глобально

На рисунке 1 описаны следующие переходы:

- A — генерация состояния для процедуры, не имеющей входных ссылок;
- B — генерация состояния для процедуры, имеющей входные ссылки;
- C — инициация выполнения;
- D — получение проектного решения от предыдущей процедуры;
- E — обнаружение ошибки проектирования в полученном проектном решении;
- F — откат в технологическом маршруте для процедуры, имеющей входные ссылки;
- G — передача проектного решения следующей процедуре;
- H — откат в технологическом маршруте для процедуры, не имеющей входных ссылок;
- I — передача проектного решения в архив.

Очевидно, хорошим планом можно считать такой, при котором обеспечивается высокое качество проектных решений. Для этой цели необходимо иметь достаточное время; в условиях сильной перегрузки невозможно вести вариантную проработку, возрастает вероятность ошибок, а это, как минимум репутационные потери, которые рано или поздно превратятся в экономические.

Вместе с тем недогрузка подразделений ведет к потерям рабочего времени и, как следствие, к прямым экономическим потерям. Поэтому наилучшим планом естественно признать такой, который обеспечивает равномерную и по возможности полную загрузку всех подразделений. В математическом представлении это означает минимизацию среднеквадратического отклонения загрузки от производственной мощности.

Для оценки загрузки от производственной мощности был принят алгоритм оптимизации, описываемый формулой:

$$\Phi(Tr) = \sum_{i=1}^K \sum_{s=1}^N \left( P_{is}^0 - \sum_{r=1}^M P_{isr} \right)^2 \rightarrow \min$$

Здесь Tr PH — возможное раннее начало по r-му проекту;

- Tr ПК — допустимое позднее окончание проекта;
- Lr — длительность разработки r-го проекта;
- Tr — фактическое начало r-го проекта в рассматриваемом варианте плана;
- M — число проектов, входящих в план;
- K — количество месяцев планового периода;
- N — количество специальностей;
- Pis0 — планируемая мощность S-й специальности в i-м месяце;
- Pisr — загрузка S-й специальности r-м проектом в i-м месяце.

Иначе говоря, здесь как раз минимизируется среднеквадратическое отклонение загрузки от производ-

ственной мощности, что логично с точки зрения достижения нашей цели.

Сама возможность оптимизации здесь основана на том, что каждый проект с точки зрения сроков его выполнения располагает некоторой степенью свободы в пределах сроков  $Tr_{PH}$  и  $Tr_{ПК}$ .

Это означает, что срок выполнения работы, предусмотренный в договоре, избыточен по отношению к объективно необходимому.

Однако в условиях конкурентной среды проектная организация не может себе позволить такие избытки

в сроках: заказчик не согласится и отдаст заказ другой проектной организации.

Поэтому если такой избыток сроков и существует, то далеко не для всех работ, и там, где он есть, он минимален.

Принцип использования приоритетов вносит заведомую субъективность в алгоритм и делает его просто достаточно «продвинутым» инструментом достижения заранее предполагавшейся цели: в конечном счете именно руководитель, назначающий приоритеты, решает, какие работы можно сдвигать, а какие — нет.

---

### ЛИТЕРАТУРА

1. Евгеньев Г. и другие «САПР 21 века». <https://sapr.ru/article/7110>

---

© Ахмед Зияд Мохаммед Салех ( zeadasaed@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ЛЭТИ



# ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В СМАЗОЧНОМ СЛОЕ<sup>1</sup>

## NUMERICAL MODELING OF HEAT TRANSFER IN THE LUBRICANT LAYER

V. Akhmetov

*Summary.* The problem of heat transfer in the lubricant layer of a sliding bearings at moderate Reynolds numbers is investigated. The main flow was calculated using the complete system of Navier-Stokes equations. The temperature distribution in the flow was determined from the heat balance equation taking into account the calculated velocity field. A significant inhomogeneity of the temperature field is shown.

*Keywords:* heat transfer, swirling flows, viscous fluid, lubrication theory, finite-difference method, recirculation zones.

**Ахметов Вадим Каюмович**

Д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Национальный  
исследовательский Московский государственный  
строительный университет»  
vadim.akhmetov@gmail.com

*Аннотация.* Исследована задача о теплопереносе в смазочном слое опоры скольжения при умеренных числах Рейнольдса. Расчет основного течения проводился с использованием полной системы уравнений Навье-Стокса. Распределение температуры в потоке определялось из уравнения баланса тепла с учетом рассчитанного поля скоростей. Показана существенная неоднородность температурного поля.

*Ключевые слова:* теплоперенос, закрученные потоки, вязкая жидкость, теория смазки, конечно-разностный метод, рециркуляционные зоны.

**И**сследование процессов теплопереноса в смазочном слое является актуальной задачей в связи с разработкой современных опор скольжения. Расчеты гидродинамических характеристик при этом, как правило, основываются на модели Стокса, которая имеет ограниченные возможности применения и позволяет с достаточной точностью получать результаты только при малых числах Рейнольдса. Границы применимости такой модели и диапазон чисел Рейнольдса, при котором возможно использование классической теории смазки, представлены в работе [1]. При умеренных и высоких значениях чисел Рейнольдса требуется проведение расчетов с использованием полной системы уравнений Навье-Стокса.

В данной работе исследуется задача теплопереноса в смазочном слое опоры скольжения, для которой гидродинамический расчет основного течения проведен в полной постановке с учетом нелинейных членов в уравнении движения жидкости.

### 1. Исследование гидродинамики потока

Рассмотрим задачу о движении смазочного слоя вязкой несжимаемой жидкости между вращающимся

верхним основанием с заданной угловой скоростью  $\omega_1$  и неподвижным нижним основанием, в которое поступает поток смазки через отверстие ( $0 \leq r \leq R_0$ ) с постоянной скоростью  $V$  и вытекает через открытую боковую поверхность (рис. 1).

Для исследования гидродинамики поставленной задачи в предположении ламинарности течения воспользуемся полной системой уравнений Навье-Стокса, которая в цилиндрической системе координат  $r, \varphi, z$  может быть записана в виде:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} \right) = -\Omega, \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Omega}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z} (V_z \Omega) + \frac{\partial}{\partial r} (V_r \Omega) = \\ = \frac{1}{\text{Re}} \left[ \frac{\partial^2 \Omega}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 \Omega}{\partial r^2} + \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{\Omega}{r} \right) \right] + \frac{1}{r} \frac{\partial (V_\varphi)^2}{\partial z}, \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial V_\varphi}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z} (V_z V_\varphi) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r V_r V_\varphi) + \frac{V_r V_\varphi}{r} = \\ = \frac{1}{\text{Re}} \left[ \frac{\partial^2 V_\varphi}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial V_\varphi}{\partial r} \right) - \frac{V_\varphi}{r^2} \right], \end{aligned} \quad (3)$$

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 18-01-00762)

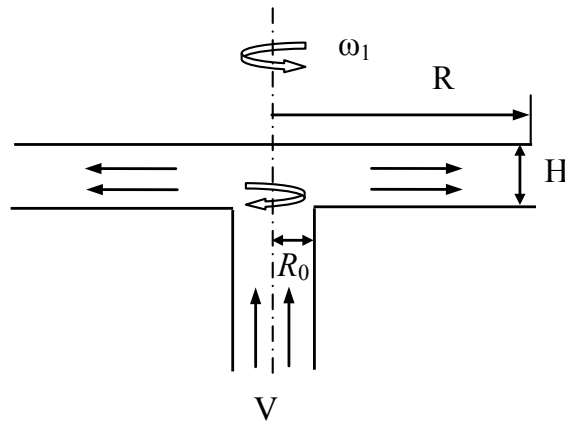


Рис. 1. Схема течения

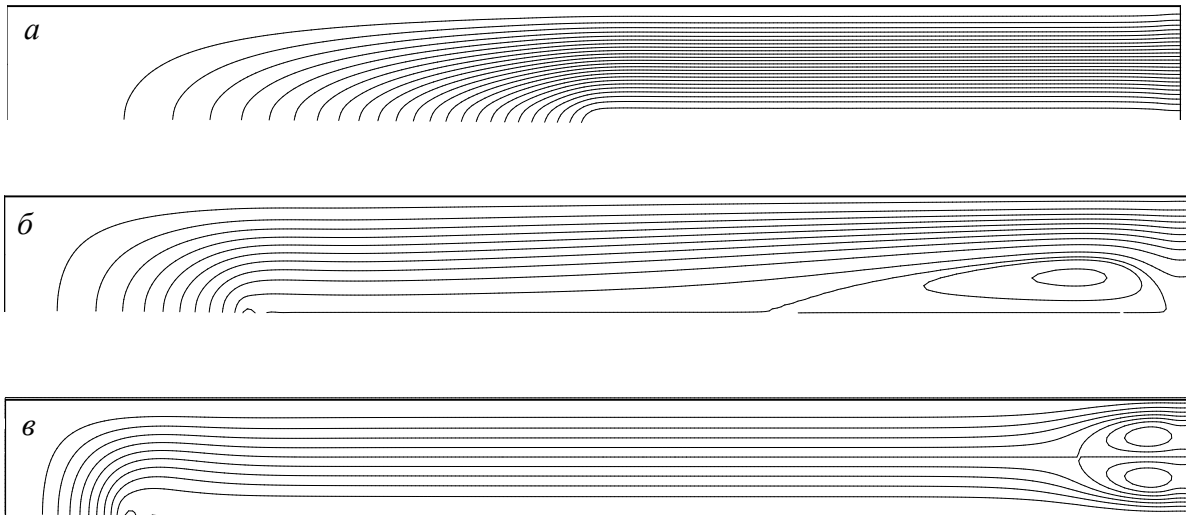


Рис. 2. Линии тока при  $h = 0.1, V_0 = 0.1, \beta = 2, Re = 10, r_0 = 5$  (а),  $Re = 50, r_0 = 2$  (б),  $Re = 100, r_0 = 1$  (в)

$$V_r = -\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z}, \quad V_z = \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r}, \quad \Omega = \frac{\partial V_r}{\partial z} - \frac{\partial V_z}{\partial r}. \quad (4)$$

Здесь  $\psi$  — функция тока,  $\Omega$  — завихренность,  $V_z, V_r, V_\varphi$  осевая, радиальная и азимутальная составляющие скорости. Все переменные являются безразмерными величинами. Линейные размеры отнесены к толщине смазочного слоя  $H$ , а скорости — к значению  $W = \omega_1 R$ . Гидродинамика потока полностью определяется значениями следующих параметров: числа Рейнольдса  $Re = WH/\nu$ , где  $\nu$  — кинематическая вязкость и коэффициентов  $h = H/R, V_0 = V/W, \beta = R/R_0, r_0 = R_0/H$ .

Течение рассматривается в цилиндрической области  $D (0 \leq z \leq 1, 0 \leq r \leq r_k), r_k = R/H$ . Граничные условия для системы (1)-(4), численный метод решения поставленной задачи и сравнение полученных решений с результатами расчетов по классической теории смазки представлено в [1]. Характерные картины линий тока рассматриваемой конфигурации течения изображены на рис. 2.

При малых числах Рейнольдса, например  $Re = 10$  (рис. 2, а), течение характеризуется безотрывной структурой и соответствует классической теории смазки.

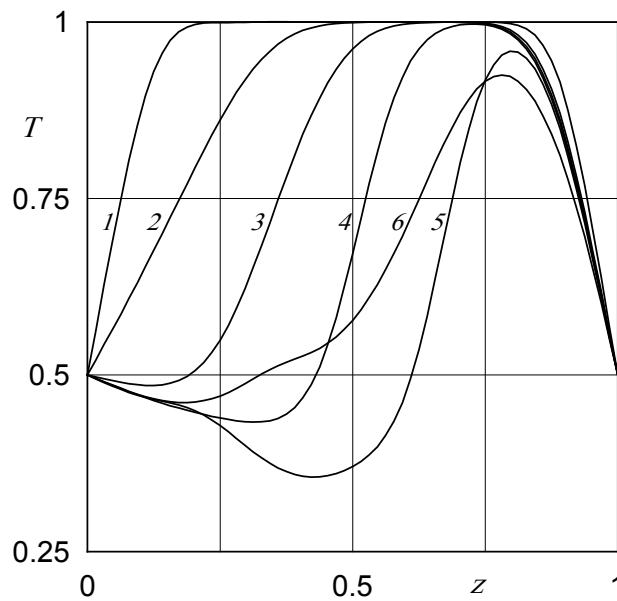


Рис. 3. Распределение температуры при  $Re = 100, h = 0.1, V_0 = 0.1, \beta = 2, r_0 = 2$  в сечениях  $r/R = 0.3, 0.5, 0.6, 0.7, 0.9, 1$  (кривые 1–6)

С увеличением числа Рейнольдса, которое может быть связано с ростом угловой скорости вращения  $\omega_1$  или с уменьшением толщины смазочного слоя  $H$ , в потоке формируются зоны возвратных течений (рис. 2, б). Этот эффект связан с явлением распада вихря [2–4]. При дальнейшем увеличении числа Рейнольдса происходит разделение потока на две симметричные части также с образованием зон рециркуляции (рис. 2, в).

## 2. Перенос тепла в смазочном слое

Перейдем к исследованию распределения температуры в смазочном слое. Для этого воспользуемся решением гидродинамической задачи в рамках уравнений Навье-Стокса, полученным в предыдущем разделе полем течений и распределением компонент скоростей. Баланс тепла в рассматриваемой области течения может быть описан в безразмерном виде уравнением переноса:

$$\begin{aligned} \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z}(V_z T) + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r}(r V_r T) = \\ = \frac{1}{Re Pr} \left[ \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T}{\partial r} \right) \right], \end{aligned} \quad (5)$$

где  $T$  — температура,  $Pr = \nu/a$  — число Прандтля,  $a$  — коэффициент температуропроводности.

В качестве граничных условий для уравнения (5) используем выражения:

$$z = 0: T = 1, \quad 0 \leq r \leq r_0, \quad T = T_1, \quad r_0 \leq r \leq 1, \quad (6)$$

$$z = 1: T = T_2, \quad 0 \leq r \leq 1, \quad (7)$$

$$0 \leq z \leq 1: \frac{\partial T}{\partial r} = 0, \quad r = 0, \quad r = r_k. \quad (8)$$

В этом случае температура на входе и твердых поверхностях соответствует заданным начальным значениям, а в выходном сечении задаются мягкие граничные условия.

Решение краевой задачи (5)-(8) осуществлялось конечно-разностным методом установления. На рис. 3 представлены зависимости распределения температуры для течения, изображенного на рис. 2, б. Основной эффект, отмеченный в исследовании, заключается в понижении температуры смазочного слоя в рециркуляционных зонах (кривые 3–6). Данный характер распределения температуры имеет аналогию с эффектом Ранка-Хилша [5], используемым для температурного разделения потока в поле действия центробежных сил.

## Заключение

Представленная методика исследования позволяет проводить численное моделирование процессов теплопереноса в смазочном слое при умеренных чис-

лах Рейнольдса, в частности, при наличии в потоке зон возвратных течений. Распределение температуры при движении смазки характеризуется значительной неод-

нородностью. Увеличение вращения потока способствует охлаждению приосевых слоев течения и нагреванию периферийных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметов В. К. Границы применимости модели Стокса в расчетах опор скольжения // Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики. Серия Естественные и Технические Науки. 2019. № 10. С. 63–65.
2. Lucca-Negro O., O'Doherty T. Vortex breakdown: a review. *Progr. in Energy and Comb. Sci.* 2001. V. 27. P. 431–481.
3. Dennis D. J. C., Seraudie C., Poole R. J. Controlling vortex breakdown in swirling pipe flows: Experiments and simulations. *Physics of Fluids*. 2014. V. 26, 053602.
4. Ахметов В.К., Шкадов В.Я. Устойчивость свободных и ограниченных закрученных течений с зонами рециркуляции // Инженерная физика. 2008. № 6. С. 6–13.
5. Пиралишвили Ш.А., Поляев В. М., Сергеев М. Н. Вихревой эффект. Эксперимент, теория, технические решения. М.: Энергомаш, 2000. 414 с.

© Ахметов Вадим Каюмович ( [vadim.akhmetov@gmail.com](mailto:vadim.akhmetov@gmail.com) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский государственный строительный университет

# ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МАКСИМАЛЬНОГО ПРАВДОПОДОБИЯ ДЛЯ ПОИСКА СКРЫТЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ

**Бучнев Олег Сергеевич**

*К.т.н., Иркутский национальный исследовательский  
технический университет  
buchnevo81@mail.ru*

## APPLICATION OF THE MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION FOR THE SEARCHING OF HIDDEN NONLINEAR DEPENDENCIES

**O. Buchnev**

*Summary.* The problem of nonlinearity in data analysis is relevant for most statistical methods. Data analysis is useful, among other things, for reducing the dimension or for searching for hidden dependencies in data. For searching of hidden dependencies, factor analysis is used. The most powerful of factor analysis methods is the maximum likelihood estimation, and it is successfully used for searching of hidden linear relationships. But when the dependencies are nonlinear, the maximum likelihood estimation does not always give good results. In this paper a modification of the maximum likelihood estimation is proposed. In the proposed modification of the MLE, the pair correlation matrix is proposed to be replaced by the matrix of correlation indexes obtained by using polynomial regression. A method for converting the resulting matrix of correlation indexes into a symmetric matrix is proposed. The results of the modified MLE operation on both model and real data are presented. The proposed modification of the MLE can supplement the set of methods available to the researcher. The results of the modified MLE can provide additional information about the subject area in the analysis of data, including the search and study of hidden dependencies.

*Keywords:* factor analysis, maximum likelihood estimation, polynomial regression, correlation index, nonlinear dependence.

*Аннотация.* Проблема нелинейности при анализе данных актуальна для большинства статистических методов. Анализ данных проводится, в том числе, с целью сокращения размерности или поиска скрытых зависимостей в данных. Для поиска скрытых зависимостей применяют факторный анализ. Методы факторного анализа, и наиболее мощный из них — метод максимального правдоподобия, успешно используется для поиска скрытых линейных зависимостей. В случае, когда зависимость переменных нелинейная, метод максимального правдоподобия не всегда дает хорошие результаты. В статье предложена модификация метода максимального правдоподобия. В предложенной модификации ММП матрицу парных корреляций предложено заменить матрицей индексов корреляции, полученных с применением полиномиальной регрессии. Предложен способ преобразования получаемой матрицы индексов корреляции в симметричную матрицу. Приведены результаты работы модифицированного ММП как на модельных, так и на реальных данных. Предложенная модификация ММП может служить дополнением к набору имеющихся у исследователя методов. Результаты работы модифицированного ММП могут давать дополнительную информацию о предметной области при анализе данных, в том числе, при поиске и исследовании скрытых зависимостей.

*Ключевые слова:* факторный анализ, метод максимального правдоподобия, полиномиальная регрессия, индекс корреляции, нелинейная зависимость.

## Введение

**В** настоящее время анализ данных крайне востребован, и интерес к нему продолжает нарастать. Это может быть обусловлено распространением технологий, требовательных к техническому и программному обеспечению, таких как машинное обучение, Big Data, нейронные сети. При обработке больших массивов данных для сокращения размерности и поиска скрытых зависимостей популярны так же методы многомерного статистического анализа, такие, как факторный анализ и метод главных компонент. Эти методы широко применяются для обработки и анализа данных при проведении научных исследований в различных областях — не только в сфере технических наук, но и, например, в социологии, психологии, медицине, экономике и других науках. В немалой степени этому способствует и распростране-

ние современных языков программирования с множеством библиотек, которые содержат функции анализа и статистической обработки данных.

В результате факторного анализа получают матрицу нагрузок на общие факторы  $L$ , диагональную матрицу дисперсий специфических факторов  $E$  и факторы  $f_i, i = \overline{1, k}$ . Для получения матрицы нагрузок на общие факторы  $L$  по ряду причин, рекомендуют метод максимального правдоподобия (ММП) [1]. Однако применение этого метода предполагает, во-первых, нормальный закон распределения исходных признаков [2], а во-вторых, в связи с тем, что сам факторный анализ позволяет найти скрытые факторы используя ковариационную (или корреляционную) матрицу исходных признаков, зависимость признаков предполагается линейной (линейная зависимость признаков является основным

предположением в факторном анализе [3]). Во многих практических приложениях зависимость между признаками может оказаться нелинейной, в этом случае традиционные методы факторного анализа оказываются малоэффективными.

За последнее время предложены подходы к решению проблемы нелинейной зависимости признаков. В работе [4] предложены две модификации ММП, использующие в качестве мер связи признаков ранговые коэффициенты корреляции Спирмена и коэффициенты Крамера. В работе [5] предложен алгоритм, который позволяет строить уточняющую модель и исследовать влияние нелинейной составляющей в факторном влиянии.

Следует отметить, что результаты факторного анализа являются, как правило, приближенными, и зависят, кроме прочего, от применяемого способа оценки матрицы нагрузок, общностей, вращения факторов. Кроме того, не всегда можно дать однозначную интерпретацию получаемым факторам. По этой причине, в практических приложениях, для решения задачи выделения факторов, в зависимости от условий решаемой задачи и предметной области, результаты могут зависеть от применяемых для анализа методов и техник. В данной работе предложена модификация ММП, основанная на использовании матрицы индексов корреляции, что делает возможным применение ММП для выявления факторов, порождающих нелинейные зависимости признаков.

Постановка задачи

Факторный анализ представляет собой совокупность методов, объединенных предположением о том, что изменчивость в значениях наблюдаемых признаков обусловлена наличием небольшого числа (меньшего, чем количество признаков) скрытых причин, общих для всех признаков. Эти причины называются общими факторами. Оставшаяся доля изменчивости каждого признака объясняется присутствием «частного фактора», который влияет только на этот признак, и ни на какой другой [4].

Конечная цель исследования, проводимого с привлечением методов факторного анализа, как правило, состоит в выявлении и интерпретации скрытых общих факторов. При этом исследователь преследует две противоречивые цели: необходимо минимизировать количество скрытых факторов, и в то же время минимизировать степень зависимости признаков от своих специфических остаточных случайных компонент [6]. Как и в любой модельной схеме, эта цель может быть достигнута лишь приближенно.

Таким образом, основной задачей факторного анализа является экономное описание эксперименталь-

ных данных. Он «объясняет» корреляционную матрицу системы случайных величин  $x_1, \dots, x_r$  наличием небольшого числа общих гипотетических переменных (факторов), от которых зависят  $x_1, \dots, x_r$ . В общем виде модель факторного анализа выглядит следующим образом:

$$\vec{x} = L\vec{f} + \vec{e}, \tag{1}$$

где  $L = \parallel l_{ij} \parallel$  — прямоугольная матрица нагрузок размера  $r \times k$ ;  $\vec{f} = (f_1, \dots, f_k)$  — общие факторы;  $\vec{e} = (e_1, \dots, e_r)$  — частные факторы [7].

Обозначим через  $C$  матрицу вторых моментов случайной величины  $\vec{x} = (x_1, \dots, x_r)$ . Тогда из выражения (1) следует:

$$C = LL^T + V,$$

где  $V$  — диагональная матрица размера  $r \times r$  с диагональными элементами равными остаточным дисперсиям:  $De_i = v_i, i = \overline{1, r}$ , остальные элементы этой матрицы равны нулю.

Пусть  $\vec{x}^{(1)}, \dots, \vec{x}^{(n)}, n \geq r$ , — независимые наблюдения над случайной величиной  $\vec{x}$ . Для этой системы случайных величин может быть построена выборочная ковариационная матрица:

$$A = \parallel a_{ij} \parallel_1^r = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \vec{x}^{(t)} \vec{x}^{(t)'} \tag{2}$$

(выражение справедливо для случая, когда вектор средних значений равен нулю). Для получения оценок параметров  $l_{ij}$  и  $v_i$  можно использовать информацию, содержащуюся в  $A$ . Согласно методу максимального правдоподобия, оценки  $l_{ij}$  и  $v_i$  определяют из условия, чтобы совместная плотность элементов выборочной ковариационной матрицы, вычисленная в наблюдаемой точке  $A = \parallel a_{ij} \parallel_1^r$ , т.е. функция правдоподобия, имела наибольшее значение.

Если случайный вектор  $\vec{x} = (x_1, \dots, x_r)$  распределен по нормальному закону  $N(0, C)$ , то совместное распределение элементов матрицы  $A = \parallel a_{ij} \parallel$ , называемое распределением Уишарта, имеет плотность распределения вероятностей:

$$W(r, n, C) = \gamma(r, n) |C|^{-\frac{n}{2}} |A|^{-\frac{(n-r-1)}{2}} e^{-\frac{n}{2} \sum_{i,j} a_{ij} c^{ij}} \tag{2}$$

где  $\parallel c \parallel^{ij} = C^{-1}$  и  $\gamma(r, n)$  — множитель, зависящий только от  $r$  и  $n$ .

Опуская члены, не зависящие от  $C$ , из (2) получаем, что искомые оценки для  $l_{ij}$  и  $v_i$  доставляют минимум функции

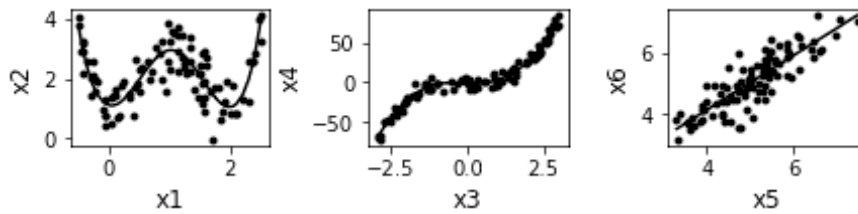


Рис. 1. Корреляционные поля сгенерированных наборов данных

$$L = \begin{pmatrix} -0,001 & 0,108 & 0,067 \\ -0,005 & -0,037 & 0,085 \\ 0,972 & -0,076 & -0,145 \\ 0,978 & -0,049 & 0,131 \\ -0,125 & -0,906 & -0,018 \\ -0,115 & -0,979 & 0,007 \end{pmatrix} V$$

$$= \begin{pmatrix} 0,98 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,99 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,03 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,02 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,16 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,03 \end{pmatrix}$$

Рис. 2

$$L = \ln|C| + \sum_{i,j} a_{ij}c^{ij} \quad (3)$$

Чтобы получить соответствующие уравнения, следует продифференцировать (3) по  $l_{ij}$  и  $v_i$ , и приравнять частные производные нулю. В результате будут получены уравнения максимального правдоподобия для нахождения оценок  $l_{ij}$  и  $v_i$  [7]:

$$L^T C^{-1} - L^T C^{-1} A C^{-1} = 0,$$

$$\text{diag}(C^{-1} - C^{-1} A C^{-1}) = 0,$$

где  $\text{diag}(M)$  обозначает матрицу, у которой на главной диагонали стоят диагональные элементы матрицы  $M$ , а все остальные элементы — нули.

К преимуществам метода максимального правдоподобия можно отнести хорошее приближение корреляционной матрицы, даже если вектор наблюдаемых переменных  $\vec{x} = (x_1, \dots, x_r)$  не имеет многомерное нормальное распределение, при этом метод максимального правдоподобия имеет под собой строгое математическое обоснование, и оценки максимального правдоподобия обладают такими свойствами, как состоятельность, асимптотическая несмещённость и асимптотическая эффективность [1].

Не смотря на то, что в практических приложениях факторного анализа зависимости переменных, как

правило, линейны, может возникнуть задача выявления фактора, порождающего нелинейную зависимость исходных признаков. В этом случае коэффициент корреляции при измерении силы связи перестает быть информативным, и имеющаяся, даже очевидная связь, не находит отражения в корреляционной матрице и в матрице нагрузок.

Для экспериментальной проверки выдвигаемых гипотез на языке Python 3 написана программа, с помощью которой можно получать наборы данных как с линейными, так и с нелинейными (описываемыми полиномом, порядок которого может быть задан пользователем) зависимостями между признаками. Для стандартного факторного анализа получаемых наборов данных использована функция FactorAnalysis бесплатной библиотеки машинного обучения Scikit-learn.

С помощью написанной программы получен набор данных из ста наблюдений, каждое наблюдение имеет шесть признаков. При этом первый и второй признаки связаны нелинейной зависимостью, которая может быть аппроксимирована выражением:  $\bar{x}_2 = 2x_1^4 - 8x_1^3 + 8x_1^2 + 1$ . Зависимость третьего и четвертого признаков можно аппроксимировать:  $\bar{x}_4 = 3x_3^2 + x_3$ . Пятый и шестой признак связаны линейной зависимостью с коэффициентом корреляции равным 0,8. Корреляционные поля соответствующих зависимостей показаны на рисунке 1.

Нагрузочная матрица и остаточные дисперсии сгенерированного набора данных, полученные с помощью функции FactorAnalysis, для случая, когда число факторов равно трем (рис. 2).

Как видно из нагрузочной матрицы, удалось выявить лишь два фактора, которые обусловили зависимость между переменными  $x_3, x_4$  и  $x_5, x_6$ . По значениям элементов остаточной матрицы видно, что переменные  $x_1, x_2$  не могут быть описаны этими двумя факторами. Этот вывод подтверждает значение критерия  $\chi^2=5$  при критическом значении  $\chi^2_{(0,05;4)}=9,5$ .

Таким образом, результат эксперимента указывает на то, что при наличии очевидной зависимости между исходными переменными, в случае, если она имеет нелинейный характер, методом максимального правдоподобия выделить порождающий ее фактор не удастся. Поэтому поставлена задача модифицировать метод максимального правдоподобия для определения факторных нагрузок и матрицы остаточных дисперсий для случая, когда зависимость между переменными нелинейная.

Метод решения

Для случая, когда зависимость между переменными нелинейная, вместо коэффициента корреляции Пирсона предлагается использовать индекс корреляции:

$$\eta_{xy} = \frac{\sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2} \tag{4}$$

где  $\hat{y}_i$  — значения функции нелинейной регрессии, которую можно получить, применив МНК [8]. При этом для индекса корреляции выполняется:  $0 \leq \eta_{xy} \leq 1$ . Из индексов корреляции строится матрица  $\Sigma$ . Поскольку  $\eta_{xy} \neq \eta_{yx}$ , при формировании для симметричности матрицы  $\Sigma$  из двух индексов корреляции будем выбирать наибольший:

$$\eta_{ij} = \max\{\eta_{x_i x_j}, \eta_{x_j x_i}\}, \text{ при } i \neq j, i, j = \overline{1, r}. \tag{5}$$

Для того, чтобы вектор наблюдений допускал интерпретацию в рамках модели факторного анализа (1), исходная матрица ковариаций (или корреляций) должна удовлетворять определенным требованиям [9, 10]. Кроме этого, существуют требования к соотношению размерности исходного пространства  $r$  и числа общих факторов  $k$ . Одним из общих требований является возможность представления исходной матрицы ковариаций в виде суммы диагональной матрицы с положительными элементами и матрицы ранга  $k$  с положительными собственными значениями. Следует отметить, что вопросы разрешимости задачи факторного анализа еще до конца не решены, поэтому покажем лишь, что

свойства получаемой матрицы индексов корреляции  $\Sigma$  совпадают со свойствами традиционно применяемой в факторном анализе ковариационной (корреляционной) матрицы. Во-первых, в силу (5), получаемая матрица симметрична. Во вторых, неотрицательная определенность вытекает из критерия Сильвестра:  $\eta_{x_1 x_1} = 1 > 0, 1 - \eta_{x_1 x_2}^2 \geq 0$  в силу свойства индекса корреляции.

После построения матрицы  $\Sigma$  для сгенерированных ранее данных, следует определить общности и выбрать начальное приближение в ММП. Для этого применен метод главных факторов. В результате выполнения итераций ММП получены нагрузочная матрица и матрица остаточных дисперсий:

$$L = \begin{pmatrix} 0,276 & 0,152 & \mathbf{0,949} \\ 0,248 & 0,103 & \mathbf{0,743} \\ \mathbf{0,995} & -0,078 & 0,009 \\ \mathbf{0,992} & -0,129 & -0,008 \\ 0,345 & \mathbf{0,938} & -0,017 \\ 0,401 & \mathbf{0,812} & -0,033 \end{pmatrix}$$

$$V = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,377 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,004 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,178 \end{pmatrix}$$

По результатам факторного анализа видно, что модифицированный ММП выделил первый фактор, порождающий нелинейную зависимость между  $x_1$  и  $x_2$ . Значения факторных нагрузок достаточно велики (больше 0,6), нагрузки специфических факторов малы, поэтому можно говорить о том, что полученные результаты отражают реальные зависимости, которые были заложены при генерировании тестового набора данных.

Экспериментальная часть и результаты

Для демонстрации результатов работы модифицированного ММП на реальных данных с сайта www.kaggle.com выбран набор данных «Red wine quality». В наборе данных 1600 наблюдений и 11 признаков: титруемые кислоты, летучие кислоты, лимонная кислота, сахар, соль, свободный диоксид серы, общее содержание диоксида серы, плотность (зависит от содержания алкоголя и сахара), кислотность, винно-сульфатная добавка, этанол.

Выберем число факторов, равное четырем. Факторные нагрузки, полученные методом максимального правдоподобия, приведены в таблице 1.



Таблица 1. Факторные нагрузки, полученные методом максимального правдоподобия.

ТК	<b>0,67</b>	-0,17	-0,03	<b>0,66</b>
ЛК	0,02	0,08	0,05	-0,4
Лим. к.	0,37	0,01	0,13	<b>0,68</b>
Сахар	0,36	0,17	-0,04	-0,1
Соль	0,21	0,08	0,97	0
СДС	-0,02	<b>0,67</b>	-0,05	-0,05
ОСДС	0,08	<b>0,99</b>	-0,05	0
Плотн.	<b>0,98</b>	0	-0,01	0
Ph	-0,34	-0,1	-0,19	<b>-0,7</b>
ВСД	0,15	0,05	0,34	0,2
Этанол	-0,5	-0,17	-0,1	0,32

$$V = |0,10,780,380,8300,55000,410,820,61|$$

Таблица 2. Факторные нагрузки, полученные модифицированным методом максимального правдоподобия.

ТК	<b>0,93</b>	0,37	-0,02	0
ЛК	0,22	0,22	0,02	0,36
Лим. к.	<b>0,6</b>	0,36	-0,02	0,36
Сахар	0,4	-0,26	0,31	-0,05
Соль	0,4	-0,3	0,07	<b>0,68</b>
СДС	0,22	0,13	<b>0,97</b>	0
ОСДС	0,22	0,04	<b>0,7</b>	0,12
Плотн.	<b>0,91</b>	-0,41	0	0
Ph	<b>0,6</b>	0,45	-0,04	0,33
ВСД	0,23	0,05	0,05	<b>0,68</b>
Этанол	0,54	-0,33	0,04	0,2

$$V = |0,0,80,380,680,2800,4500,330,480,56|$$

Анализируя факторные нагрузки, можно сделать вывод о том, что свободный диоксид серы и общее содержание диоксида серы коррелируют друг с другом. Также в зависимости находятся показатели величины титруемых кислот и плотности, соль образует отдельный фактор, четвертый фактор связывает показатели титруемых кислот, лимонной кислоты и кислотности. Летучие кислоты, этанол, сахар и содержание винно-сульфатной добавки не зависят от выделенных факторов. Полученные результаты не противоречат результатам, полученным в [11].

Применение модифицированного ММП к имеющемуся набору данных позволяет получить нагрузки на факторы, приведенные в таблице 2.

Как видно из результатов, этанол, сахар и летучие кислоты, как и в предыдущем случае, не зависят от выделенных факторов. Соль и винно-сульфатные добавки выделились в отдельный фактор, что логически может быть обосновано. Титруемые кислоты, лимонная кислота, Ph и плотность так же объединились в один фактор. Таким образом, можно говорить о том, что модифи-

цированный ММП дает несколько иные результаты, чем стандартный. Результат работы на экспериментальном наборе данных модифицированного ММП, в первом приближении, выглядит более обоснованным.

### Заключение

В статье рассмотрен ММП для решения задачи факторного анализа. На экспериментальных данных показано, что традиционный ММП не всегда может выявить нелинейные зависимости между показателями. Предложено модифицировать традиционный ММП, заменив матрицу парных корреляций индексами корреляции, полученными с использованием регрессионных полиномов. Предложен способ преобразования матрицы индексов корреляции в симметричную. На реальных данных проведен эксперимент, показавший, что предложенная модификация способна улучшить результаты факторного анализа. Предложенная модификация ММП обогащает арсенал имеющихся у исследователя методов, и может оказаться полезной, например, для уточнения некоторых результатов или когда стандартные методы исследования не позволяют получить приемлемый результат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлова И.В., Турундаевский В. Б. Выбор методы оценки матрицы нагрузок в факторном анализе и алгоритм оценки при нулевых нагрузках на часть специфических факторов // *Фундаментальные исследования* № 6, 2015. С. 161–165.
2. Харман Г. Современный факторный анализ // М.: Статистика, 1972–488 с.
3. Окунь Я. Факторный анализ // М.: Статистика, 1974–200 с.
4. Горяинова Е.Р., Шалимова Ю. А. Снижение размерности многомерных показателей с нелинейно зависимыми компонентами // *Бизнес-информатика*. 2015. № 3 (33). С. 24–33.
5. Шовин В. А. Нелинейные структурные уравнения и квадратичный факторный анализ // *Математические структуры и моделирование* 2018. № 2(46). С. 51–61.
6. Айвазян С.А., Бухштабер В. М., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности: Справ. изд. // М.: Финансы и статистика, 1989–607 с.: ил.
7. Ивченко Г.И., Медведев Ю. И., Введение в математическую статистику: Учебник. М.: Издательство ЛКИ, 2010–600 с.
8. Ферстер Э. Ренц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа // М.: Финансы и статистика, 1983–303 с.
9. Anderson T.W., Rubin H. Statistical inference in factor analysis. // *Proc. 3 Berkeley Symp. Math. Statist. And Probab.* — Univ. Calif. Press, 1956, 5. — P. 11–50.
10. Лоули Д., Максвелл А. Факторный анализ как статистический метод // М.: Мир, 1967–145 с.
11. Умарова Н.Н., Давлетшина Ф. И., Вильданова А. И., Евгеньев М. И. Многомерный анализ качества вин // *Вестник технологического университета*. 2016. Т. 19, № 13 с. 145–148.

© Бучнев Олег Сергеевич (buchnevo81@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Иркутск

# ОБ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ ПИД-РЕГУЛИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОВ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

## ABOUT INTELLECTUAL ADAPTATION OF PID-REGULATION IN CONTROL SYSTEMS OF BOILERS OF SMALL POWER

**S. Gordin  
I. Zaychenko**

*Summary.* As part of the study, a control scheme was implemented with the adaptation of the PID controller coefficients based on a neural network (neural network optimizer). The neural network optimizer was used as an add-on over the PID controller in the blast control scheme of a solid fuel boiler with periodic refueling. As a result of the experiment, it was found that the use of a neural network optimizer can increase the efficiency of the boiler.

*Keywords:* neural network, PID controller, neural network optimizer, nonlinear systems, methods for increasing the efficiency of solid fuel boilers.

**Гордин Сергей Александрович**

*К.т.н., Комсомольский-на-Амуре государственный университет  
gordin@knastu.ru*

**Зайченко Илья Владимирович**

*К.т.н., Доцент, Комсомольский-на-Амуре государственный университет  
zaychenko@inbox.ru*

*Аннотация.* В рамках исследования была реализована схема управления с адаптацией коэффициентов ПИД-регулятора на базе нейронной сети (нейросетевой оптимизатор). Нейросетевой оптимизатор был применен как надстройка над ПИД-регулятором в схеме управления дутьем твердотопливного котла с периодичным забросом топлива. В результате проведенного эксперимента было установлено, что применение нейросетевого оптимизатора позволяет увеличить КПД котла.

*Ключевые слова:* нейронная сеть, ПИД-регулятор, нейросетевой оптимизатор, нелинейные системы, методы повышения КПД твердотопливных котлов.

**В** автономных системы теплоснабжения в качестве источников тепловой энергии используются твердотопливные водогрейные котлы, подача топлива которых осуществляется периодически ручным или механическим способом. При этом на котлах с ручной загрузкой топлива, как правило, отсутствуют системы автоматического регулирования. В результате такие автономные системы теплоснабжения являются менее эффективными, по сравнению с большими тепловыми сетями, а поиск решений по повышению их эффективности является актуальным [1].

Процессы горения в твердотопливных котлах с периодической подачей топлива обладают нелинейными характеристиками и для их описания требуется применять модели с различными допущениями, в том числе с допущением линейности характеристик и единственностью оптимального состояния [2, 3]. Для управления объектами с линейными характеристиками промышленно выпускаются ПИД-регуляторы, основная функция которых направлена на поддержание заранее заданного параметра системы, а коэффициенты ПИД регулирования предполагают заранее известную и постоянную во времени скорость переходных процессов. Это ограничивает применение ПИД-регуляторов в системах, имеющих несколько стабильных состояний с заранее неизвестными переходными процессами [17].

Одним из возможных решений для управления объектами, состояния которых описываются совокупностью нелинейных характеристик, является построение адаптивных систем управления технологическими процессами, адаптирующими коэффициенты ПИД-регулятора в соответствии с характеристиками процесса управления [4] либо компенсация нелинейной характеристики [13, 16].

Технологический процесс выработки тепла с помощью твердотопливного котла с периодичным забросом топлива является циклическим и состоит из нескольких этапов [5]:

1. заброс топлива;
2. нагрев топлива и его разгорание;
3. горение топлива.

На каждом из этапов процесса требуется поддерживать различную мощность дутья и при ручном управлении процесс регулировка мощности дутья осуществляется механической задвижкой.

Исходя из технологического процесса, в момент заброса топлива требуется минимальная мощность дутьевого вентилятора с целью предотвращения выдувания дымовых газов из топки котла в помещение котельной. При этом в дымовом тракте содержание

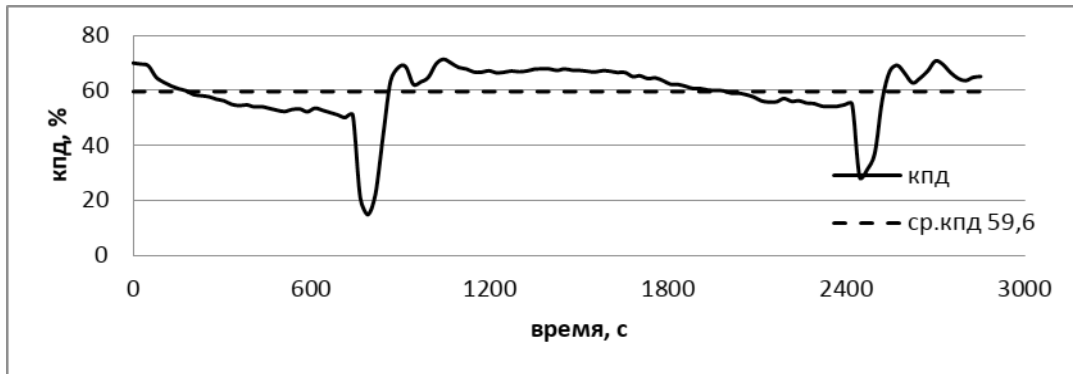


Рис. 1. График изменения КПД котла

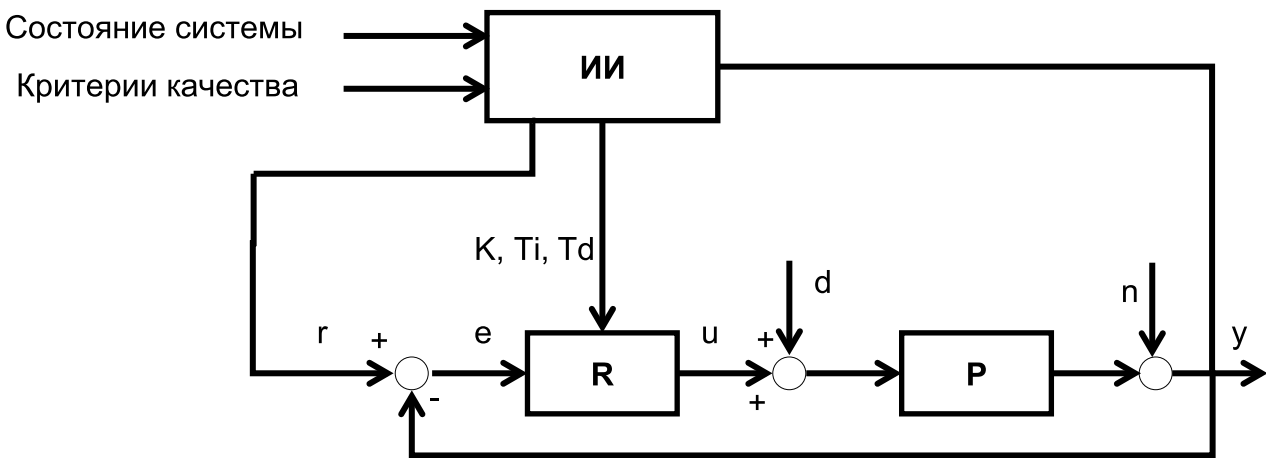


Рис.2. Схема нейросетевого управления,

где: R — ПИД-регулятор; P — объект управления; r — управляющее воздействие; e — сигнал ошибки; u — сигнал регулятора; y — регулируемая величина; d — внешние возмущения; n — шум; K — пропорциональный коэффициент; Ti — интегральный коэффициент; Td — дифференциальный коэффициент

кислорода в дымовых газах близко к максимальному уровню 20,8%. Этап нагрева топлива и его разгорания обычно проходит при максимальной производительности дутьевого вентилятора с целью сокращения данного этапа во времени. Этап горения топлива является основным этапом и самым продолжительным, при этом на данном этапе уровень мощности дутьевого вентилятора должен обеспечивать достаточный приток воздуха в топку котла, а коэффициента избытка воздуха в дымовых газах ( $\alpha$ ) должно быть на уровне 1,5.1,6.

При отсутствии регулирования дутья, коэффициента альфа в процессе работы котла изменяется в широком диапазоне 1.15, что приводит к сильному колебанию КПД котла и снижению его среднего значения относительно паспортных характеристик. График изменения КПД котла

с периодичной подачей топлива без регулирования дутья приведен на рис. 1.

Таким образом, применение ПИД-регулятора для управления твердотопливными котлами с периодичным забросом топлива не позволяет получить оптимальное управление на всем протяжении технологического цикла и, следовательно, задача управления такими котлами требует выработки новых решений в рамках теории автоматического управления.

Существующая на сегодняшний день совокупность методов адаптации ПИД-регулирования для решения задач управления объектами с нелинейными характеристиками может быть разделена на две группы: первая группа — это классические методы Циглера-Никольса [6], А. Г. Александрова [7] или аналогичные им методы [8,

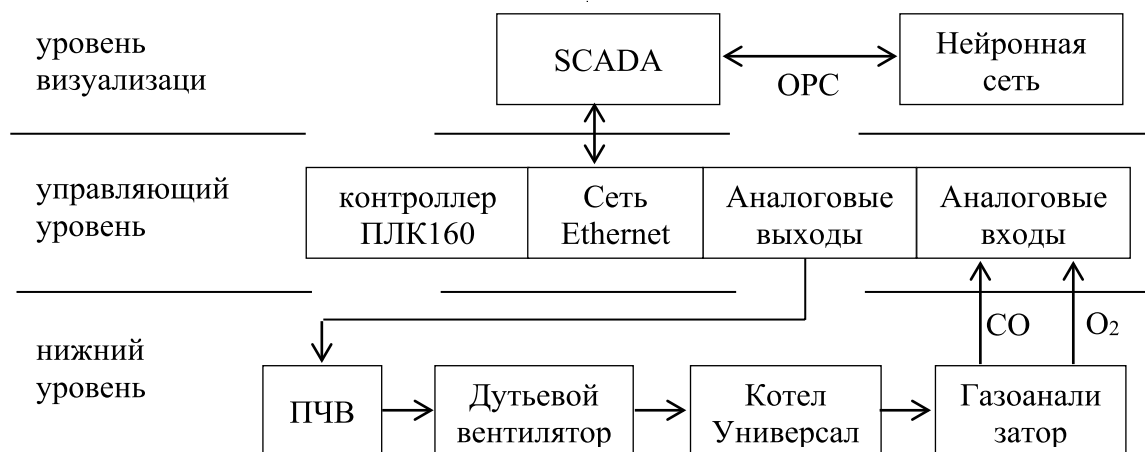


Рис. 3. Функциональная схема управления

9]; вторая группа — это методы на основе искусственно-го интеллекта [10, 11, 14,15].

При разработке интеллектуальной адаптации пид-регулирования в системах управления котлов малой мощности авторами была применена методология нейросетевых систем управления, обеспечивающей возможность адаптивного управления на основе статистического анализа нелинейных характеристик объекта управления.

При построении экспериментальной схемы была применена классическая схема управления на основе ПИД-регулятора с добавлением параллельно нейрон-ной сети, изменяющей параметры ПИД-регулирования. Общий вид экспериментальной схемы представлен на рис. 2.

Такая схема позволяет использовать стандартные схемы управления технологическими процессами без внесения существенных изменений в схему управления. Необходимость только лишь подключения нейронной сети к существующей системе позволяет существенно снизить стоимость внедрения такой интеллектуальной надстройки.

Объектом исследования интеллектуальной адаптации ПИД-регулирования в системах управления котлов малой мощности являлась возможность практическо-го применения нейронных сетей в задаче адаптивного управления процессами выработки тепловой энергии и возможности повышения КПД твердотопливных кот-лов.

В качестве объекта эксперимента был выбран твер-дотопливный водогрейный котел с периодичной руч-ной загрузкой топлива (бурый уголь марки ЗБР) типа

Универсал-0,63. Мощность дымососа была постоянна и обеспечивала разрежение за котлом на уровне  $-4,5-5$  мбар. Экспериментальная система управляла мощно-стью дутьевого вентилятора посредством частотного преобразователя.

Реализованная система управления дутьевым венти-лятором, функциональная схема которого представлена на рис. 3, состоит из трех уровней.

На нижнем уровне находились газоанализатор, из-меряющий состав дымовых газов (уровень кислорода и угарного газа) и частотный преобразователь типа ПЧВ для изменения производительности дутьевого венти-лятора. Управляющий уровень представлен программиру-емым логическим контроллером ПЛК160, управляющим параметрами частотного регулятора с целью изменения мощности дутьевого вентилятора. На уровне визуали-зации находился ноутбук с программной реализацией нейронной сети, написанной на языке C++, и взаимо-действующей с SCADA системой через OPC-интерфейс посредством тэгов.

Основной задачей нейронной сети было определе-ние на основе показаний уровня содержания кислорода (O<sub>2</sub>) и угарного газа (CO) факта заброса топлива и нача-ла процесса разгорания топлива; окончания процесса разгорания и переход на этап сгорания топлива в топке котла.

В рамках исследования были проведены одинако-вые по условиям эксперименты для двух вариантов: для обычного ПИД-регулятора и для системы с нейро-сетевым оптимизатором параметров ПИД-регулятора. Загрузка котла составляла 55%, топливо загружалось в топку котла ручным способом с равным интервалом времени. Время эксперимента составило 6 часов, в те-

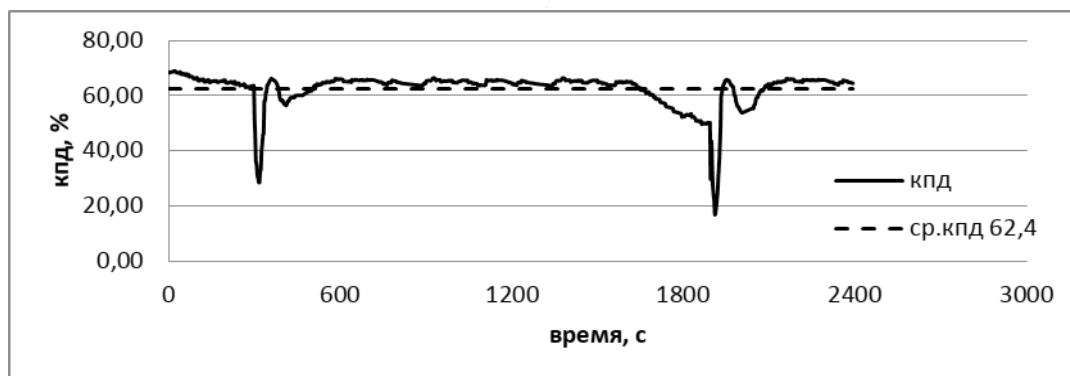


Рис. 4. Изменение КПД котла, управляемого ПИД-регулятором с постоянными коэффициентами

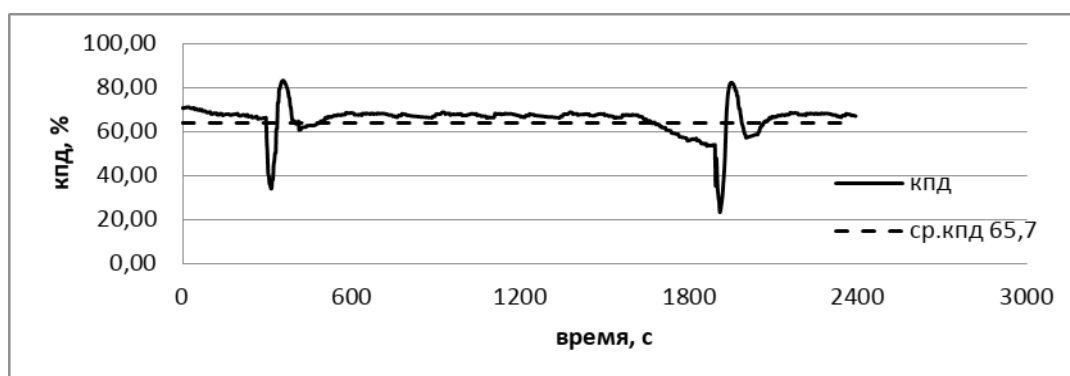


Рис. 5. Изменение КПД котла, управляемого регулятором с нейросетевым оптимизатором

чении которого было выполнено 12 циклов заброса топлива. Расчет КПД котла производился по упрощенной методике профессора М. Б. Равича [12].

Результаты эксперимента, полученные с использованием обычного ПИД-регулятора, приведены на рис. 4.

При регулировании дутья с помощью ПИД-регулятора с удержанием коэффициента альфа на уровне 4, происходит выравнивание КПД котла на этапе горения. Но на этапе разговаривания топлива, когда новая порция топлива еще не вступила в реакцию, ПИД-регулятор ограничивает подачу воздуха в котел, что приводит к увеличению времени разгорания топлива, повышения содержания угарного газа в дымовых газах и, как следствие, к снижению КПД котла на данном этапе, по сравнению с КПД котла без регулирования.

Регулирование дутья с применением нейросетевого оптимизатора позволяет подстраивать подачу воздуха в зависимости от этапа горения топлива: увеличивать подачу кислорода на этапе разгорания, тем самым сокращая данный этап, и поддерживать оптимальный уровень избытка воздуха на этапе горения.

Результаты эксперимента, полученные с использованием нейросетевого оптимизатора параметров ПИД-регулятора, приведены на рис. 5.

Таким образом, нейросетевой оптимизатор позволяет добиться более высокого КПД твердотопливных котлов с ручной периодической подачей топлива, чем применение ПИД-регулятора.

Сравнение результатов экспериментов эксплуатации твердотопливного котла с периодическим забросом топлива при применении для регулирования дутья ПИД-регулятора с постоянными коэффициентами и регулятора с нейросетевым оптимизатором показало:

1. Использование ПИД-регулятора с постоянными коэффициентами для регулирования дутья котла с периодическим забросом топлива позволяет повысить КПД котла на 2%.2,5% за счет оптимальной подачи воздуха только на этапе горения.
2. Использование регулятора с нейросетевым оптимизатором позволило повысить средний КПД котла на 5,5.6% за счет более равномерного процесса горения на всех этапах: разгорания и горения топлива.

Таким образом, результаты проведенного эксперимента позволяют сделать вывод о том, что разработанная нейросетевая надстройка для ПИД-регулятора

может рассматриваться как прототип для создания интеллектуальной системы управления твердотопливными котлами с периодической подачей топлива.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Нуров М.Ш., Гордин С. А. Оптимизация схемы теплоснабжения по критерию минимума потерь при транспортировке энергии до потребителя — В сборнике: Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований. Материалы II Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2019. С. 392–395.
2. Мирошник, И. В. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы / И. В. Мирошник. — СПб.: Питер, 2006. — 272 с.
3. Пупков, К. А. Методы классической и современной теории автоматического управления / К. А. Пупков, Н. Д. Егупов, А. И. Баркин, Е. М. Воронов, Э. П. Козубов, В. Г. Коньков, В. И. Краснощеченко, А. П. Курдюков, В. Н. Пилишкин, В. М. Рыбин, В. И. Сивцов, Я. В. Слекеничс, А. И. Трофимов, Н. В. Фалдин. — Учебник в 3-х томах / Москва, 2000. Том 2 Синтез регуляторов и теория оптимизации систем автоматического управления.
4. Еременко, Ю. И. Об интеллектуальной адаптации параметров пид-регулятора для снижения энергопотребления управляемого процесса / Ю. И. Еременко, Д. А. Полещенко, А. И. Глущенко, Д. Ю. Ярмуратий. — Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2013. № 22 (165). С. 210–217.
5. Гринкруг М.С., Казаков М. Ю. Исследование режимов горения твердотопливных котлов малой производительности с периодической загрузкой топлива. — Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2013. № 11–12. С. 11–16.
6. Еременко, Ю.И., Полещенко, Д.А., Глущенко, А.И. Анализ методов реализации схемы нейросетевого управления с самонастройкой / Ю.И. Еременко, Д. А. Полещенко, А. И. Глущенко // Приборы и системы. Управление. Контроль. Диагностика. — 2012. — № 6. С. 50–55.
7. Еременко, Ю.И., Полещенко, Д.А., Глущенко, А.И. К вопросу о совершенствовании схемы ПИД-нейрорегулятора с самонастройкой / Ю.И. Еременко, Д. А. Полещенко, А. И. Глущенко // Системы управления и информационные технологии. — 2012. — № 4(50). С. 27–31.
8. Еременко, Ю.И., Полещенко, Д.А., Глущенко, А.И. Об условиях применения ПИДнейрорегулятора для управления объектами, описываемыми аperiодическим звеном второго порядка с запаздыванием / Ю.И. Еременко, Д. А. Полещенко, А. И. Глущенко // Приборы и системы. Управление. Контроль. Диагностика. — 2013. — № 6. С. 39–45.
9. Капалин, В.И., Витохин, И.В., Нгуен Дун Чинь, Нгуен Нгок Хуэ Нейросетевое моделирование систем управления // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. — 2009. — № 9. — вып. 11/1. С. 87–92.
10. Improving Performance of PID Controller Using Artificial Neural Network for Disturbance Rejection of High Pressure Steam Temperature Control in Industrial Boiler By: Nazaruddin, Yul Yunazwin; Aziz, Abdullah Nur; Priatna, Oktaf // Conference: International Conference on Control, Automation and Systems Location: Seoul, South Korea Date: oct 14–17, 2008 International conference on control, automation and systems, vols 1–4 Pages: 1041–1044 Published: 2008
11. Model classification applied to the autotuning of industrial proportional-integral-derivative regulators / Leva, A; Piroddi, L // Industrial & engineering chemistry research. Volume: 43 Issue: 21 Pages: 6787–6796 Published: OCT 13 2004.
12. Равич М. Б. Топливо и эффективность его использования, М. — 1971.
13. Гудим А.С., Зайченко И. В., Соловьев В. А. Нечеткие алгоритмы компенсации нелинейностей САУ // Информатика и системы управления. 2005. № 2 (10). С. 89–101.
14. Патент РФ № RU2289154 от 10.12.2006. Способ автоматического управления и следящая система для его осуществления / Зайченко И. В., Горячев В. Ф., Гудим А. С., Соловьев В. А.
15. Патент РФ № RU2289154 от 10.12.2006. Способ автоматического управления и следящая система для его осуществления / Зайченко И. В., Горячев В. Ф., Гудим А. С., Соловьев В. А.
16. Патент РФ № RU2289154 от 10.12.2006. Способ компенсации статических нелинейностей / Зайченко И. В., Горячев В. Ф., Гудим А. С., Соловьев В. А.
17. Solovev D.B., Gorkavyu M. A. Current transformers: transfer functions, frequency response, and static measurement error // 2019 International science and technology conference “Eastconf”, Eastconf 2019, p. 8725351

© Гордин Сергей Александрович (gordin@knastu.ru), Зайченко Илья Владимирович (zaychenko@inbox.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРА ДАННЫХ С МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ УЧЕТА ГАЗА

### AUTOMATION OF DATA COLLECTION FROM MICROPROCESSOR GAS METERING DEVICES

**A. Lazareva  
A. Glukhova  
M. Chetnev**

*Summary.* In gas distribution networks, it is necessary to control a large number of parameters [3]. In the Delphi environment, an application has been developed for automatic data collection from microprocessor gas metering devices, which can improve the quality and speed of collection and analysis of controlled parameters.

*Keywords:* corrector, gas metering, interactive data collection.

**Лазарева Антонина Борисовна**

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Нижегородский  
государственный технический университет  
им. П. Е. Алексеева» (НГТУ), Арзамасский политехнический  
институт (филиал) г. Арзамас  
lazareva@apingt.u.edu.ru

**Глухова Анастасия Федоровна**

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Нижегородский  
государственный технический университет  
им. П. Е. Алексеева» (НГТУ), Арзамасский политехнический  
институт (филиал) г. Арзамас

**Четнев Михаил Владимирович**

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный  
технический университет им. П. Е. Алексеева» (НГТУ),  
Арзамасский политехнический институт (филиал)  
г. Арзамас

*Аннотация.* В сетях газораспределения необходимо осуществлять контроль большого количества параметров [1]. В среде Delphi разработано приложение для автоматического сбора данных с микропроцессорных устройств учета газа, которое позволяет повысить качество и скорость сбора и анализа контролируемых параметров.

*Ключевые слова:* корректор, учет газа, интерактивный сбор данных.

**П**роблема учета основных контролируемых параметров систем газораспределения рассматривается в двух вариантах: коммерческий и технический учет газа. Подходы к решению проблемы общие, но каждый из рассматриваемых вариантов имеет характерную особенность. Для коммерческого учета характерна низкая погрешность, которая обеспечивается программно-аппаратным комплексом учета газа. Для технического учета газа характерно подключение большого количества датчиков и первичных преобразователей к одному прибору учета, при этом требования к погрешности измерений ниже, чем для коммерческого учета газа.

На территории РФ, согласно [2] газопроводы должны быть оснащены автоматизированными системами технологическим процессом распределения газа. В [3] приведена классификация типов систем, которую входят системы диспетчеризации и сбора данных (SCADA-системы).

Проблема учета газа затрагивает целый комплекс мероприятий, связанных с вводом узла учета газа в эксплу-

атацию на действующем газопроводе, начиная от проектирования и заканчивая разработкой электронных приборов учета и разработкой программного обеспечения учета газа. В рамках работы мы ограничиваемся рассмотрением внутренних или наружных промышленных газопроводов природного газа. Это газопроводы низкого ( $\leq 0,005$  МПа), среднего (0,005-0,3 МПа) и высокого (0,6-1,2 МПа) давления.

Для построения системы автоматического учета энергоресурсов недостаточно наладить каналы связи и создать технологические условия для передачи первичных данных с нижнего уровня на верхний уровень. Не менее важно обеспечить соответствующие средства и методы для организации сбора данных со стороны верхнего уровня системы, т.е. центра сбора данных.

- ◆ Сбор данных учета газа – В открывшемся окне «Подключение» следует указать:
- ◆ тип соединения (по оптическому интерфейсу, по интерфейсу RS-232 или через модем);
- ◆ телефонный номер (при модемном соединении);
- ◆ скорость передачи данных;



- ◆ порт (при модемном соединении доступен автоматический выбор порта);
- ◆ способ набора (импульсный или тональный);
- ◆ качество связи;
- ◆ нажать кнопку «Подключение к прибору».

При успешной установке соединения на верхней панели появится номер и тип подключенного устройства, статус соединения, становятся активны возможности сбора данных с узла учета.

Для считывания архивных данных с корректоров предусмотрена вкладка «Считывание архивов с прибора», на которой представлен широкий функционал по выбору периода опроса. По умолчанию, архивы считываются за выбранное пользователем количество месяцев, начиная с последней записи. Можно выбрать шаблон периода из списка («Эта неделя», «Этот квартал», «Прошлый год» и др.) или задать собственный интервал с точностью до секунды.

Для чтения различных параметров с корректоров создана вкладка «Считывание значений с прибора», также разработана вкладка «Запись значений в прибор».

Работа с корректорами газа, которые доступны в приложении «Опрос узла учета», осуществляется через протокол информационного обмена MODBUS-RTU [5].

MODBUS — коммуникационный протокол, основанный на клиент-серверной архитектуре.

MODBUS-RTU часто используется поверх интерфейса RS-232, что позволяет добиться высокой скорости передачи, больших расстояний и объединения нескольких устройств в единую сеть.

При использовании MODBUS-RTU сообщение начинается с так называемого интервала тишины, равного времени передачи 3.5 символов, при заданной скорости обмена. Первым полем передается адрес устройства. Вслед за последним передаваемым символом также следует интервал тишины продолжительностью не менее 3.5 символов. Новое сообщение может начинаться после этого интервала. Фрейм сообщения передается непрерывно. Если интервал тишины продолжительностью 1.5 возник во время передачи фрейма, принимающее устройство должно игнорировать этот фрейм как неполный. Если новое сообщение начнется раньше интервала 3.5 символа, принимающее устройство воспримет его как продолжение предыдущего сообщения. В этом случае устанавливается ошибка (*Cyclic redundancy check, CRC*) [6].

Разработанное в среде Delphi XE8, приложение для автоматического сбора данных с микропроцессорных устройств учета газа, позволило повысить качество и скорость сбора и анализа данных.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Технические требования ОАО «Газпромрегионгаз» к системам телемеханики объектов газораспределительных сетей: [утверждены приказом ОАО «Газпромрегионгаз» № 451 от 27.09.2010 г. — 20 с.
2. СНиП 42–01–2002. Газораспределительные системы — М.: ФГУП ЦПП, 2005. — 33 с.
3. Stouffer K. Guide to industrial control systems security / K. Stouffer, J. Falco, K. Scarfone. — NIST special publication 800–82. — 2011. — 155 p.
4. Осипов Д. Базы данных и Delphi. Теория и практика. Спб.: «БХВ-Петербург», 2011. — С. 752.
5. Modbus application protocol specification. V1.1b3 [http://www.modbus.org/docs/Modbus\\_Application\\_Protocol\\_V1\\_1b3.pdf](http://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf) 26.04.2012 г.
6. Генри С. Уоррен-мл Алгоритмические трюки для программистов — М.: Вильямс, 2007. — 288 с.

© Лазарева Антонина Борисовна (lazareva@apingtu.edu.ru), Глухова Анастасия Федоровна, Четнев Михаил Владимирович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ УЧЕБНЫХ ПОДЗАДАЧ НА ОСНОВЕ МЕТОДИКИ ТЕГОВ И КРИТЕРИЕВ

## AUTOMATED GENERATION OF TRAINING SUBTASKS BASED ON TAGS METHOD AND CRITERIA

**N. Nasyrov**  
**E. Kobets**  
**N. Gorlushkina**

*Summary.* The scientific paper analyzes the particularities of using the tags method and criteria for the automated generation of individual tasks (subtasks). The article describes methodological support based on a multi-criteria assessment taking previous results of students into account. It is considered the generation process and performing subtasks. The relevance of the research is due to the description of approaches, allowing to effectively individualize the learning process.

*Keywords:* automation, multi-criteria assessment, the generation of subtasks, individualization, norm rule checking.

**Насыров Наиль Фаизович**

Аспирант, инженер, Университет ИТМО  
pasdel@mail.ru

**Кобец Елизавета Александровна**

Аспирант, инженер, Университет ИТМО  
www.kobets@yandex.com

**Горлушкина Наталия Николаевна**

К.т.н., доцент, с.н.с., Университет ИТМО  
nagor.spb@mail.ru

*Аннотация.* В работе анализируются особенности применения методики тегов и критериев для автоматизированной генерации индивидуальных заданий (подзадач). Описывается методическое обеспечение на основе многокритериального оценивания с учетом результатов обучающихся, продемонстрированных ранее. Рассматривается процесс генерации и выполнения подзадач. Актуальность исследования обуславливается описанием подходов, позволяющих эффективно индивидуализировать процесс обучения.

*Ключевые слова:* автоматизация, многокритериальная оценка, генерация заданий, индивидуализация, нормоконтроль.

## Введение

**Т**енденции развития отечественной системы высшего образования напрямую связаны с общими процессами, происходящими с самой системой высшего образования в мире. Европейский подход и его постулаты легли в основу индивидуализации образования. Следование принципам Болонского процесса и реалии времени повлияли на изменения в Федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС) на государственном уровне и уровне высших учебных заведений.

В настоящее время уже введены в действие Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (ФГОС ВО 3++), которые являются одними из основных документов, регламентирующих деятельность для любого направления подготовки бакалавриата, магистратуры и специалитета. Введение стандартов обусловлено с необходимостью обеспечить высокое качество, предоставить возможность прозрачности и включения разнообразных гибких инструментов и методов для создания индивидуальных образовательных траекторий, разработки образовательных

программ (ОП), которые способны максимально учесть особенности, возможности и потребности для высшего образования и максимально удовлетворить потребности заинтересованных сторон, в том числе рынка труда.

Внедрение электронных и дистанционных образовательных технологий упрощает доступ к образованию. Это повышает его качество, делает высшее образование более доступным с точки зрения получения и освоения знаний. Кроме того, появляется возможность расширить спектр вариантов и форм обучения, тестирования, отчетности, в том числе и экзаменов: из любой точки мира и в любое удобное время, в том числе за счет увеличения степени индивидуализации.

Ряд исследователей придерживается мнения, что концепция построения и реализации ОП, сочетающих фундаментальность образования и тенденции, связанные с индивидуализацией обучения, а также разработка и внедрение прогрессивных цифровых образовательных технологий, «обеспечивает устойчивую технологическую платформу для достижения установленных требований к результатам освоения образовательных программ» [1].

В работе рассматривается подход к индивидуализации образовательного процесса с учетом результатов обучающихся. Одним из таких решений является подход создания программных комплексов по генерации заданий. В работе рассматривается применение методики использования подзадач для автоматизированной генерации заданий по результатам, продемонстрированным обучающимся ранее.

В ОП предполагается наличие большого объема документации, позволяющей регламентировать этот процесс. Не подлежит сомнению важность корректного оформления учебных документов. В процессе обучения необходимо сформировать у обучающихся профессиональные навыки, среди которых оформление документов на основании стандартов как федеральных, так и отраслевых. Это актуально как для сотрудников, так и студентов учебных заведений. На основе государственных стандартов многие учебные заведения разрабатывают свои нормативные документы, в которых указываются требования к оформлению текстовых учебных документов (ТУД).

К ТУД можно отнести выпускные квалификационные работы, пояснительные записки к курсовым проектам (работам), расчетные, графические и контрольные работы, нормативные документы, рефераты, технические условия, инструкции, задания, спецификации, ведомости, программы и т.д. ТУД должны оформляться согласно принятым стандартам и нормативным документам организации. Таким образом, со стороны высшего учебного заведения важно направить усилия на формирование навыка оформления текстовой учебной документации посредством генерации заданий.

В работе вводится понятие подзадачи, под которым понимается индивидуально составленный набор указаний к выполнению определенных задач. Подзадачи создаются на основе общего задания, содержащего инструкции и требования для обучающегося.

Актуальность работы обусловлена, с одной стороны, необходимостью повышения эффективности обучения за счет индивидуализации образовательного процесса, с другой — необходимостью совершенствования навыков обучающихся в области оформления текстовой учебной документации.

## 1. Основы формирования методики генерации подзадач

Автоматизация некоторых образовательных процессов оказывает влияние на процесс обучения как со стороны преподавателя, так и со стороны обучающегося. Фактически происходит формирование и предоставле-

ние заданий для реализации цели и задач ОП. Задания формируются и структурируются в соответствии с ФГОС по любым направлениям бакалавриата, специалитета и магистратуры в соответствии с единой логикой ОП, когда задан ряд необходимых условий и предоставлен достаточный по объему перечень работ для обучающихся.

Генерация заданий следует заранее разработанной и четко сформулированной логике. Сформулированный алгоритм позволяет последовательно осваивать теоретический материал и выполнять практические задания обучающимися при помощи специализированного программного обеспечения.

В ходе исследования было рассмотрено несколько подходов к генерации заданий. В частности, авторы выделяют следующие подходы [2, 3]:

- ◆ на основе шаблонов,
- ◆ генерации математических выражений,
- ◆ на основе баз знаний.

В числе прочего в указанных работах рассматривается вопрос, связанный с тем, что количество предлагаемых заданий, как правило, запланировано заранее преподавателем уже в наборе исходных заданий для обучающихся.

Также был проведен патентный поиск в контексте применения многокритериальной оценки в различных отраслях. На основании найденной в открытых источниках информации, опубликованной, в частности, в профильной базе данных Федерального института промышленной собственности (ФИПС) <https://www1.fips.ru/>, было выявлено более сорока патентов.

В результате анализа применимости многокритериальной оценки был сделан вывод, что путем научно-обоснованного подхода и на основе инновационных компьютерных технологий, с использованием лучших IT-практик, возможно обеспечить устойчивое взаимодействие в процессе обучения между преподавателем и обучающимся посредством специализированного программного решения, которое основывается на многокритериальной оценке и последующее генерации заданий.

В ходе проведенного анализа было отмечено, что генерация заданий имеет ряд преимуществ в процессе использования автоматизированного подхода:

- ◆ экономится время педагога в процессе подготовки материала по образовательной программе, модулю, курсу, в том числе включая подготовку материалов по отдельной лекции,
- ◆ происходит учет индивидуального уровня подготовки обучающегося до начала обучения и авто-


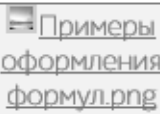
НАЗВАНИЕ ТЕГА	ОПИСАНИЕ ТЕГА	ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ ТРЕБОВАНИЯ	ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ/ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
#FORMULA	Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения (x), деления (/) или других математических знаков. ...	 <a href="#">ГОСТ 7.32-2017.pdf</a> 6.8 Формулы и уравнения	 Примеры оформления формул.png

Рис. 1. Интерфейс инструмента для преподавателя для управления тегами

- материзовано формируется пул заданий в соответствии с уровнем подготовки обучающегося,
- ◆ увеличивается число и качество заданий для обучающегося, которые заранее разрабатывает преподаватель с целью закрепить полученные знания, расширить практические навыки, сформировать необходимые умения и понимание относительно изучаемого материала со стороны обучающегося в рамках освоения материала ОП,
  - ◆ появляется возможность динамичной автоматизированной генерации заданий силами алгоритма с учетом интересов и специфики подготовки обучающегося для снижения процента списываний и заимствований чужих работ,
  - ◆ отражается формирование индивидуальной статистики обучающегося в его цифровом профиле,
  - ◆ обучающиеся приобретают достаточный объем знаний.

Следовательно, со стороны обучающегося происходит концентрация внимания на заданиях образовательной программы в случае применения автоматизированного подхода по генерации задач.

## 2. Применение методики тегов и подзадач

Проверка оформления документов представляет собой трудоемкий и сложный процесс, особенно в условиях постоянного роста количества документов. При проверке правильности оформления документов возникают проблемы, связанные не только с утомляемостью нормоконтролера и, как следствие, потерей внимания, но и с процессом передачи информации об ошибках от проверяющего к обучаемому.

Далее рассматривается применение методики на примере работы с заданиями, направленными на формирование навыка оформления ТУД.

В основе применяемого подхода генерации подзадач лежит идея декомпозиции комплексного задания на составные части, которые необходимо выполнить студенту. Под комплексным заданием понимается набор элементов для оформления в соответствии с требованиями. Для решения поставленной задачи к введенному ранее понятию подзадачи авторами вводится понятие тега.

**Тег** — условное обозначение типичных задач в рамках выполнения задания, направленных на приобретение возможности осуществлять необходимое действие, не делая ее выполнение своей сознательной целью.

Использование тегов в заданиях и описаниях подзадач позволяет:

- ◆ выявить наиболее проблемные места студента,
- ◆ экономить время на излишнем повторении действий, хорошо освоенных участником,
- ◆ выявить проблемные сочетания типичных задач (например, оформление формул и корректная ссылка на них в текстовом учебном документе),
- ◆ в несколько раз снизить затрачиваемое преподавателем время на разработку задания и критериев оценивания и др.
- ◆ Интерфейс инструмента для преподавателя для управления тегами представлен на рисунке 1. Для каждого тега преподаватель должен предоставить следующую информацию:
  - ◆ название, по которому происходит генерация подзадач,
  - ◆ описание тега, в первую очередь содержащую инструкции для проверки выполненных работ,

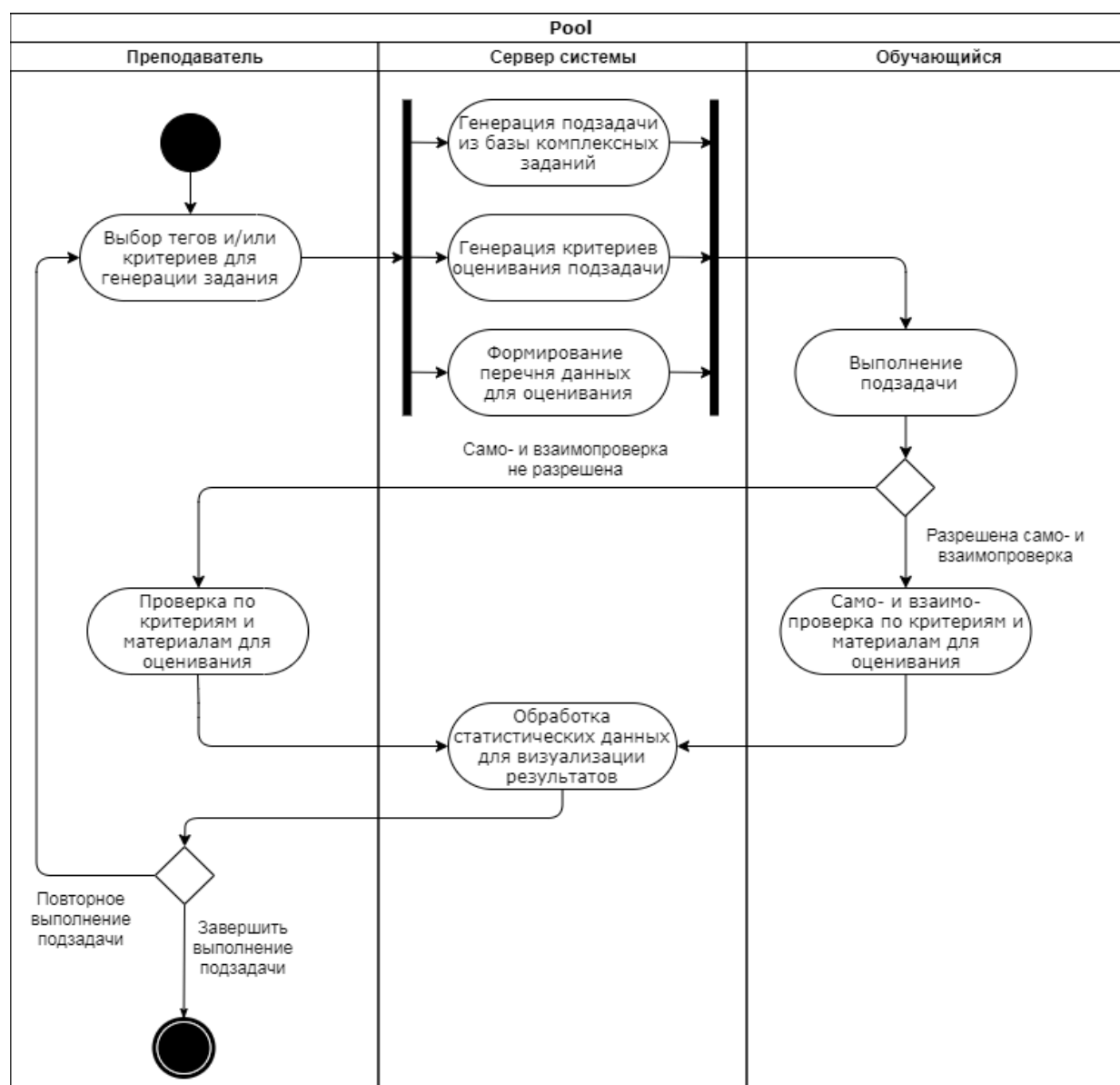


Рис. 2. Диаграмма деятельности (Activity diagram) процесса генерации и выполнения подзадач

- ◆ ссылка на стандарты и нормативные акты учебного заведения, на которые необходимо опираться при оформлении текстовых учебных документов,
- ◆ примеры и образцы оформления, дополнительные пояснения, эталонные работы для упрощения процедуры оценивания работ обучающихся, а также в качестве обучающего и демонстрационного материала.

На основе этих данных преподаватель может выбрать соответствующие теги для составления подзадач и контрольных заданий. При этом он может учитывать:

- ◆ наличие или отсутствие прогресса по формированию соответствующих действий,

- ◆ необходимость закрепить/зафиксировать полученные результаты,
- ◆ необходимость актуализировать знания перед изучением новой темы,
- ◆ необходимость повторения тех или иных действий.

Особенностью заданий такого типа является то, что оценку корректности выполнения чаще всего осуществляет преподаватель. С точки зрения оптимизации процесса оценивания и определения корректности выполнения задания данный подход имеет неоспоримое преимущество. Вместе с текстом и необходимыми медианными автоматически сгенерированной подзадачи

преподаватель получает набор критериев для последующей оценки. Очевидно, что в ряде случаев эти данные могут применяться для организации само- и взаимопроверки работ обучающимися [4].

Стоит отметить, что описанный подход применим во многих случаях, когда необходимо проверить сформированность навыков и уровень теоретической подготовки обучающихся.

Подробнее применение методики тегов рассмотрено в работе [5].

### 3. Генерации подзадач

В общем виде автоматизация генерации подзадач опирается на прохождение двух этапов: добавление и разметка комплексного задания, и указание требований к генерируемой подзадаче. Рассмотрим эти процессы подробнее.

На первом этапе, кроме добавления в систему комплексного задания, преподавателю также необходимо:

- ◆ составить и добавить в систему критерии оценивания выполнения всех требований по оформлению комплексного задания,
- ◆ установить соответствие между критериями и тегами, описывающими основные действия, навык выполнения которых должен продемонстрировать обучающийся,
- ◆ произвести разметку комплексного задания и сопоставить требования, указанные в нем, с размеченными критериями.

Очевидно, что в результате разметки каждое требование, указанное в задании должно иметь, как минимум, один сопоставленный критерий. И наоборот, каждому критерию должно быть поставлено в соответствие не менее одного требования из комплексного задания.

На втором этапе преподавателю необходимо выбрать критерии и/или теги, согласно которым будет производиться генерация подзадач. Соответствующие действия представлены на рисунке 2.

Следует отметить, что методика допускает возможность проведения само- и взаимопроверки. В частности, это возможно, когда выполнение подзадач происходит в режиме обучения и тренировки. При само- и взаимопроверке обучающемуся доступны исходные данные подзадачи, выполненная работа, критерии для оценивания, примеры корректного выполнения работы, ссылки на соответствующую нормативную документацию. Внедрение само- и взаимопроверки в образовательный процесс вместе с указанным набором данных позволяет обучающимся:

- ◆ знакомиться с лучшими практиками выполнения работ другими студентами (обучение на основе анализа положительного опыта);
- ◆ изучать и анализировать типичные ошибки, чтобы избежать их появления в дальнейшем;
- ◆ обучаться трактовать работу с точки зрения нормоконтролера.

На рассмотренном примере возможно увидеть, как применение подхода по генерации подзадач обеспечивает устойчивое взаимодействие в паре «преподаватель — обучающийся» в процессе формирования требуемых навыков.

### Заключение

В основе представленной методики лежит рассмотрение многокритериальной оценки, где критерии определяются требованиями исходного задания и подзадач.

В работе рассмотрен подход автоматизированной генерации учебных подзадач, когда преподавателем задаются критерии задания или типовые действия, на отработку которых необходимо сформировать задание обучающимся. На основе информации, указанной преподавателем, системой генерируется подзадача, критерии, по которым необходимо оценивать ее выполнение, а также набор необходимых медиаданных, включая пример корректно оформленного задания, что упрощает процесс проверки выполненных студенческих работ.

Описанная методика позволяет обеспечить:

- ◆ создание индивидуальных траекторий обучения, в том числе на основе результатов, продемонстрированных обучающимся,
- ◆ оптимизацию деятельности преподавателя за счет сокращения количества рутинных действий,
- ◆ экономию ресурсов на создание подзадач и критериев оценки,
- ◆ определение более точного выбора соответствующих направлений подготовки студентов,
- ◆ минимизацию или полное исключение ошибки, опечатки и описки в процессе подготовки заданий для обучающихся.

Представленные результаты могут быть применены для генерации подзадач не только в области обучения и проверки сформированности навыка оформления текстовой учебной документации, но и в других направлениях образовательной деятельности. Это возможно, если проведено структурирование исходного комплексного задания, описание соответствующих критериев и составлен перечень соответствующих тегов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шехонин А.А., Вознесенская А. О., Бахолдин А. В., Гаврилина О. А. Подготовка конкурентоспособных выпускников международного уровня на основе образовательного стандарта Университета ИТМО // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 5. С. 9–17. DOI: 10.31992/0869–3617–2019–28–5–9–17 (<https://doi.org/10.31992/0869–3617–2019–28–5–9–17>).
2. Посов И. А., Обзор генераторов и методов генерации учебных заданий // Образовательные технологии и общество. 2014. Т. 17. № 4. С. 593–609
3. Бакушев С.В., Куликов А. В. Расширяемая система генерации заданий // Программные продукты и системы. 2011. № 4. С. 79–82.
4. Латыпова В.А., Методики проверки работ со сложным результатом в условиях смешанного и дистанционного автоматизированного обучения // Интернет-журнал «Науковедение». 2015. Т. 7. № 3. DOI: 10.15862/170TVN315 (<http://dx.doi.org/10.15862/170TVN315>).
5. Nasyrov N., Gorlushkina N., Uzharinskiy A. Using the Subtask Methodology in Student Training for Demonstration Examination in “Web Design and Development” Skill // Communications in Computer and Information Science, 2019, Vol. 1038, pp. 565–573 DOI:10.1007/978–3–030–37858–5\_48 ([http://dx.doi.org/10.1007/978–3–030–37858–5\\_48](http://dx.doi.org/10.1007/978–3–030–37858–5_48)).

© Насыров Наиль Фаизович ( [pasdel@mail.ru](mailto:pasdel@mail.ru) ), Кобец Елизавета Александровна ( [www.kobets@yandex.com](http://www.kobets@yandex.com) ),

Горлушкина Наталия Николаевна ( [nagor.spb@mail.ru](mailto:nagor.spb@mail.ru) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ИТМО

## АНАЛИЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ

### ANALYSIS OF DATABASE MANAGEMENT SYSTEMS

**O. Ogorodnikova  
A. Dubrovin**

*Summary.* The purpose of the article is to examine the current conditions for the possibility of using database management systems in MIS institutions. The issue of compatibility of software and operating systems is raised. Possible variants of database management systems are also considered: PostgreSQL, CronosPro, Red Database, Linter. Database management systems are compared using target programming with priorities. According to the results of the study, a conclusion is made on the choice of a database management system.

*Keywords:* Database management system, workstation, Information system, software, operating system, target programming with priorities.

**Огородникова Ольга Викторовна**

Старший инженер группы автоматизации, ФКУ  
«Следственный изолятор № 2» УФСН России по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области  
Olga-ogogordnikova@yandex.ru

**Дубровин Анатолий Станиславович**

Д.т.н., Воронежский институт ФСИН России  
asd\_kiziltash@mail.ru

*Аннотация.* Цель статьи заключается в рассмотрении современных условий для возможности использования систем управления базами данных в учреждениях УИС. Поднимается вопрос о совместимости программного обеспечения и операционных систем. Также рассматриваются возможные варианты систем управления базами данных: PostgreSQL, CronosPro, Ред база данных, ЛИНТЕР. Сравниваются системы управления базами данных с помощью целевого программирования с приоритетами. По результатам исследования делается вывод о выборе системы управления базами данных.

*Ключевые слова:* Система управления базами данных, автоматизированное рабочее место, информационная система, программное обеспечение, операционная система, целевое программирование с приоритетами.

Экспертный совет при Министерстве цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, отвечающий за формирование и ведение единого реестра российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных, сообщил разработчикам программного обеспечения, которое уже внесено в реестр о необходимости в течение полугода переработать свои программные продукты. Таким образом, чтобы были исключены разработки на основе иностранных платформ и систем управления базами данных. Также в реестр не будет вноситься новое программное обеспечение не соответствующее новым требованиям.[8]

Возникает вопрос по поводу замены программных продуктов. Такая необходимость связана с изменением в поставках электронного вычислительного оборудования. В данный момент в комплект поставки уже не входит операционная система Microsoft. Новые операционные системы отечественного производства, такие как AstraLinuxSpecialEdition предлагается использовать на автоматизированных рабочих мест, для работы с персональными данными. Все программные продукты, используемые в УИС не совместимы с операционной системой Linux.

Рассмотрим несколько программных комплексов.

ПС ИСУБД «CronosPro» осуществляет функции формирования оперативно-справочного учета в учрежде-

ниях и территориальных органах ФСИН России. ИСУБД «CronosPro» — система, предназначенная для организации информации в виде банков данных и их дальнейшей обработки. Информация хранится в структурированном виде, то есть, упорядочена определенным образом. Структура банка определяется самим пользователем, в зависимости от стоящих перед ним задач. ИСУБД «CronosPro» может работать под управлением — операционная система: Windows XP (ServicePack 2 или выше), Vista, 7, Server 2003/2008.

Для разработки нового программного комплекса, необходимо выбрать основу: систему управления базами данных — далее СУБД, проанализировать каким требованиям она должна соответствовать.

#### 1. Анализ систем управления базами данных в современных условиях для подразделений УИС

Для того чтобы программное обеспечение попало в реестр российского программного обеспечения СУБД должна базироваться на отечественных платформах.

Согласно Федеральному закону от 27 июля 2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» государственные и муниципальные информационные системы, а также их средства защиты должны быть сертифицированы



Таблица 1. Сравнительный анализ СУБД

СУБД	Входит в реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных	Имеет действующий сертификат ФСТЭК	Работает на всех основных платформах и ОС	Российский продукт
CronosPro	+	+	-	+
Ред база данных	+	+	+	условно
PostgreSQL	+	-	+	условно
ЛИНТЕР	+	+	+	+

Таблица 2. Сравнительный анализ СУБД

СУБД	Рейтинг популярности	Инструкция на русском языке
CronosPro	0	+
Ред база данных	0	+
PostgreSQL	469,81	+
ЛИНТЕР	0	+

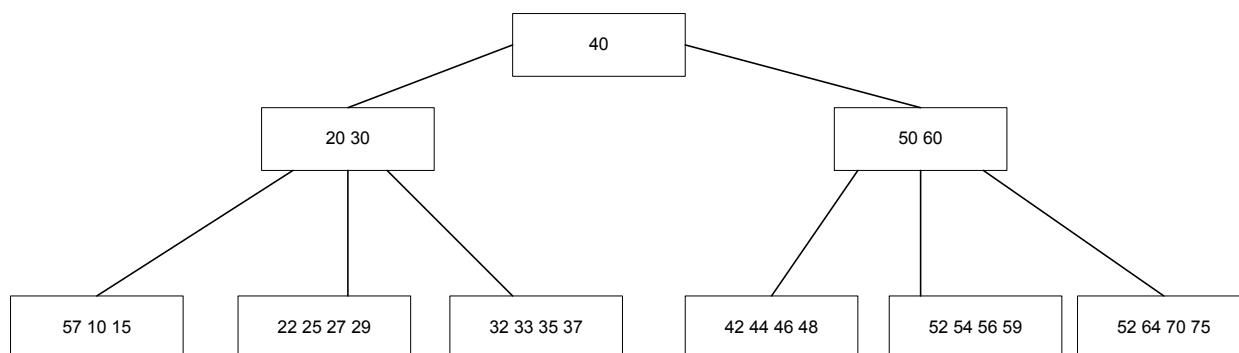


Рис. 1. R-tree — древовидная структура данных, индексация многомерной информации. Данная структура разбивает пространство на множество ячеек. Рисунок3.

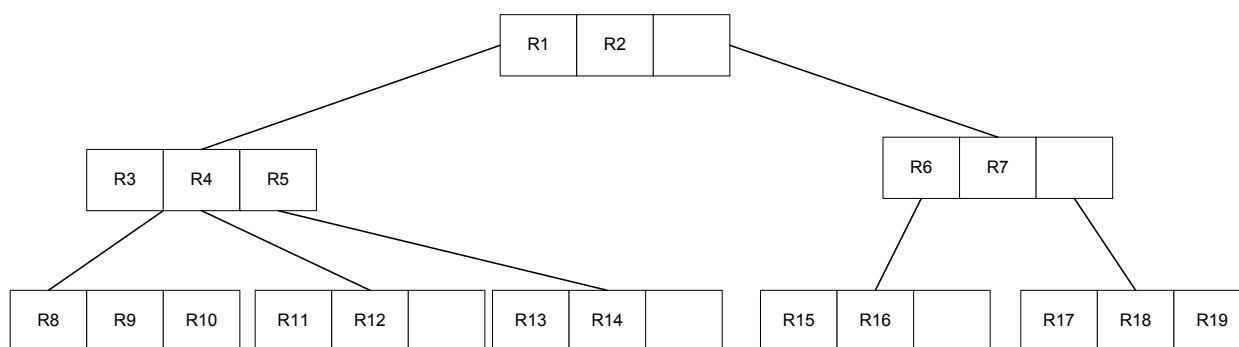


Рис. 2. Fulltextsearch — полнотекстовый поиск позволяет найти информацию в больших объемах текста.

Таблица 3. Сравнительный анализ СУБД

СУБД \ Индексы	Хэш	B деревья	R деревья	Полнотекстовый	Пространственный
CronosPro	-	-	-	+	-
Ред база данных	-	-	-	+	-
PostgreSQL	+	+	+	+	+
ЛИНТЕР	+	+	-	+	+

Таблица 4. сравнения СУБД.

Номер фактора	Значимость (приоритет)	СУБД критерий	CronosPro	Ред база данных	PostgreSQL	ЛИНТЕР
1-	0,9	Входит в реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных	1	1	1	1
2-	0,9	Имеет действующий сертификат ФСТЭК	1	1	0	1
3-	0,9	Работает на всех основных платформах и ОС	0	1	1	1
4-	0,3	Рейтинг популярности	0	0	1	0
5-	0,6	Инструкция на русском языке	1	1	1	1
6-	0,8	Производительность	0	0	1	1
			1,9	2,4	4,7	9,7

Федеральной службой по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК России). Следовательно, СУБД обязательно должно иметь действующий сертификат ФСТЭК.

Рассмотрим, какими инструментами можно решить поставленные задачи. Наиболее подходящие варианты СУБД из практической деятельности:

- ◆ CronosPro
- ◆ Ред база данных
- ◆ PostgreSQL
- ◆ СУБД ЛИНТЕР

Проанализируем более подробно такую важную характеристику как производительность. Рассмотрим скорость поиска данных. Определить нам это помогут

механизмы индексирования, которые реализованы в рассматриваемых СУБД.

Hashindex — поиск элемента по их ключам в хэш-таблице. При запросах с использованием хэш индексов не искомое со значением поля, а хэш от искомого значения.

B-treeindex — поиск элемента в отсортированном дереве. Индекс организован как сбалансированное дерево, упорядоченных ключей. Рисунок 1.

Пространственный поиск — расширенная индексация позволяет индексировать пространственный тип данных. В схеме работы пространственных запросов выделяют две стадии или две ступени фильтрации.

Необходимо отметить, что в только в PostgreSQL реализованы все рассматриваемые механизмы индексирования. Таблица 3.

Большая часть механизмов индексирования реализовано в СУБД ЛИНТЕР, что говорит о возможности выполнения служебных задач в УИС в полном объеме.

Сравнительный анализ рассматриваемых СУБД с помощью целевого программирования с приоритетами

Проведем исследование: сравнительный анализ рассматриваемых СУБД с помощью целевого программирования с приоритетами.

1. Составляем таблицу критериев.
2. Каждому критерию устанавливаем коэффициент, соответствующий значимости критерия (приоритет) в рамках проводимого анализа СУБД.
3. Значение критерия представлено значением: “да” “нет” соответственно 1 или 0.
4. Суммируем значение критериев с учетом их значимости (приоритета)

Цели группируются по приоритетам. Цели с высшим уровнем (первым) являются более важным по сравнению со следующим (вторым).

Цель  $\{c^1x=z_1\}p_1(z_1 \geq t_1)$

Цель  $\{c^2x=z_2\}p_2(z_2 \geq t_2)$

Цель  $\{c^3x=z_3\}p_3(z_3 \geq t_3)$

При  $x \in S$

величина  $p_j$  указывает цели с приоритетом  $j$ . Величины  $p_j$  служат в качестве фактора приоритета причем всегда  $p_j \gg p_{j+1}$  [11]

В таблице 4 приведено сравнения СУБД.

СУБД ЛИНТЕР имеет лучшие показатели (значения более высокие) в результате сравнительного анализа рассматриваемых СУБД с помощью целевого программирования с приоритетами. По результатам исследования можно сделать вывод, что СУБД ЛИНТЕР наиболее подходит для разработки программного обеспечения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Cronos.ru [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://www.cronos.ru/>, свободный.
2. DB-Engines Ranking [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://db-engines.com/en/ranking>, свободный.
3. IT NEWS 2018 год № 12 (278)
4. Государственный реестр средств сертифицированных для защиты информации [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty-po-sertifikatsii/153-sistema-sertifikatsii/591-gosudarstvennyj-reestr-sertifitsirovannykh-sredstv-zashchity-informatsii-n-ross-ru-0001-01bi00/>, свободный.
5. PostgreSQL.org [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://www.postgresql.org/about/licence/>, свободный.
6. red-soft.ru [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <http://www.red-soft.ru/>, свободный.
7. Единый реестр Российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://reestr.minsvyaz.ru/>, свободный.
8. Системный администратор. 2019 выпуск № 04 (197). Анализ систем управления базами данных в современных условиях. Огородникова О. В.
9. СУБД ЛИНТЕР Комплект документации. Описание применения. 2010 год.
10. СУБД ЛИНТЕР [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://www.linter.ru/ru/documentations>, свободный.
11. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация теории вычисления и приложения / — Москва Радио и связь 1992 г.

© Огородникова Ольга Викторовна (Olga-ogogordnikova@yandex.ru), Дубровин Анатолий Станиславович (asd\_kiziltash@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ПРИМЕНЕНИЕ СТОХАСТИЧЕСКИХ БИОНИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ В БЕСПРОВОДНЫХ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ AD HOC СЕТЯХ

## APPLICATION OF STOCHASTIC BIONIC ALGORITHMS IN WIRELESS SELF ORGANIZING AD HOC NETWORKS

*S. Savinov*

*Summary.* Purpose: wireless self-organizing Ad Hoc networks are actively used in their various implementation options (MANET, VANET, WSN) and the need for their rapid integration into current systems comes to the fore, so the adaptation of new algorithms for such networks is a promising direction. The aim of the work is to integrate the bee colony algorithm into the deployment system of wireless self-organizing Ad Hoc and further interaction of network elements using this algorithm. Methods: the solution of the problem of deployment and functioning of wireless self-organizing Ad Hoc networks is based on the use of one of the types of swarm intelligence algorithms — the bee colony algorithm, which is actively used in solving optimization problems. Novelty: the novelty of the presented approach is the integration of the swarm intelligence algorithm (the bee colony algorithm) in the Ad Hoc network. Results: using a stochastic bionic algorithm will change the approach to deploying wireless self-organizing Ad Hoc networks. Practical relevance: the presented approach to the deployment and interaction of nodes of wireless self-organizing Ad Hoc networks will improve the performance of such network infrastructures by using a new approach to drawing up a structure map and a routing map.

*Keywords:* wireless self-organizing networks, stochastic bionic algorithms, swarm intelligence, bee colony algorithm.

**Савинов Сергей Владимирович**

Аспирант, ФГБОУ ВО «Владимирский  
государственный университет имени Александра  
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
conf-mail@bk.ru

*Аннотация.* Постановка задачи: беспроводные самоорганизующиеся Ad Hoc сети активно используются в своих различных вариантах реализации (MANET, VANET, WSN) и необходимость их быстрой интеграции в текущие системы выходит на первые места, исходя из этого адаптация новых алгоритмов работы таких сетей является перспективным направлением. Целью работы: является интеграция алгоритма пчелиной колонии в систему развертывания беспроводных самоорганизующихся Ad Hoc и дальнейшее взаимодействие сетевых элементов по средствам данного алгоритма. Используемые методы: решение задачи развертывания и функционирования беспроводных самоорганизующихся Ad Hoc сетей основано на применении одного из вида алгоритмов роевого интеллекта — алгоритма пчелиной колонии, который активно используется при решении оптимизационных задач. Новизна: элементами новизны представленного подхода является интеграция алгоритма роевого интеллекта (алгоритм пчелиной колонии) в Ad Hoc сети. Результат: использование стохастического бионического алгоритма позволит изменить подход к развертыванию беспроводных самоорганизующихся Ad Hoc сетей. Практическая значимость: представленный подход к развертыванию и взаимодействию узлов беспроводных самоорганизующихся Ad Hoc сетей позволит повысить производительность таких сетевых инфраструктур за счет использования нового подхода к составлению карты структуры и карты маршрутизации.

*Ключевые слова:* беспроводные самоорганизующиеся сети, стохастические бионические алгоритмы, роевой интеллект, алгоритм пчелиной колонии.

**О**беспечение оперативного развертывания высокоскоростных телекоммуникационных сетей для объектов, динамически изменяющих свое местоположение, является основополагающим фактором при организации сетевого взаимодействия между такими объектами (узлами) сети в сложных условиях, таких как организации массовых культурных мероприятий, специализированных военных операций, чрезвычайных происшествий в сложных природных или техногенных условиях. Организовать телекоммуникационную сеть для данных условий можно с использованием беспроводных динамических (самоорганизующихся) Ad Hoc сетей, которые позволяют произвести корректировку своей структуры, ввиду изменения расстояния между основными узлами, выступающих в роли абонентов данной структуры.

Беспроводная сеть типа «Ad Hoc» не имеет ярко выраженной устоявшейся структуры, сетевые абоненты

могут в любой момент подключиться к сформированной сети или покинуть телекоммуникацию, в случае если отсутствует дальнейшая необходимость в соединении с другими узлами (абонентами). Ключевой особенностью данного типа организации телекоммуникационной сети является то, что в процессе работы каждый абонентский узел будет выполнять роль передачи данных, адресованных другим абонентам в сети, с использованием сформированной структуры взаимодействия абонентов в сети, т.е. наблюдается отсутствие централизованного устройства в виде маршрутизатора, как при использовании проводных сетях телекоммуникаций или точки доступа в беспроводных сетях телекоммуникаций.

Ad Hoc сеть делится на два больших класса: MANET (mobile ad hoc network — беспроводные децентрализованные самоорганизующиеся сети) и WSN (wireless sensor network — беспроводная сенсорная (датчиковая) сеть). Основными узлами WSN — сети являются различ-

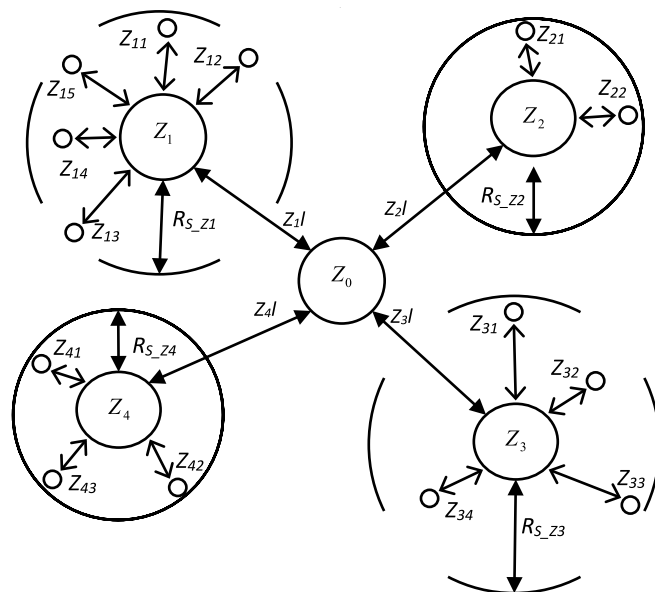


Рис. 1. граф алгоритма роевого интеллекта.

ного рода датчики, собирающую необходимую информацию и передающие ее по организованному каналу, по средствам ретрансляции между узлами сети, к вычислительному узлу, обрабатывающему все поступившие данные и формируя необходимые последующие решения по возможным операциям [1]. В отличие от WSN сетей, MANET сети формируют свою структуру активными сетевыми (абонентскими) устройствами, которые не только являются источниками каких-либо данных, а участвуют в обеспечении маршрутизации сети. В свою очередь MANET сети включают в себя несколько подвидов сетей в зависимости от необходимого функционального назначения узлов сети и способов организации.

Основной проблемой при использовании Ad Hoc сетей является обеспечение оптимальной структуры обмена данными между динамически изменяющимися элементами сети, т.к. имеется необходимость в постоянном поддержании функционирования сети и управления потоками данных между узлами сети, которые активно изменяют свое местоположение и объем принимаемой/передаваемой информационной нагрузки на сетевую инфраструктуру. Одним из решений данной проблемы является использование в качестве алгоритма для обеспечения маршрутизации стохастических бионических алгоритмов. Рассмотрим подробнее процесс интеграции данного вида алгоритмов в беспроводные самоорганизующиеся Ad Hoc сети.

Стохастические бионические алгоритмы, являющиеся одним из видов полиномиальных эвристических алгоритмов, активно используются в случае необходимости поиска наиболее оптимальной структуры вза-

имодействия какого-либо процесса. Алгоритм пчелиной колонии (пчелиного роя), который был предложен Д. Карабогом, входит в множество алгоритмов роевого интеллекта, которые используются именно для решения вопроса поиска оптимальной структуры в системах не имеющих централизованного узла управления и при этом изменяющимся во времени числом узлов в сети.

Рассмотрим особенности алгоритма роевого интеллекта, а именно алгоритм пчелиной колонии. Рассматриваемый алгоритм основывается на анализе поведения пчел в процессе поиска и сбора цветочного нектара. В процессе сбора нектара пчелиной рой постоянно анализирует текущую обстановку и вносит необходимые коррективы в процесс сбор, а именно определяется оптимальное направление поиска, необходимое количество пчел для сбора нектара и для разведки новых месторасположений нектара. На основе этого поведения пчел формируется математическая модель взаимодействия.

Алгоритм пчелиной колонии включает в себя два основных этапа: поиска и взаимодействия. На первом этапе используется лишь часть пчел — пчелы разведчики, которые формируют и вылетают в произвольном направлении от местонахождения улья для поиска возможных источников нектара с максимальной концентрацией на единицу площади. Пчелы разведчики исследуют все возможное пространство вокруг своего места обитания. После обнаружения таких источников пчелы-разведчики возвращаются и передают данные о месторасположении нектара основным рабочим пчелам, которые называются пчелы-фуражиры, а после от-

правляются на дальнейшие поиски нектара. Пчелы-разведчики постоянно производят вылеты и контролируют текущее состояние запасов нектара на обнаруженных источниках.

После получения информации от пчел разведчиков происходит анализ и выбор наиболее перспективного направления сбора нектара, т.к. возможно источников будет множество, но выбирается тот, что сможет обеспечить максимальное количество нектара. После определения данного направления пчелы-фуражиры производят сбор нектара, но т.к. запасы источника ограничены пчелы разведчики продолжают постоянно анализировать запасы источника и в случае необходимости сообщают об необходимости изменения количества рабочих пчел на локациях, где количество нектара сократилось и необходимость перенаправления их на источники с большим количеством нектара. Анализируя данное поведение можно сформировать алгоритм, основанный на поведении пчелиной колонии. Непосредственно сам алгоритм следует разделить в соответствии с описанием метода на 1 этапов: инициализации начальных элементов, поиск наилучшего результата работы алгоритма, осуществление поиска кратчайшего пути ветви графа. Граф алгоритма роевого интеллекта представлен на рисунке 1.

В процессе инициализации начальных элементов производится вычисление признаков для определения ключевых точек пространства с наилучшими значениями целевой функции, также может реализовываться метод случайного перебора возможных значений, который систематизируются и учитываются в центральной части  $Z_0$  в виде  $Z_i = random(G(Z_0))$ .

После выявления перспективных областей, в них определяются направления перемещения элементов в соответствии с направлением ветвей, таким образом, после очередной итерации процесса формируется скорректированные значения  $f(Z_i)$ . Производя обработку данных в течение времени осуществления всех технологических операций  $j$  формируется более эффективная выборка из возможных  $Z$  решений из всей совокупности ключевых точек  $Z_{i,j}$ :

$$S_Z = \sum_{i=1}^N \left( \sum_{j=1}^q f(Z_{i,j}) \right).$$

На итоговом этапе из полученной совокупности возможных решений осуществляется выбор решения с более высокой степенью эффективности, а решения с низкой эффективностью игнорируются, а если они ранее использовались, то исключаются из возможных направлений.

При применении алгоритма пчелиной колонии на беспроводные самоорганизующиеся сети получается следующая последовательность действий для организации и функционирования сети. На начальном этапе выполняется поиск возможных узлов для конфигурирования структуры сети. Как и в случае с пчелиной колонии имеется два направления: отправка на поиск и анализ полученного результата, который заключается в возможности добавления нового узла или выполнения запроса на операции поиска следующего узла сети. Полученная информация содержит в себе данные о месторасположении и если имеется, то информацию о ближайших узлах сети, если был ранее произведен обмен с данными узлами, т.к. после нахождения ранее не включенного узла в сеть производится поиск ближайших к нему элементов телекоммуникационной сети. После осуществления поисков и формирования каналов между абонентскими узлами сети первый этап считается завершенным.

В системе имеются все необходимые узлы сети с присвоенными уникальными идентификаторами. После формирования структуры начинается сетевое взаимодействие между узлами сети, и формировании карты загрузки узлов, где возникает необходимость в повышенном уровне производительности организуются каналы с максимально возможной пропускной способностью, а если узел не активно использует сетевой информационный обмен, то снижается пропускная способность канала данных до данного узла сети, что позволяет эффективно использовать имеющиеся ресурсы обнаруженных сетевых устройств. Если происходит исключение сетевого узла из структуры сети, то данные об нем удаляются из таблицы маршрутизации, также удаление данных происходит в случае если длина пути до узла сети не является минимальной, т.е. маршрутизация данных может обеспечиваться более коротким путем. Взаимодействие между узлами сети обеспечивается передачей потока данных от соседних узлов, анализируя карту со связями между узлами, из которой выбирается путь с минимальной возможной длительностью передачи данных, а в случае если текущий канал передачи данных загружен, то допускается использование и пути не с минимальной длительностью передачи данных, но обеспечивающий равномерную сетевую загрузку сети.

Таким образом можно сделать вывод о том, что поиск наиболее оптимальной структуры в беспроводных самоорганизующихся Ad hoc сетях с помощью алгоритма роевого интеллекта, а именно алгоритма пчелиной колонии является самым быстрым и функциональным решением для подобной ситуации, одновременно обеспечивая переконфигурирование структуры ввиду динамики изменения абонентов в сети и максимальное быстроедействие при обмене приемо-передающими пакетами данных в созданной телекоммуникационной сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.А. Бахтин, А. В. Смирнов, О. П. Тимофеева Свойства и характеристики Ad Hoc сетей, учебное пособие, Москва 2012.
2. Курейчик В.М., Кажаров А. А. Использование роевого интеллекта в решении NP-трудных задач // Известия ЮФУ Технические Науки. 2011. Вып. 7, № 120. С. 30–36.
3. Курейчик В.В., Запорожец Д. Ю. Роевой алгоритм в задачах оптимизации // Известия ЮФУ Технические Науки. 2010. Вып. 7, № 108. С. 28–32.
4. Broch J., Maltz D. A., Johnson D. B. Maximum battery life routing to support ubiquitous mobile computing in wireless ad hoc networks // Parallel Architectures, Algorithms, and Networks, 1999. (I-SPAN'99) Proceedings. Fourth International Symposium on. IEEE, 1999. P. 370–375.
5. Sivanandam, S. N. Introduction to Genetic Algorithms /S.N. Sivanandam, S. N. Deepa // Springer Berlin Heidelberg, -2010, -442p.
6. Козлецов, А.П., Современные способы организации обмена данными с системами управления/ Козлецов А. П., Решетников, И.С // Информационные технологии в проектировании и производстве, -№ 2, — 2010, — С. 17–23.
7. Кореньюшкин, А. Генетические алгоритмы / А. Кореньюшкин // Программист. № 2. — 2003. С. 74–80.
8. Курейчик В. В., Жиленков М. А. Пчелиный алгоритм для решения оптимизационных задач с явно выраженной целевой функцией // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. 2015. Вып. 1, № 21. С. 1–8.
9. Qazi S. et al. An Architecture for Real Time Monitoring Aerial Adhoc Network // IEEE International Conference on Frontiers of Information Technology. 2015. P. 154–159.

© Савинов Сергей Владимирович ( conf-mail@bk.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

# ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ УПРАВЛЕНИЯ БЛОКИРОВОЧНЫМ ФРИКЦИОНОМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ТРАНСФОРМАТОРА ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН С ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ

## JUSTIFICATION OF CRITERIA FOR CONTROLLING THE LOCKING CLUTCH OF A HYDRODYNAMIC TRANSFORMER OF TRACKED VEHICLES WITH A HYDROMECHANICAL TRANSMISSION

*R. Topolnik*

*Summary.* The article describes the problems of ensuring the mobility of tracked vehicles with a hydro-mechanical transmission. The possibility of improving the acceleration characteristics by controlling the locking clutch according to the algorithm, taking into account the characteristics of the joint operation of the engine and the torque Converter, operating modes and the position of the crawler controls is considered. The criteria for controlling the locking clutch are justified, and the appearance of the power plant control system of a tracked vehicle is proposed.

*Keywords:* tracked vehicles with a hydro-mechanical transmission, the algorithm for controlling the locking clutch, the criteria for controlling the locking clutch, and the power plant control system.

**Топольник Роман Андреевич**

Преподаватель, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище  
topolro@mail.ru

*Аннотация.* В статье изложены проблемы обеспечения подвижности гусеничных машин с гидромеханической трансмиссией. Рассмотрена возможность улучшения разгонных характеристик за счет управления блокировочным фрикционом по алгоритму, с учетом характеристики совместной работы двигателя и гидротрансформатора, эксплуатационных режимов работы и положения органов управления гусеничной машиной. Обоснованы критерии управления блокировочным фрикционом, предложен облик системы управления силовой установкой гусеничной машины.

*Ключевые слова:* гусеничные машины с гидромеханической трансмиссией, алгоритм управления блокировочным фрикционом, критерии управления блокировочным фрикционом, система управления силовой установкой.

## Введение

Создаваемые с учетом всех тактико-техничко-экономических требований, диктуемых заказчиком, современные гусеничные машины являются основным средством обеспечения подвижности большинства наземных объектов вооружения, а также средством обеспечения тактической и оперативной подвижности войск.

Подвижность является одним из основных свойств вооружения и военной техники (ВВТ) и характеризуется способностью исправных и работоспособных машин к быстрому перемещению в различных дорожных и климатических условиях при выполнении поставленных задач. Она определяется проходимостью, маневренностью, массово-габаритными и тягово-скоростными свойствами, которые напрямую зависят от технического уровня применяемой техники.

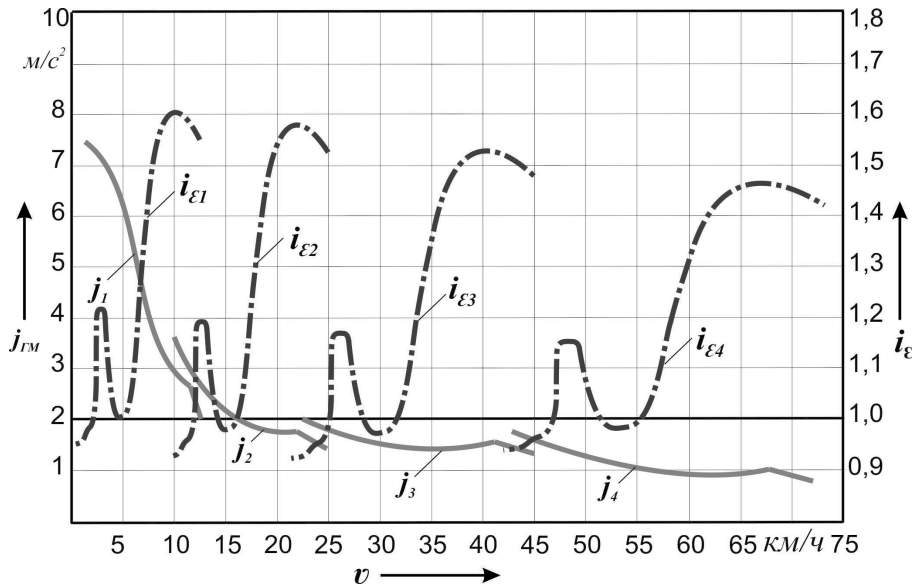
В виду того, что среднетехническая скорость (СТС) движения по различным дорогам является одним из основных показателей подвижности [1], то, следовательно, от состояния дорожной сети на основных стратегиче-

ских направлениях напрямую зависит успешность применения частей и подразделений.

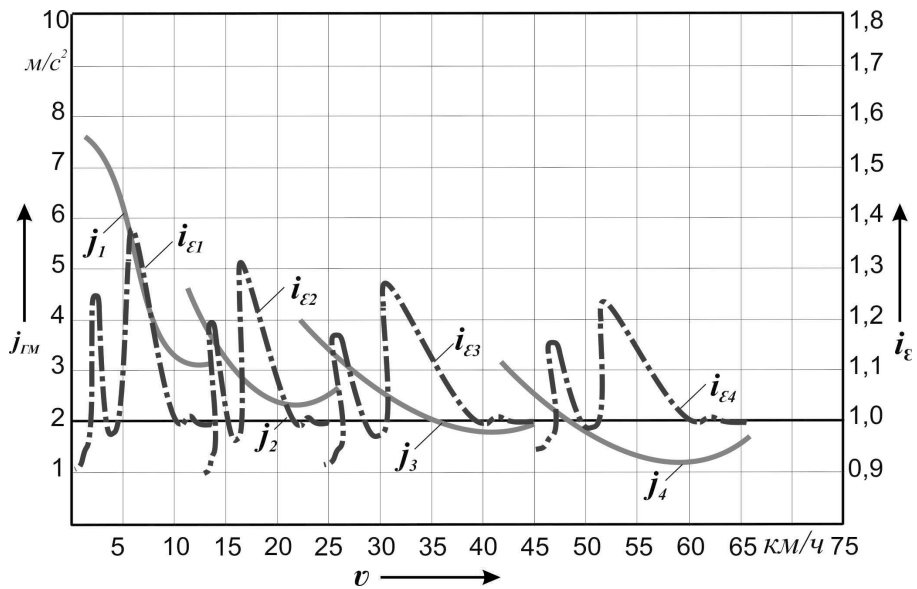
В настоящий момент наиболее эффективным средством обеспечения подвижности войск в сложных дорожных условиях являются боевые гусеничные машины (БГМ), высокие эксплуатационные свойства которых обусловлены применением в конструкции гидромеханической трансмиссии (ГМТ). Применяемый в конструкции гидротрансформатор (ГДТ) исключает жесткую связь между двигателем и агрегатами трансмиссии, благодаря чему значительно снижаются крутильные колебания и динамические нагрузки, а также отсутствует явление разрыва потока мощности при переключении передач [2, 3].

Однако, наряду с указанными преимуществами, ГМТ имеет ряд недостатков, основным из которых является низкий, коэффициент полезного действия (КПД), редко достигающий значений от 0,85 до 0,9. Ввиду этого, характеристики разгона, входящие в составляющую подвижности БГМ, как показывают наши исследования, улучшились незначительно [4].





$j_{1...4}$  — линейное ускорение гусеничной машины на 1, 2, 3, 4 передачах;  
 $i_{\epsilon 1...4}$  — передаточное отношение угловых ускорений ГДТ на 1, 2, 3, 4 передачах;  
 Рис. 1. Включение БлФ ГДТ без учета коэффициента  $i_{\epsilon}$



$j_{1...4}$  — линейное ускорение гусеничной машины на 1, 2, 3, 4 передачах;  
 $i_{\epsilon 1...4}$  — передаточное отношение угловых ускорений ГДТ на 1, 2, 3, 4 передачах;

Рис. 2. Включение БлФ ГДТ в диапазоне  $0,85 \leq i_{\epsilon} \leq 1,15$

На основании этого сформулирована гипотеза предполагающая возможность улучшения разгонных характеристик боевой гусеничной машины (БГМ) за счет своевременного исключения гидротрансформатора из силового потока путем блокирования по алгоритму, учитывающему характеристики совместной работы двигателя и гидротрансформатора, эксплуа-

тационные режимы работы БГМ и положение ее органов.

Известно, что максимальные значения КПД ГДТ изменяются в зависимости от соотношения между нагрузочными и преобразующими характеристиками, а также от качества изготовления лопастной системы

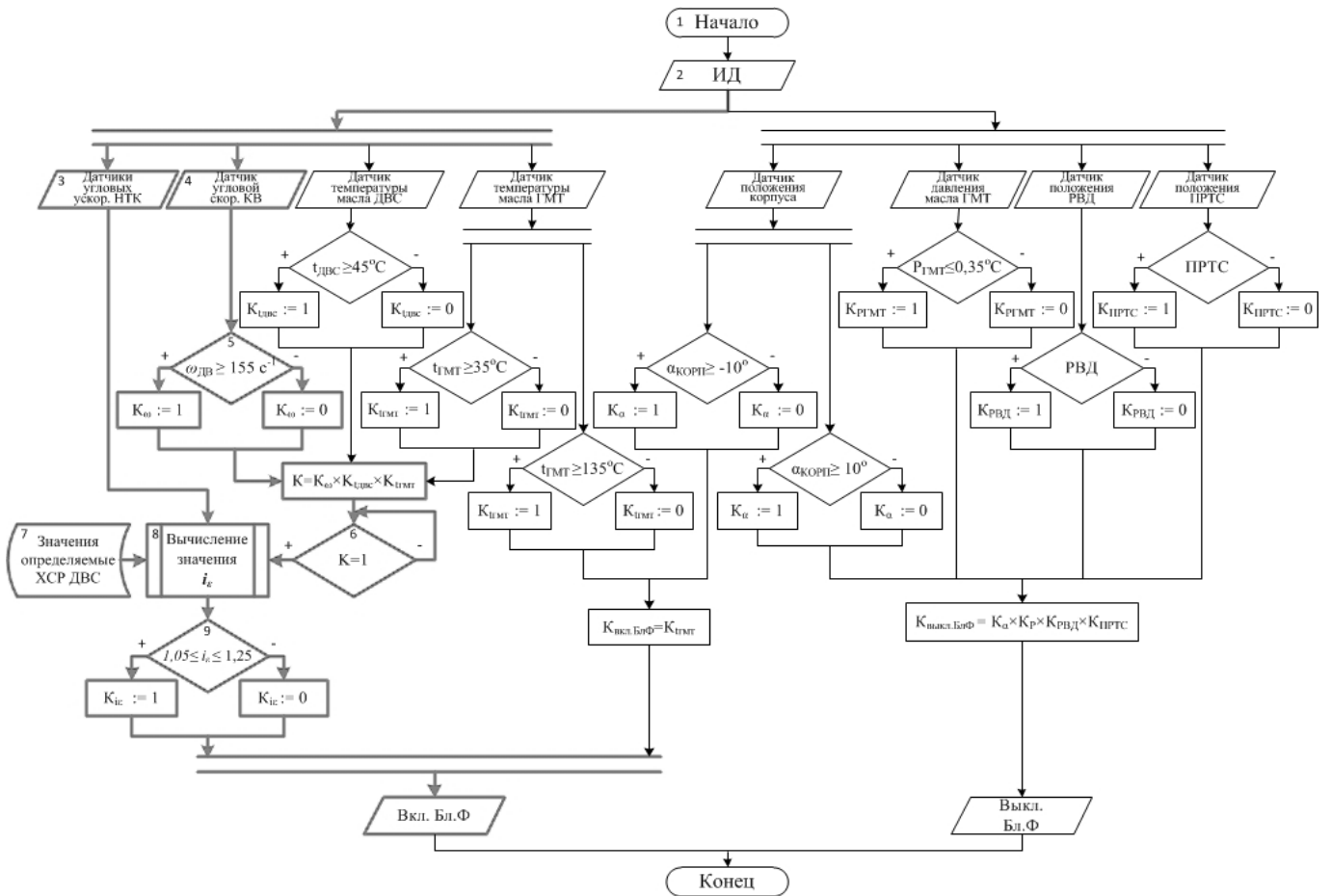


Рис. 3. Алгоритм управления блокировочным фрикционом

в довольно широком диапазоне — от 80 до 93%. В дополнение к этому блокирование ГДТ позволяет повысить КПД ГМТ на величину от 5 до 7%. Отсюда следует, что ГДТ целесообразно использовать в начальный период разгона (на первой и частично на второй передачах), а на последующих передачах блокировать его [5, 6]. В настоящий момент на БГМ сигнал на блокирование ГДТ начинает формироваться после достижения коленчатым валом двигателя угловой скорости  $185 \text{ c}^{-1}$ . Соответственно, неучтенными остаются параметры работы силовой установки и дорожные условия, в которых в данный момент находится гусеничная машина.

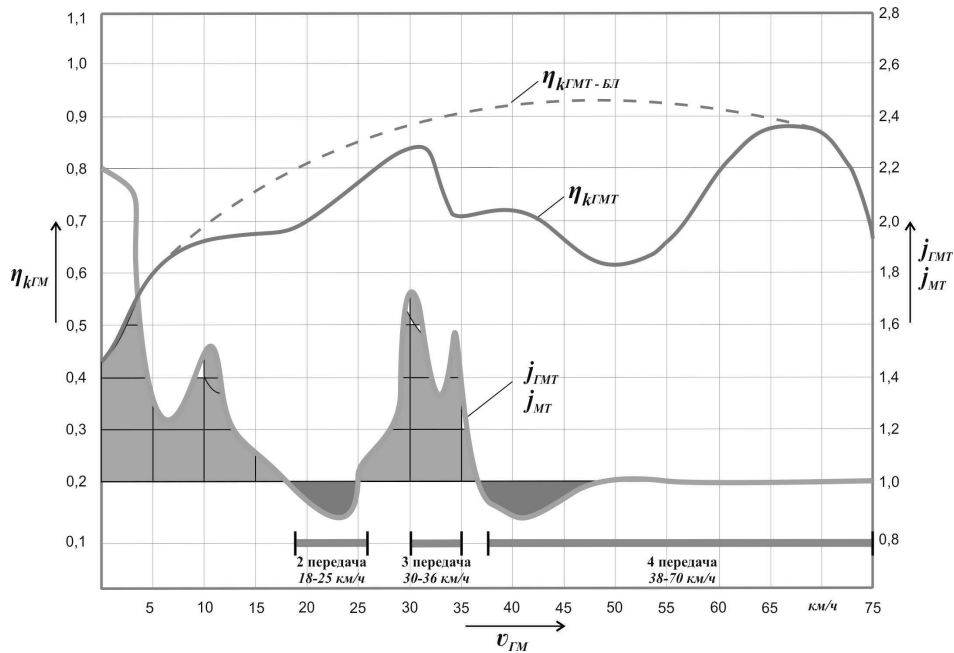
Это позволило выявить **противоречие**, между необходимостью изменения алгоритма управления блокировочным фрикционом ГДТ и отсутствием условий блокирования, применимым к эксплуатации машины на неустановившихся режимах движения.

Результаты расчетов разгона БГМ с ГМТ показали, что разгон на эксплуатационных режимах движения в зна-

чительной мере зависит от величины передаточного отношения угловых ускорений насосного и турбинного колес ГДТ в момент начала включения блокировочного фрикциона (БлФ). Выявлено, что наиболее благоприятные условия для включения БлФ создаются в диапазоне передаточного отношения угловых ускорений валов насосного и турбинного колес  $0,95 \leq i_g \leq 1,25$ . В этот момент происходит наиболее интенсивное ускорение БГМ, в связи с тем, что затраты на раскручивание инерционных масс минимальны.

На основании полученных данных были построены зависимости ускорений БГМ от отношения угловых ускорений валов насосного и турбинного колес ГДТ, с блокированием последнего без учета коэффициента (рис. 1) и с блокированием в диапазоне  $0,95 \leq i_g \leq 1,25$  (рис. 2).

Из графиков видно, что линейное ускорение БГМ в период разгона, когда блокирование ГДТ происходит с выполнением условия  $0,85 \leq i_g \leq 1,15$ , значительно превосходит линейное ускорение БГМ, когда ГДТ блокируется без учета  $i_g$ .



$\eta_{K_{GMT}}$  — коэффициент использования мощности БГМ с ГМТ без блокирования ГДТ;  
 $\eta_{K_{GMT-БЛ}}$  — коэффициент использования мощности БГМ с ГМТ с блокированием ГДТ по предложенному алгоритму;  $j_{GMT}/j_{MT}$  — отношение линейных ускорений БГМ

Рис. 4. Зависимость коэффициента использования мощности от скорости БГМ при различных алгоритмах блокирования

Таким образом, на основании математически описанных процессов, происходящих в ГМТ, задачу повышения подвижности БГМ возможно решать путем изменения алгоритма управления БлФ ГДТ. Для обеспечения работы алгоритма управления блокировочным фрикционом, были выбраны критерии управления БлФ ГДТ, определяющие момент включения блокировочного фрикциона ГДТ, основным из которых является критерий, учитывающий передаточное отношение угловых ускорений насосного и турбинного колес гидротрансформатора.

Управление блокировочным фрикционом ГДТ, с учетом характеристик совместной работы двигателя и ГДТ, эксплуатационных режимов работы и положения органов управления описывается выражениями:

1) включение БлФ

$$K_{Вкл.БлФ} = K_{i\varepsilon} \cdot (K_{\omega} \cdot K_{t_{ДВС}} \cdot K_{t_{ГМТ}}) \quad (2)$$

где  $K_{i\varepsilon}$  — критерий, учитывающий передаточное отношение угловых ускорений;

$K_{\omega}$  — критерий, учитывающий угловую скорость коленчатого вала двигателя;

$K_{t_{ДВС}}$  — критерий, учитывающий температуру масла в двигателе;

$K_{t_{ГМТ}}$  — критерий, учитывающий температуру масла в ГМТ;

На рис. 3 представлен алгоритм управления Бл Ф. Настоящий алгоритм имеет параллельную архитектуру и структурно состоит из 11 отдельных блоков, 6 из которых отвечают за включение БлФ, а 4 за выключение.

В блоке 5 осуществляется контроль угловой скорости вращения коленчатого вала двигателя. При переходе двигателя на внешнюю характеристику, что соответствует  $155 \text{ c}^{-1}$ , алгоритм разрешает включение БлФ ГДТ. До этого момента блокирование ГДТ запрещено. В блоке 8, на основании данных, заложенных в блоке 7, происходит расчет передаточного отношения угловых ускорений ГДТ. При выполнении условия  $1,1 \leq i_{\varepsilon} \leq 1,2$  алгоритм подает сигнал на блокирование ГДТ. Наличие этих данных позволят опосредованно учитывать дорожные условия, в которых в данный момент находится БГМ, тем самым запрещая включение БлФ на участках с большим сопротивлением движению. Критические значения данных, заложенные в блоке 7 назначены согласно характеристике совместной работы двигателя и ГДТ и подтверждены экспериментальным путем при проведении пробеговых испытаний БМД-4М совместно с представителями завода — изготовителя гусеничной машины ООО «Курганмашзавод»;

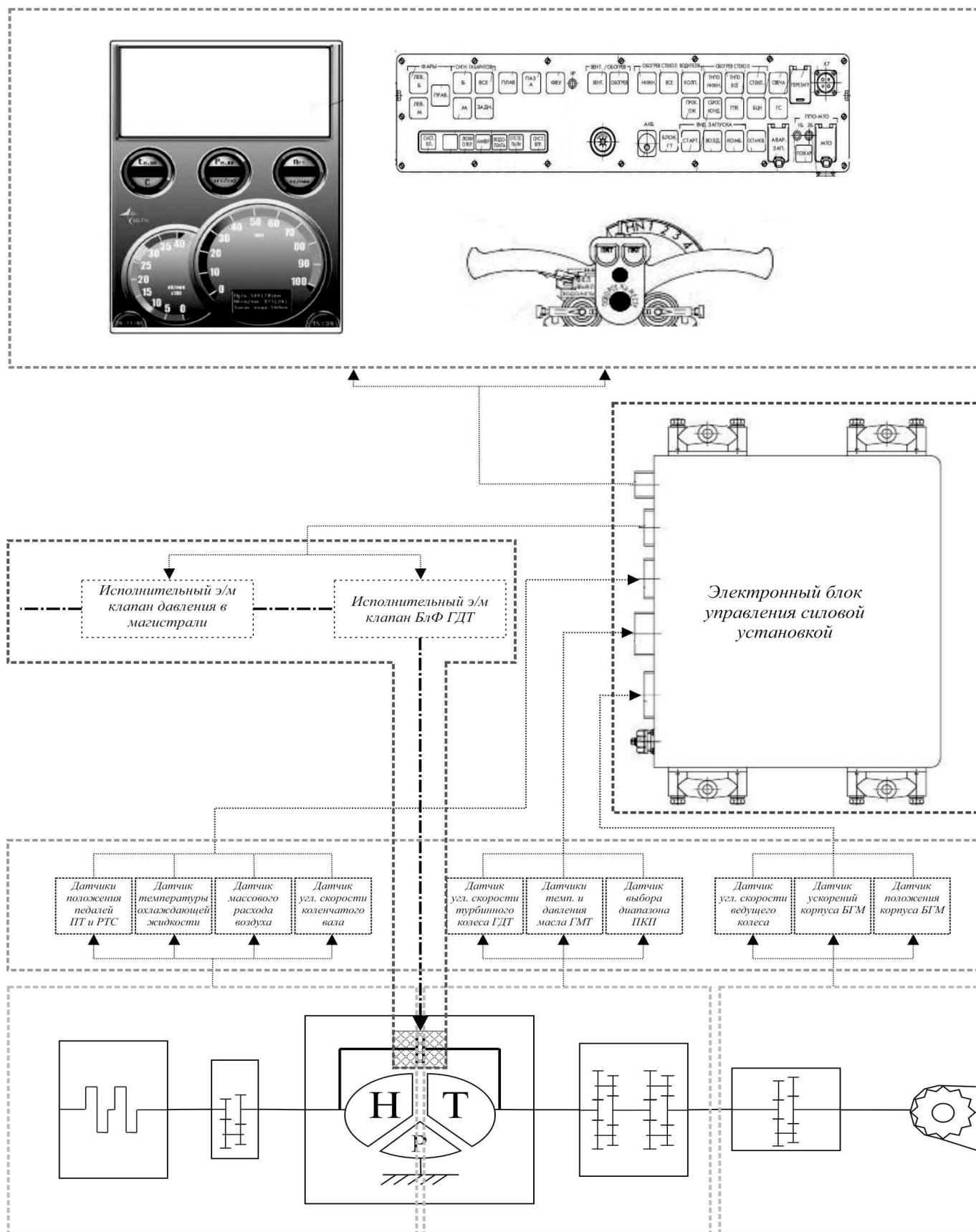


Рис. 5. Схема системы управления силовой установкой

В ходе настоящего исследования было установлено, что для решения научных и практических задач, предполагающих разработку способа улучшения разгонных характеристик БГМ с ГМТ, необходима не только разработка алгоритма блокирования ГДТ, но и совершенствование конструкции управляющего звена ГМТ. Путем изменения алгоритма блокирования ГДТ удалось исключить «проблемные зоны», когда ввиду характеристик ГДТ коэффициент использования мощности  $\eta_k$ , в период разгона резко снижается, что отрицательно сказывается на динамических качествах машины (рис. 4).

Чтобы обеспечить благоприятные условия для включения БлФ, необходимо расширить функционал системы управления силовой установкой, входящей в состав штатной бортовой информационно-управляющей системы (БИУС) БМД-4М, для чего предлагается:

1. в измерительную часть системы ввести датчики:
  - ◆ положения педали подачи топлива;
  - ◆ положения педали рабочей тормозной системы;
  - ◆ температуры охлаждающей жидкости двигателя;
  - ◆ массового расхода воздуха;
  - ◆ угловой скорости коленчатого вала;
  - ◆ угловой скорости вала турбинного колеса ГДТ;
  - ◆ температуры масла трансмиссии;
  - ◆ давления масла в магистрали управления;
  - ◆ положения рычага выбора диапазона ПКП;
  - ◆ положения корпуса БГМ;
  - ◆ угловой скорости ведущего колеса;
  - ◆ ускорения корпуса БГМ.
2. на анализирующую часть системы, состоящую из электронного блока управления силовой установкой, возложить следующие функции:
  - ◆ определение оптимальных моментов переключения передач;
  - ◆ управление величиной давления в основной магистрали ГМТ;
  - ◆ управление электромагнитным клапаном БлФ ГДТ;
  - ◆ осуществление контроля работы трансмиссии;
  - ◆ осуществление диагностики неисправностей трансмиссии.
3. на исполнительную часть системы возложить следующие функции:
  - ◆ управление электромагнитным клапаном БлФ ГДТ;
  - ◆ управление электромагнитным клапаном регулятора давления в основной магистрали ГДТ.

Схематично система управления силовой установкой представлена на рисунке 5.

Блок управления силовой установкой предназначен для анализа сигналов с датчиков, установленных на узлах и агрегатах МТУ, сравнения показателей с эталонны-

ми значениями и формирования сигнала на включение блокировочного фрикциона.

Сигнал с датчика положения педали подачи топлива запускает алгоритм управления Бл Ф.

По сигналу датчика положения педали рабочей тормозной системы, в момент нажатия механиком-водителем на педаль, для обеспечения максимального замедления БГМ, происходит выключение БлФ ГДТ.

По показателям датчиков температуры охлаждающей жидкости двигателя, массового расхода воздуха, угловой скорости коленчатого вала двигателя и датчика угловой скорости ведущего колеса происходит оценка параметров системы двигатель-трансмиссия-дорога.

Путем сравнения показаний с датчиков угловых скоростей коленчатого вала двигателя и турбинного колеса ГДТ происходит расчет передаточного отношения угловых ускорений ГДТ. Данный параметр является ключевым в выборе момента блокирования ГДТ.

Сигнал с датчика температуры масла в ГМТ запрещает включение БлФ, пока температура масла не достигнет рабочих температур. Контроль данного параметра необходим потому, что масло не обеспечивает необходимых смазочных свойств до достижения им температуры 30 °С.

Датчик давления масла в магистрали управления регистрирует значения давления

в магистрали управления и запрещает блокирование ГДТ при снижении давления меньше значения 0,35 кгс/см<sup>2</sup>.

Сигнал с датчика положения рычага выбора диапазона ПКП запрещает блокирование ГДТ на первой передаче. Это необходимо потому, что экспериментально установлена нецелесообразность исключения ГДТ из силового потока на первой передаче. Кроме того, по сигналу с данного датчика происходит выключение БлФ в момент переключения передач для снижения нагрузок в трансмиссии.

Для выбора момента начала блокирования значимым параметром является положение корпуса машины относительно горизонта. Для регистрации этого параметра в БИУС предлагается предусмотреть датчик положения корпуса. Сигнал с датчика будет запрещать блокирование гидротрансформатора при движении на подъем, чтобы не снижать силу тяги на ведущих колесах. А при движении на спуске сигнал с данного датчика будет принудительно блокировать гидротрансформатор для того, чтобы обеспечить возможность торможения двигателем.

## Выводы

Анализ экспериментальных заездов двух гусеничных машин с гидромеханической трансмиссией показал, что машина, двигающаяся с блокированием ГДТ по алгоритму, управляющему БлФ с учетом дополнительных параметров, имеет большую среднетехниче-

скую скорость. При этом количество циклов «блокирование-разблокирование» гидротрансформатора на одинаковых участках маршрута снизилось, а расход топлива сократился. Особенно ярко эти изменения видны на эксплуатационных режимах движения, в сложных дорожных условиях, при разгоне, торможении, преодолении препятствий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Военная энциклопедия [Текст]. — М.: Огарков. — «Прогресс», 2002. — Том 6. — 193 с.
2. Гришкевич, Д. А. Боевое применение вооружения и военной техники в горно-пустынной местности Афганистана [Текст]: учеб. пособие / под ред. Д. А. Гришкевича. — М.: Воениздат, 1990. — 232 с.
3. Бельцев, Д. А. Оценка приспособленности танков к совершению марша [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 20.02.17 / Бельцев Денис Аркадьевич. — М., 2008. — 192 с.
4. Григоренко, Л. В. Динамика автотранспортных средств [Текст] / Л. В. Григоренко, В. С. Колесников. — Волгоград: Волгоградский комитет по печати и информатике, 1998. — 544 с.
5. Григоренко, Л. В. Исследование работы моторно-трансмиссионных установок транспортных машин на неустановившихся режимах [Текст] / Л. В. Григоренко, Е. С. Арсеньев // Труды института НИИ-21. — 1968 г. — Сб. 3. — С. 77–98.
6. Держанский, В. Б. Алгоритмы управления движением транспортной машины [Текст]: монография / В. Б. Держанский, И. А. Тараторкин. — Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2010. — 142 с.

© Топольник Роман Андреевич (topolro@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Рязань

## РЕАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА ПО РАЗРАБОТКЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО МОДУЛЯ

### IMPLEMENTATION OF AN EDUCATIONAL PROJECT TO DEVELOP A RESEARCH MODULE

*M. Cherkasova  
M. Kasyanova  
S. Berezina*

*Summary.* Training of engineering specialists involves a wide range of approaches, including attracting young people to participate in practice-oriented educational projects. In this work, the task of developing, manufacturing and testing a research module for automatic delivery of goods and dumping them at a given point is realized. A model of the device was designed and manufactured, and software was developed for the control and pilot systems, power supply systems, cargo dumping, search and rescue. Pre-flight test tests were performed to check the opening of the beams and start the engines in the air flow. An experiment was carried out to launch the device, deliver the cargo to the specified point and reset it, return the device to the specified point and land.

*Keywords:* research module, pilot system, engine start, wind tunnel.

**Черкасова Марина Александровна**

ФГБОУ ВО «Московский государственный  
технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
m89163214957@inbox.ru

**Касьянова Мария Андреевна**

ФГБОУ ВО «Московский государственный  
технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
tenebris.agnus@yandex.ru

**Березина Светлана Львовна**

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Московский  
государственный технический университет имени  
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский  
университет)»  
sberezina20008@yandex.ru

*Аннотация.* Подготовка специалистов инженерной направленности предполагает широкий спектр подходов, в том числе привлечение молодежи к участию в учебно-образовательных проектах практико-ориентированной направленности. В данной работе реализована задача по разработке, изготовлению и испытанию исследовательского модуля для автоматической доставки грузов и сброса их в заданную точку. Сконструирована и изготовлена модель аппарата, разработано программное обеспечение для управляющей и пилотной систем, системы электропитания, сброса груза, поиска и спасения. Проведены предполетные тестовые испытания проверки раскрытия лучей и запуска двигателей в воздушном потоке. Осуществлен эксперимент по запуску аппарата, доставке груза в заданную точку и его сбросу, возвращению аппарата на заданную точку и приземлению.

*Ключевые слова:* исследовательский модуль, пилотная система, запуск двигателей, аэродинамическая труба.

### Введение

Существенный вклад в повышение интереса молодежи к получению знаний в области инженерии вносит развитие навыков к целенаправленной творческой деятельности, начиная со школьной скамьи и в процессе обучения в техническом ВУЗе [1–3].

Мотивацией к самостоятельной творческой деятельности является привлечение молодежи к участию в образовательных проектах практико-ориентированной направленности [4,5].

Участие в учебно-образовательных проектах, участвующих одновременно научную, техническую и ин-

женерную составляющие, предоставляет широкие возможности для активизации аналитического мышления, работы в составе команды, приобретения навыков самостоятельного творчества [6,7].

Данная работа выполнена в рамках учебно-образовательного проекта Ракетно-космической корпорации «Энергия», обеспечившей теоретическую базу, экспериментальные мастерские, испытательный полигон.

### Цель работы

Разработка исследовательского модуля на основе коптера и его применение для отработки технологии автоматической доставки грузов в труднодоступные места.



Рис. 1. Начальный этап сборки аппарата на основе квадрокоптера

### Методика эксперимента

Экспериментальная версия аппарата (рис. 1, 2) была изготовлена на базе квадрокоптера DJI Phantom 2, в котором штатный контроллер заменен на полетный контроллер Naze 32 rev6 Full. К контроллеру был подключен одноплатный миникомпьютер NanoPi Neo Air с камерой CAM500B.

Большинство элементов аппарата изготавливались на 3D-принтере методом послойного наплавления. Создание модели обеспечивалось путем последовательного нанесения слоев материала на контуры цифровой модели. В качестве материала для печати использовался термопластичный пластик PLA.

В процессе эксперимента были поставлены задачи, включающие:

- ◆ разработку модели аппарата, работающего по принципу коптера;
- ◆ подбор комплектующих;
- ◆ сборку тестовой модели аппарата;
- ◆ разработку программного обеспечения для пилотной и управляющей систем;
- ◆ испытание двигателей;
- ◆ разработку программного обеспечения для визуального обнаружения и позиционирования цели с помощью видеокамеры;
- ◆ проведение испытаний для проверки работы всех систем;
- ◆ запуск двигателей и полет аппарата в зону доставки груза по данным GPS;

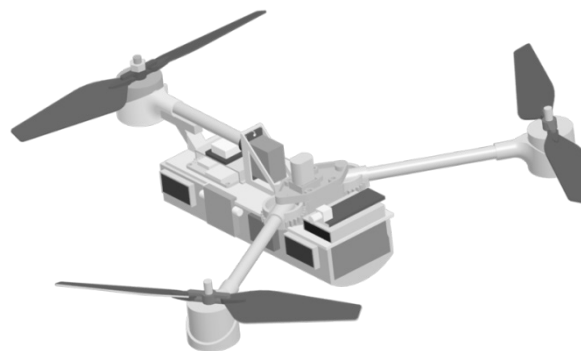


Рис. 2. Изготовленная 3D-модель аппарата

- ◆ автоматическое визуальное обнаружение и позиционирование цели с помощью видеокамеры и обеспечение подлета аппарата к точке сброса для доставки груза;
- ◆ сброс груза с автоматическим визуальным подтверждением с помощью видеокамеры;
- ◆ возвращение аппарата в место назначения;
- ◆ контроль уровня заряда батареи на протяжении полета;
- ◆ выполнение автоматической посадки в случае критически низкого заряда батареи;
- ◆ передача координат места посадки и подача звукового сигнала для обеспечения быстрого поиска аппарата;
- ◆ информирование о статусе миссии посредством SMS сообщений на всем протяжении полета;
- ◆ использование радиомаяка для поиска аппарата;
- ◆ передача телеметрии по интернет-каналу на сервер с интерактивным позиционированием аппарата;
- ◆ резервное сохранение телеметрии на SD карту.

Для осуществления функций аппарата были разработаны системы [8,9]:

- ◆ управляющая, отвечающая за выполнение всех операций, за исключением стабилизации и полета аппарата;
- ◆ пилотная, отвечающая за стабилизацию и полет аппарата;
- ◆ система распознавания цели, отвечающая за доставку груза;
- ◆ система электропитания;





Рис. 3. Установка «аэродинамическая труба»

- ◆ система раскрытия лучей;
- ◆ система сброса груза;
- ◆ система поиска и спасения.

Управляющая система, предназначенная для реализации общей программы полета, включала:

- ◆ одноплатный миникомпьютер NanoPi Neo Air;
- ◆ модуль GSM GPRS SIM800C;
- ◆ радио-модуль nRF24L01;
- ◆ пищалку MATEK Loud Buzzer;
- ◆ SD карту.

Пилотная система для определения пространственного положения аппарата, его стабилизации, полета в заданную точку, для передачи телеметрии в управляющую систему, включала:

- ◆ полетный контроллер Omnibus F4 V3 Pro;
- ◆ интегрированный сенсор движения MPU6000, состоящий из 3-х осевого гироскопа, 3-х осевого акселерометра и сигнального процессора;
- ◆ GPS модуль Matek M8Q-5883;
- ◆ регуляторы скорости ESC;
- ◆ три бесколлекторных двигателя BrotherHobby Returner R6 2207 с пропеллерами;
- ◆ сервопривод TowerPro MG90S;
- ◆ приемник RadioLink R12DSM.

Система распознавания цели предназначалась для формирования команд на перемещение аппарата, автоматического визуального определения места сброса груза и позиционирования аппарата относительно него после подлета на точку по данным GPS модуля. Использовалась модульная камера CAM500B, расположенная в нижней части корпуса аппарата. Программное обеспечение на базе библиотеки OpenCV было интегрировано



Рис. 4. Финальная версия аппарата

в основное программное обеспечение одноплатного микрокомпьютера NanoPi NEO Air.

Система электропитания, предназначенная для обеспечения энергоснабжения компонентов аппарата, включала:

- ◆ литий-полимерный (LiPo) аккумулятор Black Magic, с емкостью 5А·ч, номинальным напряжением 11,1В и током отдачи до 225А;
- ◆ плату распределения питания matek-PDB;
- ◆ модуль АЦП ADS1115.

Система поиска и спасения включала::

- ◆ радиомаяк Mini для Rockwell IBeacon;
- ◆ поисковое устройство комплекса Rockwell IBeacon;
- ◆ направленную антенну Yagi 800–4–1 868 МГц.

#### Экспериментальные исследования

Перед запуском аппарата были проведены предполетные тестовые испытания.

Установка для проверки возможности раскрытия лучей аппарата состояла из шестерней, электродвигателя, лучей и блока питания. В ходе испытаний определилась оптимальная конструкция системы раскрытия лучей с высокой степенью надежности.

При запуске аппарата на заданной высоте лучи раскрывались на 120° редуктором электродвигателя. Положение редуктора фиксировалось, и с помощью контактного выключателя, зажимаемого при достижении лучами необходимого угла, электродвигатель отключался.

Для проверки запуска двигателей были проведены предполетные испытания в воздушном потоке. Для этого была собрана аэродинамическая труба (рис. 3).

Установка состояла из напечатанного на 3D-принтере каркаса, обшитого картоном, и двух бесколлекторных двигателей для коптера. Для определения скорости воздушного потока использовалась трубка Пито, в состав которой входил датчик давления и температуры BMP180. В качестве системы контроля работы установки были использованы полетный контроллер OpenPilot CC3D mini, одноплатный компьютер NanoPi Neo Air, аккумулятор.

В результате проведенных испытаний была достигнута скорость воздушного потока 20–25 м/с, что гарантированно превышает максимальную скорость падения аппарата в атмосфере Земли с учетом погрешности измерений скорости потока в трубе. При такой скорости двигатель достигал необходимой мощности и уверенно запускался.

Принцип поиска радиомаяка заключался в оценке уровня радиосигнала, наблюдаемого на дисплее поискового устройства. Время непрерывной работы радиомаяка от одной зарядки встроенного аккумулятора составляет до 2 месяцев; дальность возможного поиска на открытой местности превышает 2,5 км. Направленная антенна обеспечивает прибавку дальности обнаружения маяка системы IBeacon в среднем в 3 раза.

Для работы комплекса не требуется наличие сотовой связи и SIM карт. При необходимости можно наблюдать положение маяка, его скорости и высоты в реальном времени на карте на экране смартфона или планшета на Андроиде. Также имеется возможность просмотра последних известных координат маяка на дисплее поискового устройства при подключении внешнего GPS приемника.

В ходе эксперимента аппарат (рис. 4) поднимался в воздух и в режиме автопилота направлялся к заданной точке по координатам GPS. После подлета к точке доставки груза по данным GPS модуля и зависания над ней включалась камера CAM500B, расположенная в нижней части аппарата, и с использованием программного обеспечения на базе библиотеки OpenCV производилось автоматическое визуальное определение расположения цели и позиционирование аппарата относительно нее.

Затем с помощью команд на перемещение аппарата от управляющей системы в пилотную (изменение углов крена, тангажа, рысканья и суммарной тяги двигателей) аппарат совершал подлет к точке сброса груза.

Во время зависания аппарата над точкой сброса передавалась команда управляющей системы на отделение груза от аппарата. После сброса груза с автоматическим визуальным подтверждением завершения, на базе контроллера Omnibus F4 V3 Pro в режиме автопилота по GPS координатам реализовывалась команда «полет домой». После возвращения аппарата в место назначения происходила его автоматическая посадка.

Работа с полетным контроллером Omnibus F4 V3 Pro осуществлялась на базе программного обеспечения (прошивки) INAV 2.2.0.

На протяжении всего полета проводился контроль напряжения на аккумуляторной батарее. В случае падения напряжения на одной из «банок» батареи ниже 3,1 В управляющей системой прерывается выполнение программы и передается команда на автоматическую посадку аппарата, аварийное сообщение с координатами точки аварийной посадки и подается звуковой сигнал.

Наземная станция информировала о смене каждого этапа работы аппарата путем SMS сообщений с использованием модуля GSM GPRS SIM800C.

На рабочем месте оператора наземного пункта был запланирован прием двух потоков телеметрии с одноплатного компьютера NanoPi NEO Air.

Первый поток телеметрии реализовывался с помощью радиомодуля nRF24L01 и наземной приемной станции, в состав которой входит аналогичный радиомодуль. Передача данных с приемной станции на компьютер осуществляется через сеть с использованием протокола UDP.

Второй поток телеметрии обеспечивается за счёт интернет-соединения. Для этого одноплатный компьютер подключался к интернету через модуль GSM GPRS SIM800C. Данные передавались с NanoPi NEO Air на компьютер через сервер по протоколу UDP. В состав данных входили: ускорение, угловые скорости, данные с магнитометра по трем осям, давление, температура, текущая высота, скорость, GPS координаты, напряжение на аккумуляторной батарее, статус миссии.

## Обсуждение результатов

На протяжении работы аппарата для автоматической доставки грузов в труднодоступные места были получены следующие результаты.

- ◆ полет аппарата в зону доставки груза по данным GPS;
- ◆ сброс груза в точку доставки;

- ◆ определение местоположения аппарата (GPS);
- ◆ возвращение аппарата в место назначения (частично);
- ◆ автоматическая посадка;
- ◆ автоматическое визуальное обнаружение и позиционирование цели с помощью видеокамеры.

В качестве дополнительной миссии.

- ◆ контроль уровня заряда батареи;
- ◆ сохранение телеметрии на SD-карту;
- ◆ передача телеметрии по интернет-каналу на сервер;
- ◆ возможность перехода на ручное управление в случае НШС;
- ◆ использование радиомаяка для поиска аппарата;
- ◆ передача координат места посадки и подача звукового сигнала (писк) при низком заряде батареи.

## Выводы

1. Разработана и изготовлена экспериментальная 3D-модель исследовательского модуля.
2. Разработано программное обеспечение для управляющей и пилотной систем, систем энергоснабжения, сброса груза, поиска и спасения.
3. Проведены предполетные тестовые испытания для проверки раскрытия лучей аппарата и запуска двигателей.
4. Выполнен эксперимент по запуску аппарата, доставке груза в заданную точку и его сбросу, возвращению аппарата на заданную точку и его приземлению.
5. Установлено, что для предотвращения возможной потери связи необходимо предусмотреть усиление мощности радиомодуля.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев И.В., Логинов Ю. Ю., Зеленков П. В. Подготовка инженеров с использованием проектно-ориентированного обучения // Высшее образование в России. 2015. № 6. С. 5–11.
2. Толстенёва А. А., Терехина О. С. Подготовка студентов инженерных специальностей к исследовательской деятельности // Наука и школа. 2011. № 3. С. 93–96.
3. Горшкова О. О. Подготовка студентов инженерного вуза к исследовательской деятельности // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2012. № 4. С. 132–137.
4. Горшкова О. О. Исследовательская деятельность как неотъемлемый компонент профессиональной подготовки будущего инженера // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Гуманитарные науки. 2013. № 2(26). С. 169–176.
5. Березина С. Л., Гончаренко Е. Е., Горячева В. Н., Елисеева Е. А., Слынько Л. Е. Самостоятельная научно-исследовательская деятельность студентов в образовательной среде технического ВУЗа как средство повышения качество инженерной подготовки // Сборник Трудов Десятой Всероссийской конференции. Центр прикладной физики МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2019. Часть III. С. 141–145.
6. Чернов А. К., Березина С. Л., Гончаренко Е. Е. Разработка и испытания прототипа сверхмалого исследовательского модуля в рамках молодёжного образовательного проекта // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и Технические Науки». —2018. -№ 10. — С. 22–26.
7. Березина С.Л., Елисеева Е. А., Гончаренко Е. Е. Проектирование малого исследовательского модуля в рамках образовательного проекта// Динамика сложных систем –XXI век. 2019. Т. 13. № 4. С. 18–22.
8. Ферсман П., Кашвих С., Крюгер Т., Шнеттер П., Вилкенс С. Интегрированная навигационная система на основе МЭМС для адаптивного управления полетом беспилотного аппарата // Гироскопия и навигация. 2013. № 1. С. 3–18
9. Cao Ch., Novakimyan N. L1 adaptive output feedback controller for systems of unknown dimension // IEEE Transactions on Automatic Control, 2008. Vol. 53, no. 3, pp. 815–821.

© Черкасова Марина Александровна ( m89163214957@inbox.ru ),

Касьянова Мария Андреевна ( tenebris.agnus@yandex.ru ), Березина Светлана Львовна ( sberezina20008@yandex.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ КОМПРЕССОРНОГО ТИПА

## AUTOMATION OF CONTROL PROCESSES OF AERODYNAMIC INSTALLATION OF COMPRESSOR TYPE

V. Yakushev

*Summary.* The article defines the aerodynamic installations of the compressor type. The characteristic is given to the models of aerodynamic installations of compressor type. The modeling process with elements of automation of aerodynamic installations of compressor type is described. An industrial aerodynamic installation with automation elements is considered.

*Keywords:* compressor-type aerodynamic installation, process automation, models, nozzles, prechamber, pressure and temperature sensors, industrial aerodynamic installation.

**Якушев Вячеслав Анатольевич**

К.т.н., ГИЦ ФГУП «Центральный  
аэрогидродинамический институт имени профессора  
Н. Е. Жуковского»  
YVyacheslavA@yandex.ru

*Аннотация.* В статье дано определение аэродинамическим установкам компрессорного вида. Дана характеристика моделям аэродинамических установок компрессорного вида. Описан процесс моделирования с элементами автоматизации аэродинамических установок компрессорного вида. Рассмотрена промышленная аэродинамическая установка с элементами автоматизации.

*Ключевые слова:* аэродинамическая установка компрессорного вида, автоматизация процессов, модели, сопла, форкамера, датчики давления и температуры, промышленная аэродинамическая установка.

**А**эродинамическая установка компрессорного типа (АУКТ) предназначена для моделирования воздействий воздушной среды на размещённые в ней объекты и реализуется в форме замкнутых или разомкнутых труб, использование которых в аэродинамике основывается на теориях обратимости движений и подобия физических процессов [1].

В качестве объектов испытаний для АУКТ разрабатываются модели, в основном, представляющие натурные летательные аппараты или их элементы, а также здания, мосты, корабли, автомобили и т.д., обладающие подобием геометрических размеров, свойств упругости материалов, термических характеристик и др. моделируемых свойств. Внутри АУКТ размещены вентиляторы или компрессоры, предназначенные для нагнетания воздуха в трубу, где размещена модель объекта испытания, что позволяет создать эффект перемещения объекта в воздухе со значительной скоростью [2].

В этой связи, АУКТ классифицируются исходя из возможных скоростей воздушного потока, который может быть дозвуковым, транзвуковым, сверхзвуковым, гиперзвуковым; исходя из размера и типа рабочей части (открытой или закрытой; исходя из соотношения площадей поперечных сечений сопла нагнетательной трубы

и форкамеры- предварительной камеры перед основной камерой) [1].

Для реализации особых условий создаются специализированные АУКТ: высокотемпературные (для исследования температурных воздействий на диссоциацию и ионизацию), высотные (изучаются процессы обтекания моделей на больших высотах, где происходит разрежение газов), аэроакустические (исследуется воздействие акустических полей на прочностные характеристики объекта, на работу его приборов и др.). Управление АУКТ предполагает автоматизацию технологических процессов, задействованных при моделировании [3].

Основными целями автоматизации АУКТ являются следующие:

- ◆ снижение количества обслуживающих работников;
- ◆ сокращение времени натурального моделирования;
- ◆ обработка значительного потока измерений в реальном масштабе времени;
- ◆ использование различных условий моделирования, перестраиваемых программным способом;
- ◆ обеспечение безопасности на всех этапах и при всех различных условиях моделирования;
- ◆ экономия различных ресурсов и энергии;

- ♦ обеспечение экологичности всех процессов моделирования [3].

Задачи автоматизации АУКТ являются следующие:

- ♦ повышение качества регулирования процессов управления;
- ♦ рост коэффициента готовности устройства;
- ♦ улучшение эргономичности процессов, обслуживаемых операторами;
- ♦ повышение качества информации об объектах исследования, а также её каталогизации;
- ♦ предотвращение возникновения аварийных ситуаций;
- ♦ обеспечение сохранности информации о моделируемых технологических процессах [3].

Моделирование на АУКТ может быть непрерывным, дискретным или гибридным технологическим процессом в зависимости от решаемых задач. АУКТ оснащается вычислительным устройством (блоком управления), а также системой датчиков давления, температуры, газоанализаторами, спектрометрами, различного рода электромеханическими клапанами, исполнительными механизмами, многокомпонентными динамометрами, реле, пьезоэлементами, датчиками ориентации в пространстве, датчиками повреждения и разрушения моделируемого объекта, управляемыми клапанами, насосами, вентиляторами, компрессорами, осушителями воздуха, управляемыми батареями баллонов с сжатым воздухом, дроссельными кранами, ресиверами, соплами, диффузорами, форкамерой и др.[1,2].

Информация от всей системы датчиков поступает в многопроцессорный блок управления АУКТ, который задает один из множества рабочих режимов и осуществляет приём, регистрацию, обработку всех поступающих от устройств информации, формирование ответных команд на управление исполнительными устройствами в соответствии с программой испытаний. На монитор управления АУКТ поступает видеоинформация в удобной для оператора форме, а также дается возможность оперативного воздействия на протекающий процесс [3].

К техническим средствам автоматизации АУКТ в зависимости от целей и решаемых задач предъявляют-

ся определенные требования, которые определяют состав средств автоматизации, точность реализации алгоритмов управления, простоту в обслуживании системы управления, расширения функциональных возможностей АУКТ при моделировании различных объектов [3].

Как пример автоматизации АУКТ, рассмотрена аэродинамическая установка серии АУ-2, произведённая компанией «ЭКСИС» [4].

На основе аэродинамической установки АУ-2 производится итоговая калибровка и настройка различных измерителей скорости воздушного потока, в том числе, моделей термоанемометров серии ТТМ-2. Алгоритм работы АУ-2 основан на преобразовании угловой скорости вращения механизма с крыльчаткой, который закреплён на валу двигателя установки, в поступательное движение потока воздуха.

Измерение скорости воздушного потока осуществляется анемометром, входящим в комплект устройства. Требуемая скорость потока воздуха задается автоматически в результате работы модернизированного блока программного и аппаратного обеспечения.

В состав нового блока управления АУ-2 входит: интерфейс связи и стандартные разъёмы USB, наружная индикация состояния электрической сети, электронная тепловая защита. В случае регистрации сбоев или помех в функционировании АУ-2 осуществляется её автоматическое отключение. Осуществляется тепловой контроль внутри сопла. В составе АУ-2 находится прозрачный бокс, который необходим для сглаживания воздушных колебаний. Установка АУ-2 прошла регистрацию [5] и рекомендована для промышленного применения в Российской Федерации.

Таким образом, в данной статье приведено назначение, объекты моделирования для АУКТ, приведены цели и задачи автоматизации АУКТ, перечислены требования к техническим средствам автоматизации, рассмотрена промышленная установка АУ-2 с элементами автоматизации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зрелов, В.А., Комаров, О.А., Дмитриев, С.Ю., Бобрик, А. А. Анализ и обобщение опыта реконструкции испытательной базы ГТД и разработка на его основе универсального алгоритма модернизации стенда // Известия Самарского научного центра РАН. 2018. № 4–1. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-i-obobschenie-opyta-rekonstruktsii-ispytatelnoy-bazy-gtd-i-razrabotka-na-ego-osnove-universalnogo-algoritma-modernizatsii-stenda> (дата обращения: 12.02.2020).
2. Компрессор низкого давления газотурбинного двигателя авиационного типа (варианты). Российский патент 2017 года по МПК F04D29/32 B01J3/00. RU2 614 709 C1. Авторы: Марчуков, Е.Ю. и др. Даты: 2017–03–28— Публикация. 2016–05–19— Подача. Режим доступа: <https://patenton.ru/patent/RU2614709C1>. (дата обращения 12.02.2020).

3. Селевцов, Л.И., Селевцов, А.Л. Автоматизация технологических процессов. Учебник. Режим доступа: <https://docplayer.ru/173211-Avtomatizaciya-tehnologicheskikh-processov.html>. (дата обращения 16.02.2020).
4. Аэродинамическая установка. Режим доступа: <https://www.eksis.ru/catalog/aerodinamicheskaya-ustanovka/> (дата обращения 16.02.2020).
5. Сертификат № 40062 от 24 июля 2015 года. Государственный реестр средств измерений № 29782–10. Режим доступа: <http://www.rostest.ru/GosreestrSI.php>. (дата обращения 16.02.2020).

---

© Якушев Вячеслав Анатольевич (VVyacheslavA@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н. Е. Жуковского

# АНАЛИЗ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ ЛЮДЕЙ ПОЖИЛОГО И СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН (РД)

**Багатаева Патимат Расуловна**

Ассистент, ФГБОУ ВО «Дагестанский  
государственный медицинский университет» МЗ РФ,  
Махачкала  
Bagataeva81@mail.ru

## MONITORING OF ELDERLY PEOPLE STOMATOLOGICAL HEALTH, LIVING IN VARIOUS CLIMATIC ZONES OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN

**P. Bagatayeva**

*Summary.* The article presents a comparative analysis of the prevalence of caries and periodontal diseases in elderly and senile people living in rural areas of different climatic zones of the Republic of Dagestan. The results of the study indicate a large loss of teeth in all age groups. There is also a high prevalence of periodontal disease.

The main cariesological indicators in key age groups in elderly and senile people have a fairly high prevalence in all zones.

*Keywords:* caries, dental health, old age, parodontitis, gum bleeding, clinical examination, plaque index, oral hygiene level.

*Аннотация.* В статье представлен сравнительный анализ распространенности кариеса и заболеваний пародонта у лиц пожилого и старческого возраста проживающих в сельской местности различных климатических зон Республики Дагестан. Результаты исследования свидетельствуют о большой потере зубов во всех возрастных группах. Так же отмечается высокая распространенность заболеваний пародонта.

Основные кариесологические показатели в ключевых возрастных группах у лиц пожилого и старческого возраста имеют довольно высокую распространенность во всех зонах.

*Ключевые слова:* кариес, стоматологическое здоровье, пожилой возраст, пародонт, кровоточивость десен, клинического обследования, индекс зубного налета, уровень гигиены полости рта.

### Актуальность проблемы

**В**ажнейшей задачей отечественного здравоохранения является сохранение и укрепления стоматологического здоровья населения, проживающего в сельской местности. Лечение и профилактика стоматологических болезней, проведение клинико-эпидемиологических исследований, посвященных влиянию экзо- и эндогенных факторов на стоматологическое здоровье населения остается актуальной медико-значимой проблемой социальной политики на современном этапе [1, 3, 5, 7, 9, 10, 11].

Заболеваемость кариесом и пародонтом по данным Э.М. Кузьминой, среди взрослого населения достигает 95–98%, а в возрасте старше 60 лет эти заболевания входят на одно из первых мест среди общей заболеваемости [4, 5, 7, 11, 13].

Состояние здоровья у лиц пожилого и старческого возраста имеет свои особенности, т.к. с возрастом прогрессируют соматические заболевания, снижается фи-

зическая активность пациентов, их адаптационные возможности [1, 3, 8, 11, 12, 14].

По данным литературы известно, что у большинства лиц пожилого и старческого возраста состояние зубов и слизистой оболочки рта находятся в неудовлетворительном состоянии, поэтому нуждаемость их во всех видах стоматологической помощи возрастает, приближаясь к 100% [6, 9, 11, 12, 14]. Общим для большинства научных публикаций, посвященных стоматологическому здоровью лиц пожилого и старческого возраста, является недостаточное внимание заболеваемости данного контингента лиц, проживающих в различных климато-географических зонах сельской местности, где высокие показатели обусловлены условиями места проживания, приоритетными видами хозяйственной деятельности и степенью доступности лечебной помощи. Вышеперечисленное и послужило основанием для проведения настоящего исследования.

**Целью** настоящей работы является изучение заболеваемости кариесом и пародонтизом лиц пожилого

Таблица 1. Возрастная структура обследованных лиц, проживающих в различных климатогеографических зонах сельской местности РД, у которых диагностирован пародонтит

№ п/п	Возрастные группы (лет)	Климатогеографические зоны сельской местности РД					
		Равнинная (РКЗ)		Предгорная (ПГЗ)		Горная (ГКЗ)	
		абс. число	%	абс. число	%	абс. число	%
1	60–69	103	17,08	125	30,3	31	14,0
2	70–79	210	34,8	122	29,6	48	21,8
3	80–84	283	30,3	82	19,9	60	27,2
4	85 и старше	107	17,7	83	20,1	81	36,8
	ИТОГО	603	100,0	412	100,0	220	100,0

и старческого возраста, проживающих в сельской местности климато-географических (КЗ) РД.

### Материал и методы

При выполнении настоящего исследования, обследовано 1235 жителей, проживающих в 3-х КЗ сельской местности РД на: РКЗ (равнинная климатическая зона), ПКЗ (предгорная климатическая зона), ГКЗ (горная климатическая зона), в возрасте от 60 до 85 лет и старше. Средний возраст обследованных составил  $72,5 \pm 3,4$  лет. Из общего числа обследованных по возрастной категории выделены 2 группы: 1) старческого возраста — 536 человек (252 мужчины и 284 женщины); 2) пациенты пожилого возраста — 699 человек (330 мужчин и 369 женщин). Из общего числа обследованных жителей села старческого и пожилого возраста 220 (17,8%) проживали в ГКЗ, 603 (48,8%) — в РКЗ, и 412 (33,3%) — в ПКЗ.

Приведенное выше климатогеографическое зонирование территорий сельской местности РД является принятым в республике Дагестан, т.к. оно учитывает не только климатогеографические условия проживания, но и приоритетные виды хозяйственной деятельности жителей этих зон.

Стоматологическое здоровье пациентов определяли при клиническом осмотре рта с использованием основных стоматологических и пародонтологических индексов после их объективного и клинического обследования. Определяли: индекс гигиены рта (ИГ) — Грин-Вермилиона (1964); пародонтальный индекс (ПИ по Rassel A., 1965); индекс зубного налета по Шиллеру-Писареву; уровень гигиены полости рта оценивали с помощью расчета ОН-5 по критериям: 0–0,6 баллов — «хороший» уровень; 0,7–1,6 — «удовлетворительный»; 1,7–2,6 баллов — «плохой». Для оценки распространенности и интенсивности пародонтита использовалась рекомендация ВОЗ с определением индекса нуждаемости лечения пародонтита — СРITN (1978) J. Ainamo et al., 1982), для определения которого использовались доступные критерии оценки: кровоточивость десен, наличие зубного камня, глубина

пародонтальных карманов (ПК), для оценки степени воспаления в пародонте применялся индекс ПМА в модификации Parma (1960).

Показатель распространенности кариеса зубов (ПРКЗ) определяли по числу лиц с кариесом в определенной выборке, деленных на число обследованных, умноженных на 100 (в %). Интенсивность кариеса зубов (КПУз) определяли по сумме кариозных, пломбированных и удаленных зубов в среднем на одного пациента (ВОЗ, Копенгаген, 1980).

Весь полученный цифровой материал обработан статистически с использованием пакета компьютерных программ “Microsoft Excel”-2000; “Biostat”; “Stat Plus Profesional”-2009. Для оценки достоверности различий между исследованными показателями использованы методы непараметрической статистики, применялись критерии Манна-Уитни, тест Уилкоксона.

### Результаты исследования

Стоматологическое обследование пациентов, пожилого и старческого возраста проживающих в различных КЗ сельской местности РД, выявило наибольшее число признаков пародонтита разной степени тяжести у пациентов в ГКЗ в возрасте 85 лет и более (36,8%), а в возрасте 80–84 лет в РКЗ — 30,3%. В возрасте 70–79 лет максимальное количество пациентов с признаками пародонтита установлено в РКЗ (34,8%). Наименьшее число лиц с признаками пародонтита выявлено в ПКЗ в возрасте 60–69 лет (14,0%) и в РКЗ у лиц в возрасте 80–85 лет и выше (Таблица 1).

Анализ данных частоты кодов индекса СРITN у обследованных лиц с пародонтитом по возрастным группам в зависимости от КЗ проживания в сельской местности РД, показал рост заболевания в зависимости от возраста, места проживания и степени тяжести болезни (Таблицы 2–4), из которых следует, что код 1 выражен у пациентов в возрасте 60–69 лет одинаково в РКЗ и ПКЗ, что больше, чем в ГКЗ в 3 раза.



Таблица 2. Выраженность симптомов пародонтита (в %) в различных возрастных группах лиц пожилого и старческого возраста, проживающих в равнинной климатогеографической зоне сельской местности РД (по индексу СРITN)

№ п/п	Возрастные группы (лет)	Коды индекса СРITN												ВСЕГО
		Всего обследовано		код 0		код 1		код 2		код 3		код 4		
				нет заболеваний		кровоточивость десен		зубной камень		пародонтальные карманы (ПК) глубиной 5 мм		пародонтальные карманы (ПК) глубиной 6 мм >		
абс. число	%	абс. число	%	абс. число	%	абс. число	%	абс. число	%	абс. число	%	абс. число	%	%
1	60–69	103	17,08	-	-	24	23,3	38	36,8	24	23,3	17	16,5	100,0
2	70–79	210	34,8	-	-	44	20,9	68	32,3	56	26,6	42	20,0	100,0
3	80–84	183	30,3	-	-	23	12,5	49	26,7	74	40,4	37	20,2	100,0
4	85 и старше	107	17,7	-	-	7	6,5	40	37,3	32	29,9	28	26,1	100,0
	ИТОГО	603	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 3. Выраженность симптомов пародонтита в различных возрастных группах лиц пожилого и старческого возраста, проживающих в предгорной климатогеографической зоне сельской местности РД (в %, по индексу СРITN)

№ п/п	Возрастные группы (лет)	Коды индекса СРITN												ВСЕГО
		Всего обследовано		код 0		код 1		код 2		код 3		код 4		
				нет заболеваний		кровоточивость десен		зубной камень		пародонтальные карманы (ПК) глубиной 5 мм		пародонтальные карманы (ПК) глубиной 6 мм >		
абс. число	%	абс. число	%	абс. число	%	абс. число	%	абс. число	%	абс. число	%	абс. число	%	%
1	60–69	103	17,08	-	-	23	22,3	27	26,2	32	31,0	21	20,3	100,0
2	70–79	210	34,8	-	-	27	12,8	79	37,6	54	25,7	50	23,8	100,0
3	80–84	183	30,3	-	-	29	15,8	53	28,9	62	33,8	39	21,3	100,0
4	85 и старше	107	17,7	-	-	19	17,7	35	32,7	21	19,6	32	29,9	100,0
	ИТОГО	603	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 4. Выраженность симптомов пародонтита в различных возрастных группах лиц пожилого и старческого возраста, проживающих в горной климатогеографической зоне сельской местности РД (в %, по индексу СРITN)

№ п/п	Возрастные группы (лет)	Коды индекса СРITN												ВСЕГО
		Всего обследовано		код 0		код 1		код 2		код 3		код 4		
				нет заболеваний		кровоточивость десен		зубной камень		пародонтальные карманы (ПК) глубиной 5 мм		пародонтальные карманы (ПК) глубиной 6 мм >		
абс. число	%	абс. число	%	абс. число	%	абс. число	%	абс. число	%	абс. число	%	абс. число	%	%
1	60–69	103	17,08	-	-	8	7,7	12	11,6	36	34,9	47	45,6	100,0
2	70–79	210	34,8	-	-	20	9,5	58	27,6	63	30,0	69	32,8	100,0
3	80–84	183	30,3	-	-	3	1,6	60	32,7	68	37,1	52	28,4	100,0
4	85 и старше	107	17,7	-	-	-	-	8	7,4	39	36,4	60	56,0	100,0
	ИТОГО	603	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 5. Основные кариесологические показатели в ключевых возрастных группах лиц пожилого и старческого возраста, проживающих в равнинной климатогеографической зоне сельской местности РД (M±m)

№ п/п	Возрастные группы (лет)	количество обследованных лиц	распространенность кариеса зубов (%)	Число обследованных с интактными зубами (%)	Нуждаемость в санации рта, %;	Индекс КПУ <sub>3r</sub> , %	соотношение компонентов КПУ <sub>3r</sub> , %			Число лиц с осложненными формами кариеса
							К	П	У	
1	60–69	103 (17,08%)	73,5±	20,3±	70,3±	3,9±	4,80	0,69	80,1±	8,5±
2	70–79	210 (34,8%)	80,6±	16,7±	69,4±	7,2±	2,0	0,73	83,6±	9,0±
3	80–84	183 (30,3%)	87,3±	12,1±	75,6±	7,7±	1,52	0,89	87,5±	9,7±
4	85 и старше	107 (17,7%)	92,1±	4,7±	81,9±	8,2±	0,73	0,32	91,3±	12,5±
Итого в среднем:		150 (24,97%)	83,3±	13,4±	74,3±	6,7±	2,3±	0,65±	85,6±	9,9±

Примечание: К — кариес, П — пломбированные зубы, У — удаленные зубы

Таблица 6. Основные кариесологические показатели в ключевых возрастных группах лиц пожилого и старческого возраста, проживающих в предгорной климатогеографической зоне сельской местности РД (M±m)

№ п/п	Возрастные группы (лет)	количество обследованных лиц	распространенность кариеса зубов (%)	Число обследованных с интактными зубами (%)	Нуждаемость в санации рта, %;	Индекс КПУ <sub>3r</sub> , %	соотношение компонентов КПУ <sub>3r</sub> , %			Число лиц с осложненными формами кариеса
							К	П	У	
1	60–69	103 (17,08%)	75,1±	17,3±	75,7±	6,3±	6,75	0,71±	86,14±	9,0±
2	70–79	210 (34,8%)	83,5±	12,0±	71,5±	8,4±	3,64	0,83±	91,50±	10,3±
3	80–84	183 (30,3%)	87,3±	10,2±	80,0±	8,6±	2,37	0,89±	93,07±	8,7±
4	85 и старше	107 (17,7%)	93,3±	5,6±	87,2±	9,0±	1,82	0,51±	97,43±	12,8±
Итого в среднем:		150 (24,97%)	84,10,7	11,2±	78,6±	8,0±	3,6±	0,73±	92,03±	10,20,2

Примечание: К — кариес, П — пломбированные зубы, У — удаленные зубы

В возрастной группе 70–79 лет код 2 наиболее выражен у обследованных в РКЗ и минимально — 11,6% — у проживающих в ГКЗ. Код 3 в возрастной группе 80–84 лет примерно одинаково выражен во всех 3-х климатических зонах сельской местности РД. Необходимо отметить, что кровоточивость десен (код 1) слабо выражен у пациентов в возрастной группе 85 лет и старше, проживающих в РКЗ, и отсутствует у лиц в ГКЗ. В данной возрастной группе код 2 одинаково выражен у обследованных из РКЗ и ПКЗ, что больше в 4 раза (P<0,05), чем в ГКЗ. Коды 3 и 4 достигают максимальных значений у лиц, проживающих в ГКЗ. При этом пародонтальные карманы (ПК) глубиной более 6 мм отмечаются у пациентов в возрасте 60–69 лет (45,6%)

и максимально у лиц 85 лет и старше (56%), проживающих в ГКЗ.

Таким образом, проведенный анализ распространенности кодов CPITN у обследованных лиц пожилого и старческого возраста, постоянно проживающих в сельской местности РД, позволяет заключить, что симптомы средней тяжести и тяжелой степени пародонтита (код 3 и 4) чаще выявляются у лиц в ГКЗ.

Исследование состояния основных кариесологических показателей в ключевых возрастных группах у лиц пожилого возраста, проживающих в различных климатических зонах сельской местности РД, выявило довольно

Таблица 7. Основные кариесологические показатели в ключевых возрастных группах лиц пожилого и старческого возраста, проживающих в горной климатогеографической зоне сельской местности РД (M±m)

№ п/п	Возрастные группы (лет)	количество обследованных лиц	распространенность кариеса зубов (%)	Число обследованных с интактными зубами (%)	Нуждаемость в санации рта, %;	Индекс КПУ <sub>3</sub> , %	соотношение компонентов КПУ <sub>3</sub> , %			Число лиц с осложненными формами кариеса
							К	П	У	
1	60–69	103 (17,08%)	80,3±	12,0±	81,8±	7,5±	5,14	3,84±	89,31±	12,3±
2	70–79	210 (34,8%)	85,9±	9,3±	87,3±	8,8±	4,10	2,87±	90,67±	9,3±
3	80–84	183 (30,3%)	89,9±	7,1±	95,6±	8,9±	3,71	2,50±	98,20±	13,3±
4	85 и старше	107 (17,7%)	96,1±	3,5±	93,1±	9,7±	2,52	1,52±	97,60±	13,7±
Итого в среднем:		150 (24,97%)	88,0±	7,9±	89,5±	8,7±	3,8±	2,63±	93,94±	12,2±

Примечание: К — кариес, П — пломбированные зубы, У — удаленные зубы

высокую их распространенность с уменьшением числа интактных зубов (Таблицы 5–6).

Так, из указанных таблиц видно, что показатель распространенности кариеса у лиц, проживающих в РКЗ в возрасте 60–69 лет составил 73,5±2,2%, в 60–69 лет достигал до 92,1±1,0%, а в возрасте 85 лет и выше в среднем составил 83,3±1,0%. У лиц, проживающих в ПКЗ, данный показатель возрастает от 75,1±1,0% в группе 60–69 лет до 90,3±1,0 в возрасте 85 лет и старше, что в среднем на 0,9% больше, по сравнению с РКЗ (P<0,05). В ГКЗ показатель распространенности кариеса возрастает от 80,3±0,8 в 60–69 лет до 96,1±1,0% в возрастной группе 85 лет и старше, что в среднем в данной группе обследования составляет 88,0±0,8%. Сравнительный анализ средних значений распространенности кариеса по всем КЗ выявил максимальные средние показатели в ГКЗ, что больше, чем в РКЗ на 5,6% (P<0,05).

Необходимо отметить параллельное снижение числа обследованных с интактными зубами по всем возрастным группам и КЗ проживания. Так, в РКЗ число лиц с интактными зубами уменьшается от 20,3±2,0% в возрасте 60–69 лет до 4,7±0,9% в 85 лет и старше, которые в среднем составили лишь 7,9±0,5%. Определение показателя нуждаемости в санации обследованных лиц выявило его рост по мере увеличения возраста во всех КЗ. Так, средние значения нуждаемости в санации рта у обследованных в РКЗ составляет 74,3%±1,6%, в ПКЗ — 78,6±1,3% и в ГКЗ — 89,5±2,0. Данный показатель в ГКЗ на 15,2% выше, чем в РКЗ (P<0,05).

Расчет индекса КПУ<sub>3</sub> и его компонентов показал, что наряду с его ростом, увеличением возраста и высоты проживания над уровнем моря (в ГКЗ), наблюдается одновременное увеличение числа пломбированных и удаленных зубов. Так, в ГКЗ индекс КПУ<sub>3</sub> в возрастной группе 60–69 лет составлял 7,5±0,2%, а в возрасте 85 лет и старше — 9,7±0,7%, который в среднем равнялся 8,7%±0,4%. Этот же показатель в ПКЗ в возрасте 60–69 лет составлял 6,3±0,4%, а в возрасте 85 лет и старше — 9,0±0,9%, что в среднем равно 8,0±0,5%. В РКЗ данный показатель составлял наименьшую величину: в возрасте 60–65 лет — 3,9±1,9%, в возрасте 85 лет и старше — 8,2% и в среднем — 6,7±0,8%. При оценке соотношения структурных составляющих индекса КПУ<sub>3</sub> элементов, обращает на себя внимание на существенный рост удельного веса удаленных зубов (элемент «У») по мере увеличения возраста пациентов, высоты их проживания над уровнем моря. Так в РКЗ показатель «У» в среднем составляет 85,6±2,3%, который в возрасте 60–69 лет равен 80,1%, а в возрасте 85 лет и старше достигает 91,3%. В ПКЗ элемент «У» в среднем составил 92,3%, который в возрасте 85 лет и старше достигает 97,4%, что больше, чем в РКЗ на 83% (P<0,05), а в возрасте 80–84 элемент «У» в ГКЗ составил максимальную величину — 98, 2±0,3%.

Сравнительно меньший удельный вес в структуре КПУ занимали запломбированные зубы (элемент «П») по всем КЗ, они в среднем составляли: в РКЗ — 0,65% ±0,2%; в ПКЗ — 0,73±0,10%, в ГКЗ — 2,69±0,2%. Элемент «К» (кариозные зубы, подлежащие лечению), у всех обследованных колебался в среднем от 2,3±0,11% в РКЗ до 3,8±0,1%

в ГКЗ, и имел тенденцию к снижению по мере увеличения возраста, особенно в ГКЗ. Так, элемент «К» в РКЗ снижался от  $4,80 \pm 0,1\%$  в возрасте 60–69 до  $0,73 \pm 0,3\%$  в 85 лет и старше. В ПКЗ данный показатель с возрастом снижался от  $6,75\%$  до  $1,82\%$ , а в ГКЗ, соответственно, от  $5,14\%$  до  $2,52\%$ . Анализ числа обследованных лиц с осложнениями кариеса показал рост их средних значений в ГКЗ по сравнению с лицами, проживающими в РКЗ и ПКЗ. Так, в РКЗ этот показатель в среднем составлял  $9,9 \pm 1,5\%$ ; в ПКЗ —  $10,2 \pm 0,2\%$  и в ГКЗ —  $12,2 \pm 0,4\%$  (Таблица 7).

Однако при анализе данного показателя по возрастным группам обследованных выявляется его снижение по мере увеличения возраста обследованных, что свидетельствует о большой потере зубов во всех возрастных группах, максимально выраженной у лиц, проживающих в ПКЗ и ГКЗ сельской местности РД.

## Выводы

1. Сравнительный анализ индекса СРТИН у обследованных лиц пожилого и старческого возраста,

проживающих в различных климатических зонах сельской местности РД, позволяет заключить о высокой распространенности пародонтита, при этом симптомы средней степени тяжести и тяжелой степени пародонтита чаще выявляются в возрасте 60–69 лет ( $45,6\%$ ) и максимально в 85 лет и старше ( $56\%$ ) у лиц, постоянно проживающих в ГКЗ.

2. Основные кариесологические показатели в ключевых возрастных группах у лиц пожилого и старческого возраста, проживающих в различных КЗ сельской местности РД, свидетельствуют о довольно высокой распространенности кариеса во всех зонах, особенно в ГКЗ, что подтверждается значительным удельным весом в структуре КПУз удаленных зубов, с осложнениями кариеса, подлежащих лечению.
3. Результаты исследования свидетельствуют о большом удельном весе лиц пожилого и старческого возраста с отсутствующими зубами в КЗ проживания, особенно в ПКЗ и ГКЗ сельской местности РД.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абдурахманов Г. Г. Клинико-эпидемиологические аспекты заболеваемости пародонтитом взрослого населения сельской местности Республики Дагестан. — М., 2009; дисс., канд. мед. наук, 176 с.
2. Акаев Б. А. Физическая география Дагестана, М., 1996, 320 с.
3. Алимский А. В. Особенности распространения заболеваний пародонта среди лиц пожилого и преклонного возраста // Стоматология для всех. — 2000. — № 2. — С. 46–49.
4. Алимский А. В. Стоматологическая помощь населению пожилого возраста. Главы в кн.: «Руководство по геронтологии» под редакцией Шаталина В. Н. // М., цитадель — трейд, 2005, — с. 681–699.
5. Буляков Р. Т. Клинико-организационное и экономическое обоснование совершенствования стоматологической помощи сельскому населению Республики Башкортостан, автореф. дисс. канд. мед. наук, М., 2001, 23 с.
6. Грудянов А. И., Овчинникова В. В. // Профилактика воспалительных заболеваний пародонта. // М., медицинское информационное агентство, 2007. — с. 79.
7. Дмитриева Л. А., Борисова Е. Н. // Состояние пародонта у лиц пожилого и старческого возраста // Современные аспекты — М., 2000. — С. 86–87.
8. Кузьмина Э. М. Профилактика стоматологических заболеваний / Э. М. Кузьмина / Учебное пособие. — М., Издательство «Тонга — Принт», 2001, 206 с.
9. Леонтьев В. К. Профилактика стоматологических заболеваний. / В. К. Леонтьев, Г. М. Пахомов. / — М., Первая образцовая типография. — 2006. — 416 с.
10. Орехова Л. Ю. Заболевания пародонта. / Л. Ю. Орехова. — Поли — медиа — пресс. — 2008, 318 с.
11. Рошковский Е. В. Изучение нуждаемости в ортопедической стоматологической помощи лиц пожилого и старческого возраста, а так же долгожителей и особенности её оказания в геронтологических стационарах. Автореф. дисс. канд. мед. наук. М., 2008, 23 с.
12. Штанко М. И. Оптимизация комплексной профилактики и лечения стоматологических заболеваний у пациентов пожилого и старческого возраста. Автореф., дисс. канд. мед. наук. Уфа, 2013., 22 с.
13. Disvarieux M., et al., Relationship between periodontal disease, tooth loss and carotid artery plaque: the oral injections and Vascular Disease Epidemiology Study (Invest) Stroke, 2003; 34 (9), P. 2120–2125.

© Багатаева Патимат Расуловна ( Bagataeva81@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ПРОФИЛАКТИКА ИНФЕКЦИЙ, ПЕРЕДАВАЕМЫХ ПОЛОВЫМ ПУТЁМ, В РЕГИОНАХ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

### PREVENTION OF SEXUALLY TRANSMITTED INFECTIONS IN THE NORTH CAUCASUS REGIONS

**A. Garaeva  
V. Nikolenko  
R. Belkharoeva  
A. Rasulova  
T. Khamkhoeva**

*Summary.* According to WHO, the number of sexual infections increases every year. They can cause huge harm to human health. The article reveals the spread and main sexually transmitted infections in the regions of the North Caucasus. Tells about the situation with the spread of HIV infection in the region. The dynamics of the spread of major sexual infections in the North Caucasus region is shown. The main causes of infection with sexually transmitted infections are unprotected sexual relations. Also, many infections can have a vertical path of infection. Recent research by the Rospotrebnadzor found that the number of people infected with HIV in Dagestan is inexorably increasing, which negatively affects the epidemiological situation in the region.

*Keywords:* STIs, HIV infection, North Caucasus, women, men.

**Н**а сегодняшний день одна из главных проблем акушерско-гинекологической практики — это обширное распространение инфекций, передающихся половым путем (далее — ИППП). Данный вид инфекций оказывает негативное влияние на здоровье

**Гараева Амина Султановна**  
Д.м.н., профессор, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации России (Сеченовский университет), г. Москва;

**Николенко Владимир Николаевич**  
Д.м.н., профессор, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации России (Сеченовский университет), г. Москва;

**Белхароева Роза Хамзатовна**  
Ассистент, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации России (Сеченовский университет), г. Москва;  
molotovna93@mail.ru

**Расулова Анастасия Наримановна**  
Врач-дерматовенеролог, Московский научно-практический центр дерматовенерологии и косметологии, г. Москва;

**Хамхоева Тамара Юсуповна**  
Ингушский государственный университет,  
г. Назрань

*Аннотация.* По данным Всемирной Организации Здравоохранения (далее — ВОЗ) ежегодно возрастает число заражений половыми инфекциями. Эти инфекции способны нанести огромный вред здоровью человека. В статье авторы раскрывают порядок распространения и анализируют основные инфекции, передающиеся половым путем, в регионах Северного Кавказа. Авторы рассматривают ситуацию, связанную с распространением ВИЧ-инфекции в данном регионе. Показана динамика распространения основных половых инфекций Северо-Кавказского региона. Основными причинами заражения инфекциями, передающимися половым путем, являются незащищенные половые связи. Многие инфекции могут иметь вертикальный путь заражения. Последние исследования управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) выявили, что в Дагестане количество людей, зараженных ВИЧ, неумолимо увеличивается, что отрицательно влияет на эпидемиологическую обстановку в регионе.

*Ключевые слова:* ИППП, ВИЧ-инфекция, Северный Кавказ, женщины, мужчины.

и репродуктивную систему мужчин и женщин (у последних в том числе ухудшаются перинатальные исходы у потомства). Основными возбудителями ИППП являются: *Chlamydia trachomatis*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Treponema pallidum*, *Mycoplasma genitalium*, *Ureaplasma urealyticum*,

Herpes II, цитомегаловирус (ЦМВ), вирус папилломы человека (ВПЧ).

ИППП захватили весь мир. Ежегодно хламидиоз регистрируют у 90 млн. людей, сифилис у 11 млн., трихомониаз у 175 млн., гонорейю у 60 млн. человек. Все это влечет за собой непоправимые последствия. У женщин ИППП в 60% случаев являются причиной воспаления органов малого таза.

Одной из важнейших задач современной медицины является сохранение репродуктивных функций у мужчин и женщин. Главная их причина кроется чаще всего в ИППП (известно, что в мире более 81% женщин страдают этим недугом). Так называемые «немые инфекции» часто становятся причиной трубного бесплодия.

По данным последних исследований, частота бесплодия вследствие окклюзии труб при ИППП составляет 12,1%, против 0,9% в контрольной группе, а частота внематочной беременности — 7,8%, против 1% в контрольной группе [1].

При развитии замершей или неразвивающейся беременности и прерывания также свою роль играют инфекции, передаваемые половым путем. Несмотря на то, что медицина и наука в целом в последнее время шагнули вперед, проблема лечения и профилактики данного вида инфекций и осложнений после них остается актуальной и в настоящее время.

Существует эпидемиологический надзор за распространением инфекций, которые передаются половым путем. Эпидемиологический надзор включает в себя систему отслеживания динамики развития инфекций данного рода, а также наблюдение за факторами их развития и мерами профилактики. На сегодняшний день отмечается высокий уровень заболеваемости у жителей регионов Северного Кавказа, что влечет за собой реальную угрозу профессионального инфицирования работников медицинской службы. Одна из главных инфекций, передающихся половым путем, и являющаяся серьезной проблемой всего человечества — это ВИЧ-инфекция (СПИД), которая уносит огромное количество человеческих жизней ежегодно. Было установлено, что среди лиц, подвергшихся уголовному преследованию или наказанию, наблюдается широкая распространенность наркомании и высокая интенсивность гемоконтактной передачи возбудителя ВИЧ-инфекции. Это обеспечивает формирование внутреннего резерва СПИДа среди лиц с данного вида зависимостью [2].

Все сказанное выше является мощным толчком для широкого распространения ВИЧ среди лиц, имеющих наркотическую зависимость, а также для дальнейшей передачи инфекции другим группам населения.

Несмотря на сложившуюся неблагоприятную ситуацию по ИППП в регионах Северного Кавказа, до настоящего времени не проводилась оценка эпидемиологической ситуации с последующей разработкой рекомендаций мероприятий по их профилактике.

Отметим, что основными причинами заражения инфекциями, передающимися половым путем, являются незащищенные половые связи. Также, многие инфекции могут иметь вертикальный путь заражения.

По данным ВОЗ, на сегодняшний момент большинство сексуально активных лиц могут быть или уже заражены вирусом простого герпеса или папилломы человека (ВПЧ). И цифры зараженных неуклонно растут во всех возрастных группах.

Существует разная вероятность передачи ИППП бактериального и вирусного характера при одном половом контакте. Например, при вагинальном сексе вероятность заражения ВИЧ-инфекцией составляет всего 1%, в то время как ВПЧ передается в 80% случаев.

Приведем статистику для некоторых других инфекций:

1. гонорея — 50% при однократном сексе;
2. микоплазмоз — 35%;
3. половой герпес — 20%;
4. сифилис — 90%;
5. хламидиоз — 50%.

Целью данной статьи является изучение распространения ИППП на территории Северного Кавказа и выработка мер профилактики инфекций данного вида.

Проведенное в рамках настоящей статьи исследование выявило, что в последнее время моноинфекции стали регистрироваться гораздо реже сочетанных инфекций. Например, в регионах Северного Кавказа они составляют в среднем от 65 до 80%. И лишь около 35–40% больных заражены моноинфекцией. Соответственно, только 20–40% больных имеют лишь одного возбудителя [3].

В России, где в обществе доминируют традиционные, консервативные взгляды, создаётся существенный барьер в борьбе с ИППП. Бытует мнение, в частности, что в регионах, исповедующих ислам, существуют строгие правила против распущенности, гомосексуализма, употребления наркотиков, что предотвращает распространение инфекции, однако на деле оказывается, что распространение ИППП, в том числе передача инфекций от матери ребёнку, в последние годы неуклонно растёт.

Рассмотрим статистику по основным ИППП в регионах Северного Кавказа.

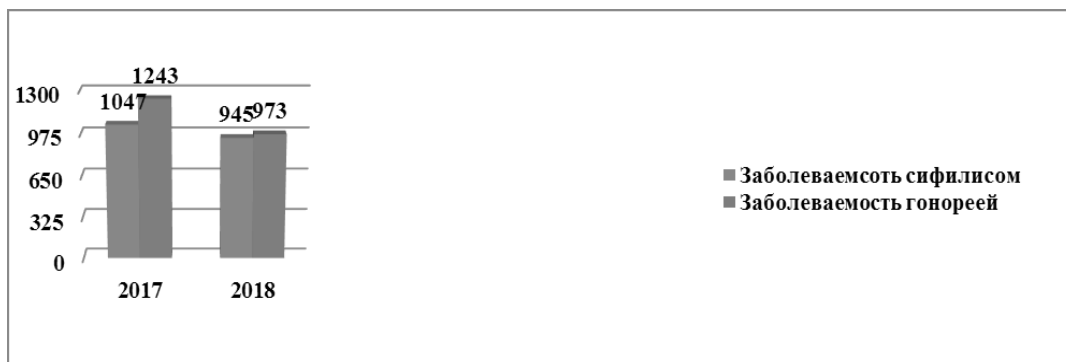


Рис. 1. Динамика заболеваемости сифилисом и гонореей на территории Северного Кавказа за 2017–2018 гг., в ед.чел.

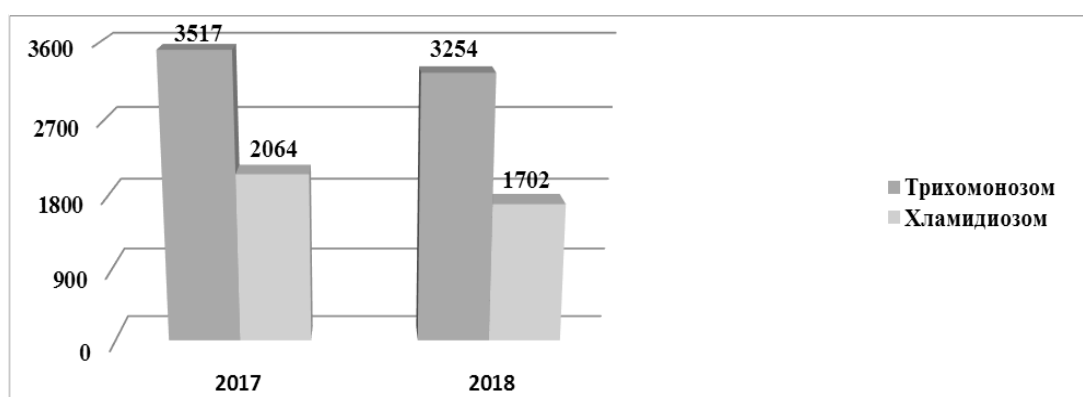


Рис. 2. Динамика заболеваемости трихомонозом и хламидиозом на территории Северного Кавказа в 2017–2018 гг., в ед.чел.

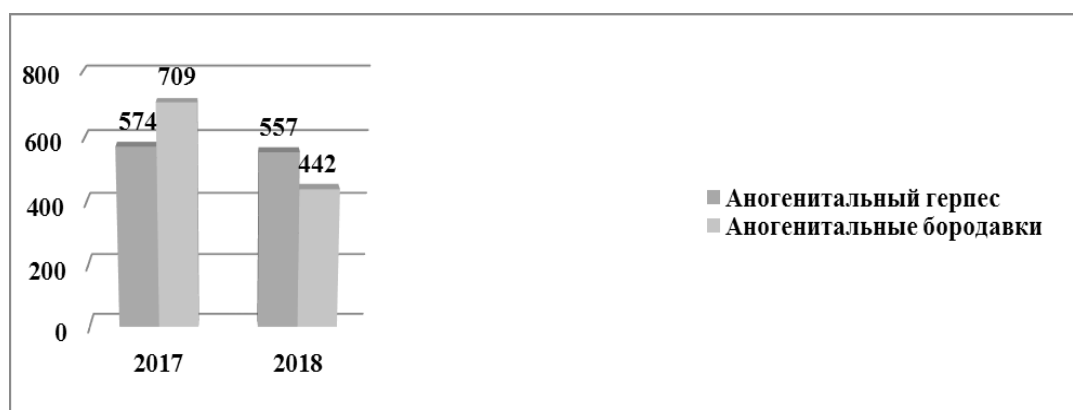


Рис. 3. Динамика заболеваемости аногенитальным герпесом и аногенитальными бородавками на территории Северного Кавказа в 2017–2018 гг., в ед.чел.

В частности, средние показатели заболеваемости бактериальными ИППП в регионах Северо-Кавказского Федерального округа, в 2018 г. по отношению к 2017 г. сохраняли тенденцию снижения:

- ◆ по сифилису — с 10,7 до 9,6 на 100 тыс. населения,
- ◆ по гонорее — с 12,7 до 9,9.

Низкие показатели заболеваемости обусловлены в первую очередь неполной регистрацией заболевших лиц, либо их лечением в других регионах.

Наиболее высокая заболеваемость гонореей наблюдается в Республике Дагестан (325 чел.), Северной Оссе-

тии (227 чел.), а также в Ставропольском крае (189 чел.). Наименьшее количество заболевших в Кабардино-Балкарской Республике (51 чел.) в 2018 г. (рисунок 1).

Средние показатели заболеваемости бактериальными ИППП в регионах Северо-Кавказского Федерального округа, в 2018 г. по отношению к 2017 г. сохраняли тенденцию снижения:

- ◆ по трихомониазу — с 35,9 до 33,1,
- ◆ по хламидиозу — с 21,1 до 17,3.

Проанализировав динамику заболеваемости за последние годы, можно отметить снижение показателей (рисунок 2).

Средние показатели заболеваемости аногенитальным герпесом и аногенитальными бородавками, в 2018 г. по отношению к 2017 г. сохраняли тенденцию снижения:

- ◆ по аногенитальному герпесу — с 5,9 до 5,7,
- ◆ по аногенитальным бородавкам — с 7,2 до 4,5.

Динамика заболеваемости рассмотрена на рисунке 3.

Последние исследования управления Роспотребнадзора выявили, что в Дагестане количество людей, зараженных ВИЧ, неумолимо увеличивается, что отрицательно влияет на эпидемиологическую обстановку в регионе. В мае 2017 года в Дагестане были обследованы 29 тыс. человек, число выявленных ВИЧ-инфицированных составило 16 человек, тогда как в 2016 году составляло 11 человек. При обследованиях, проведенных с января по июнь, было выявлено 87 инфицированных, что на 6 человек больше, чем было выявлено в 2016 году. После этого Роспотребнадзор Дагестана запустил «горячую линию» помощи по вопросам профилактики ВИЧ.

Для того, чтобы предотвратить распространение заболеваемости половыми инфекциями, необходимо снабжать население информацией о мерах их предотвращения. На сегодняшний день существует большой выбор

средств защиты. Их выбор основан на эффективности, обратимости контрацепции, простоте использования, побочных эффектах, рисках и стоимости. Имеются гормональные и негормональные средства контрацепции. Гормональные могут быть комбинированными (эстроген-гестаген) и прогестинными. Существует множество мер профилактики ИППП, главными из которых являются ежеквартальное обращение к специалисту и проверка своего партнера, использование средств контрацепции, таких, как презерватив, избегание орального секса с различными половыми партнерами, скрининг, вакцинация от герпеса и т.д.

Организацию лечебной помощи больным ИППП рекомендуется осуществлять комплексно, включая этиотропную терапию, средства повышения защитных сил организма, а также посредством восстановления пораженной анатомической структуры и функций органов и систем. Разрабатывая методы лечения пациентов с ИППП, следует учитывать жизненный цикл возбудителя; спектр его чувствительности к различным препаратам; фармакологические особенности лекарств в случае использования различных доз и способов их введения.

Эффективность должна быть главным критерием при выборе схем лечения при ИППП. Они должны обеспечивать, по крайней мере, 90–95% излечимости. Схемы с эффективностью ниже 90% применять не рекомендуется, так как они приводят к селекции резистентных микроорганизмов, быстро ограничивая их применение.

Таким образом, в данной статье была проанализирована сложившаяся ситуация по основным инфекциям, передающимся половым путем, в регионах Северного Кавказа. Можно сделать вывод, что ситуация носит разноплановый характер, что связано в первую очередь с религиозностью большей части региона, отказами в обращении за медицинской помощью и плановой проверкой, а также неполной регистрацией заболеваемости.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Краснопольский, В. И. Гнойная гинекология — М.: МЕДпресс. — 18 с.
2. Скрипкин, Ю. К. Инфекции, передаваемые половым путем. Практическое руководство. Часть 1. Венерические заболевания. М., 2014, 560 с.
3. Дерматовенерология. Национальное руководство. Краткое издание. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. — 896 с.

© Гараева Амина Султановна, Николенко Владимир Николаевич,  
Белхароева Роза Хамзатовна ( molotovna93@mail.ru ), Расулова Анастасия Наримановна, Хамхоева Тамара Юсуповна.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# САХАРНЫЙ ДИАБЕТ КАК ФОНОВАЯ ПОЛИОРГАННАЯ ПАТОЛОГИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ФЛЕГМОНАМИ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ

## DIABETES MELLITUS AS A BACKGROUND MULTI-ORGAN PATHOLOGY IN PATIENTS WITH MAXILLOFACIAL PHLEGMONS

**A. Gromov  
S. Ivanov  
N. Tkachenko  
N. Suleymanova**

*Summary.* A retrospective analysis of 514 patients with purulent complications of acute odontogenic infection (2012, 2000–2010) was performed. Patients are distributed according to the form of the inflammatory process, the presence and nature of the background pathology (diabetes mellitus). The evaluation of homeostasis indicators (the content of red blood cells, platelets, hemoglobin, white blood cells, biochemical parameters) was performed. Most often, diabetes occurs in patients with a local form of purulent infection, somewhat less often in patients with a systemic inflammatory response syndrome. Statistically significant differences were observed in the study groups only in terms of glycemic levels and bilirubin content. The average bed-day was 14.8. Lethality — in 1 case in a patient with phlegmon of the bottom of the mouth and neck, total mediastinitis, severe sepsis and pulmonary embolism. If the patient is diagnosed with criteria for systemic inflammatory response syndrome, the threshold value of glycemia, indicating the possibility of developing diabetes, may be a level of 10–11 mmol/l. Symptoms of diabetes can be masked by manifestations of a common form of purulent infection.

*Keywords:* odontogenic infection, diabetes mellitus, background pathology, maxillofacial region, competing diseases, local process.

**Громов Александр Леонидович**

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
gromov.alexandr2011@yandex.ru

**Иванов Сергей Викторович**

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Ткаченко Надежда Федоровна**

Врач-челюстно-лицевой хирург, БМУ «Курская областная клиническая больница»

**Сулейманова Навад Аджихмед кызы**

Врач общей практики, БМУ «Курская областная клиническая больница»

*Аннотация.* Выполнен ретроспективный анализ историй болезни 514 пациентов с воспалительными осложнениями острой одонтогенной инфекции (2012 г., 2000–2010 гг.). Больные распределены в соответствии с формой воспалительного процесса, наличием и характером фоновой патологии (сахарный диабет). Выполнена оценка показателей гомеостаза (содержание эритроцитов, тромбоцитов, гемоглобина, лейкоцитов, биохимические показатели). Чаще всего сахарный диабет встречается у пациентов с местной формой гнойной инфекции, несколько реже — у пациентов с синдромом системного воспалительного ответа. Статистически значимые различия в рассматриваемых группах наблюдаются по уровням гликемии и содержанию билирубина. Средний койко-день составляет 14,8. Летальность — в 1 случае у больного с флегмоной дна полости рта и шеи, тотальным медиастинитом, тяжелым сепсисом и тромбозом легочной артерии. Если у больного диагностированы критерии синдрома системной воспалительной реакции, то пороговым значением гликемии, указывающим на возможность развития сахарного диабета, является уровень 10–11 ммоль/л. Симптомы сахарного диабета при этом могут маскироваться проявлениями общей формы гнойной инфекции.

*Ключевые слова:* одонтогенная инфекция, сахарный диабет, фоновая патология, челюстно-лицевая область, конкурирующие заболевания, локальный процесс.

**П**о данным литературы, более 50% хирургических осложнений одонтогенной инфекции связаны с наличием фоновой патологии: заболеваниями сердечно-сосудистой и дыхательной систем, сахарным диабетом, заболеваниями почек и пищеварительной системы [2,7]. Наличие у пациента одного или нескольких сопутствующих заболеваний обуславливает отягощение течения воспалительного процесса множественными патофизиологическими изменениями, что в свою оче-

редь определяет изменения функционирования взаимосвязанных систем гомеостаза.

Около 23,6% пациентов стоматологических поликлиник страдают различными соматическими заболеваниями, у 83,4% больных с острой одонтогенной инфекцией на фоне сахарного диабета воспалительный процесс осложняется развитием распространенных флегмон, сепсисом, медиастинитом, менингоэнцефалитом [4].

Сахарный диабет выявлен у 9–22,2% пациентов с одонтогенным сепсисом [2,7]. Примерно 90% всей популяции больных сахарным диабетом составляют больные сахарным диабетом 2 типа [5].

По мнению ряда авторов, фоновая патология является тем дестабилизирующим гомеостаз фактором, который негативно действует на состояние адаптивно-компенсаторных реакций организма. Вторичный иммунодефицит, обусловленный инфекционными, аллергическими, аутоиммунными заболеваниями способствует развитию болезни в атипичной форме [6].

Сахарный диабет характеризуется выраженными метаболическими нарушениями, оказывающими существенное влияние на состояние гомеостаза у пациентов с гнойно-воспалительными процессами. Изменения при сахарном диабете связаны с гликированием гемоглобина, белков мембраны эритроцитов, повышение функциональной активности тромбоцитов [1].

Критериями сахарного диабета является повышение уровня глюкозы капиллярной или венозной цельной крови натощак более 6,1 ммоль/л, или более 11,1 ммоль/л через 2 часа после глюкозотолерантного теста в капиллярной цельной крови (ВОЗ, 1999–2006). Кроме того, отдельно выделяют такие понятия, как нарушенная гликемия натощак и нарушенная толерантность к глюкозе [5].

Однако, при наличии гнойно-воспалительных процессов, а так же других острых процессов, ориентироваться на уровень гликемии для правильного установления диагноза сахарного диабета не представляется возможным. В частности, для любого септического процесса является характерным развитие гиперметаболического синдрома, одним из проявлений которого является гипергликемия более 7,7 ммоль/л. Это связано с ускорением процессов гликогенолиза и глюконеогенеза, причем скорость синтеза и выделения инсулина не увеличивается, что и обуславливает гипергликемию [3].

Единичные исследования посвящены вопросам диагностики и лечения одонтогенных воспалительных процессов челюстно-лицевой области, протекающих на фоне сахарного диабета. По данным соответствующих источников литературы, лечение гнойных ран на фоне сахарного диабета должно проводиться с участием врача-эндокринолога под контролем критериев, объективно отражающих течение раневого процесса: цитологическое исследование мазков-отпечатков, морфологическое исследование тканей раны, определение раневого гомеостаза, микробиологического анализа. Так же выявлены следующие недостатки лечения: не-

своевременно оперированные гнойные очаги, малые разрезы и неполноценную хирургическую обработку, нерациональное проведение антибактериальной терапии или ее отсутствие, некомпенсированные нарушения углеводного обмена (выраженная гипергликемия, глюкозурия, ацидоз) [6].

Целью исследования является определение особенностей показателей гомеостаза у больных с одонтогенными инфекционными процессами, развивающимися на фоне сахарного диабета.

### Материалы и методы

Выполнен ретроспективный анализ 377 пациентов с гнойными осложнениями острой одонтогенной инфекции, находившихся на стационарном лечении в отделении челюстно-лицевой хирургии Курской областной больницы в 2012 г. (группа № 1). Пациенты распределены в соответствии с формой гнойно-воспалительного процесса (местная форма гнойной инфекции, синдром системного воспалительного ответа, сепсис), наличием и характером фоновой патологии (сахарный диабет).

Местная форма гнойной инфекции диагностируется при отсутствии признаков синдрома системного воспалительного ответа. При наличии синдрома системного воспалительного ответа диагноз «сепсис» устанавливается только в определенных случаях: независимость общих проявлений от первичного очага; длительный, некорректируемый синдром системного воспалительного ответа в условиях достаточной санации первичного очага; определение ранних, промежуточных и поздних признаков сепсиса (фебрильная лихорадка в течение трех суток, нарушение функции центральной нервной системы по типу угнетения, наличие первичных гнойных очагов с тенденцией к дальнейшему распространению, декомпенсированные нарушения гемокоагуляции с тромбогеморрагическим синдромом, клинические признаки нарушения микроциркуляции, высокий лейкоцитоз и скорость оседания эритроцитов, тахикардия и повышение артериального давления, анемия и гипотеинемия и др.).

В остальных случаях мы считаем возможным устанавливать диагноз «синдром системного воспалительного ответа» (синдром системного воспаления, ССВР). Синонимом ССВР в данном случае является термин «гнойно-резорбтивная лихорадка».

Данный подход к диагностике сепсиса отличается от общепринятого (по критериям Американского колледжа пульмонологов и Общества специалистов критической медицины, 1992 г.).

Таблица 1. Количественная характеристика больных сахарным диабетом (группа № 1)

Патологический процесс	Количество больных сахарным диабетом
Местная форма гнойной инфекции	10
Синдром системного воспаления	3
Сепсис	4
Всего	17

Таблица 2. Показатели гомеостаза у больных гнойно-воспалительными процессами на фоне сахарного диабета ( $M \pm m$ , группа № 1)

Показатели гомеостаза	Пациенты с сахарным диабетом	Пациенты без сахарного диабета
Эритроциты ( $\cdot 10^{12}/л$ )	4,20 $\pm$ 0,19	4,43 $\pm$ 0,07
Гемоглобин (г/л)	131,53 $\pm$ 6,43	136,02 $\pm$ 2,18
Лейкоциты ( $\cdot 10^9/л$ )	13,64 $\pm$ 1,71	14,66 $\pm$ 0,62
Тромбоциты (абс. в 1мкл.)	246,83 $\pm$ 26,12	281,81 $\pm$ 24,94
СОЭ (мм/ч)	22,36 $\pm$ 5,38	20,79 $\pm$ 1,71
Общий белок (г/л)	66,38 $\pm$ 5,73	70,48 $\pm$ 2,17
Глюкоза (ммоль/л)	12,54 $\pm$ 1,37*	5,67 $\pm$ 0,22
Билирубин (мкмоль/л):	16,5 $\pm$ 2,03*	24,29 $\pm$ 2,44
Мочевина (ммоль/л)	9,1 $\pm$ 1,46	7,49 $\pm$ 0,68
Артериальное давление систолическое (мм.рт.ст)	130,31 $\pm$ 4,71	128,26 $\pm$ 2,46
Артериальное давление диастолическое (мм.рт.ст)	82,19 $\pm$ 2,78	79,8 $\pm$ 1,40
Частота пульса (уд./мин.)	89,19 $\pm$ 3,20	94,99 $\pm$ 1,81
Частота дыхательных движений (в 1 мин.)	19,50 $\pm$ 2,84	18,21 $\pm$ 0,62

Примечание: \* — статистически значимые различия в сравниваемых группах при  $p < 0,05$

Соответственно, выделены подгруппы пациентов с сахарным диабетом (17 человек), а так же без сахарного диабета (360 человек).

Дополнительно для изучения уровня гликемии выполнен анализ показателей гомеостаза 137 больных сепсисом (2000–2010 гг., группа № 2). В этой группе сепсис классифицирован в соответствии с критериями Американского колледжа пульмонологов и Общества специалистов критической медицины, 1992г (сепсис, тяжелый сепсис, септический шок).

Состояние гомеостаза оценивали по показателям крови (содержание эритроцитов, тромбоцитов, гемоглобина, лейкоцитов, биохимические показатели).

Для статистической обработки результатов исследования были использован пакет прикладных программ STATISTICA 6.1 фирмы StatSoft Inc. для персонального компьютера в системе Windows.

### Результаты и их обсуждение

Всего выявлено 17 пациентов с сахарным диабетом (4,5%). Таким образом, распространенность сахарного

диабета в группе пациентов с гнойно-воспалительными процессами челюстно-лицевой области составляет 4,5%.

Распределение больных сахарным диабетом в зависимости от тяжести воспалительного процесса указана в табл. 1.

Чаще всего сахарный диабет встречается у пациентов с местной формой гнойной инфекции, несколько реже — у пациентов с системного воспалительного ответа. Преобладают пациенты женского пола — 9 человек, мужчин — 8. Средний койко-день составляет 14,8. Летальность — в 1 случае у больного с флегмоной дна полости рта и шеи, тотальным медиастинитом, тяжелым сепсисом и тромбоэмболией легочной артерии.

Так же в группе № 1 у пациентов с гнойными процессами, протекающими на фоне сахарного диабета, оценивали параметры функционирования системы кровообращения и основные показатели гомеостаза (табл. 2). Статистически значимые различия наблюдались в рассматриваемых группах только по уровню гликемии и содержанию билирубина. Показатели гемодинамики, клеточного состава крови, общего белка и мочевины не различались.

Для всех пациентов с сахарным диабетом, являющимся фоном развития одонтогенного сепсиса, характерна гипергликемия, уровень которой зависит от тяжести воспалительного процесса.

По нашим данным (группа № 2), при одонтогенном сепсисе (без органной недостаточности) содержание глюкозы капиллярной крови находится в пределах  $6,3 \pm 0,25$  ммоль/л, при тяжелом одонтогенном сепсисе —  $8,83 \pm 0,66$  ммоль/л, а при септическом шоке —  $10,01 \pm 0,62$  ммоль/л.

## Выводы

Показатели гомеостаза у пациентов с гнойно-воспалительными процессами челюстно-лицевой области, протекающими на фоне сахарного диабета, характеризуются не только гипергликемией, но и гипербилирубинемией, что указывает на наличие элементов печеночной недостаточности.

При этом гипергликемия наблюдается так же и при отсутствии сахарного диабета у больных одонтогенным сепсисом. Чем тяжелее протекает патологический процесс, тем выше уровень гипергликемии (до  $10,01 \pm 0,62$  ммоль/л при септическом шоке).

Если у больного диагностированы критерии синдрома системной воспалительной реакции или сепсис,

то пороговым значением гликемии, указывающим на возможность наличия сахарного диабета, может являться уровень 10–11 ммоль/л. Симптомы сахарного диабета при этом могут маскироваться проявлениями общей формы гнойной инфекции.

Таким образом, ориентироваться на гликемию для диагностики сахарного диабета у лиц с одонтогенным сепсисом по критериям ВОЗ и ADA не представляется возможным.

Следует так же учитывать повышенный уровень глюкозы крови (более 6,1 ммоль/л) при отсутствии признаков синдрома системного воспалительного ответа, как вероятность обнаружения у больного сахарного диабета, а так же наличие симптомов сахарного диабета (полиурия, полидипсия, полифагия и др.) в анамнезе. При наличии такой симптоматики считаем необходимым назначить пациенту консультацию эндокринолога.

В любом случае при подготовке пациента с гнойно-воспалительным процессом к операции и в послеоперационном периоде следует стремиться к нормогликемии, для чего при гипергликемии в комплексное лечение необходимо включать инфузию инсулина.

ADA — Американская диабетическая ассоциация

ВОЗ — Всемирная Организация Здравоохранения

## ЛИТЕРАТУРА

1. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия. Руководство / Г. Г. Автандилов. — М.: Медицина, 1990. — 384 с.
2. Будаев А. П. Диагностика и лечение сепсиса у челюстно-лицевых больных на фоне сопутствующей патологии: дис. ... канд. мед. наук. — Воронеж, 2001. — 139 с.
3. Завада Н. В. Хирургический сепсис / Н. В. Завада, Ю. М. Гаин, С. А. Алексеев. — Минск: Новое знание, 2003. — 236 с.
4. Козлов В. А. Особенности течения воспалительных заболеваний одонтогенной этиологии у больных сахарным диабетом // Медицинский академический журнал. — 2008. — Т. 8, № 1. — С. 242–247.
5. Дедов И. И., Шестакова М. В. Сахарный диабет: диагностика, лечение, профилактика. — М., 2011. — 801 с.
6. Фомичев Е. В., Кирпичников М. В., Ахмед Салех, Сербин А. С., Ефимова Е. В. Коррекция иммунитета в комплексной терапии вялотекущих и хронических гнойно-воспалительных заболеваний челюстно-лицевой области // Лекарственный вестник. — Волгоград, 2010. — № 5(37). — С. 21–26.
7. Харитонов Ю. М. Острый одонтогенный сепсис: ранняя диагностика прогнозирование и лечение: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. — Воронеж, 1999. — 48 с.

© Громов Александр Леонидович ( gromov.alexandr2011@yandex.ru ), Иванов Сергей Викторович,

Ткаченко Надежда Федоровна, Сулейманова Навад Аджихмед кизы.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# СОСТОЯНИЕ КАПИЛЛЯРНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ В ТКАНЯХ ПАРОДОНТА У ЛИЦ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА

## STATE OF CAPILLARY BLOOD CIRCULATION IN PERIODONTIC TISSUES IN YOUNG PEOPLE

**E. Zhulev  
E. Arkhangelskaya**

*Summary.* This article is devoted to the study of periodontal conditions in young people aged 18 to 28 years using the laser Doppler flowmetry (LDF) method. Microcirculatory disorders are considered a pathogenetic factor in circulatory disorders, which leads to a decrease in trophic support of periodontal tissues and the development of periodontal diseases, including at a young age. Determining the risk of developing periodontal diseases at the initial stage helps to increase the effectiveness of treatment and prevent the development of more severe forms. We examined 30 people using a laser analyzer of capillary blood flow "LAK-01", conducted a statistical analysis of the results of the study. The data obtained correspond to indicators of the norm of a healthy periodontium.

*Keywords:* periodontal disease, laser Doppler flowmetry, microcirculation.

**Жулев Евгений Николаевич**

*Заслуженный работник высшей школы РФ, доктор  
медицинских наук, профессор, ФГБОУ ВО «Приволжский  
исследовательский медицинский университет»  
Минздрава России  
hrustalev54@mail.ru*

**Архангельская Екатерина Петровна**

*Аспирант, ФГБОУ ВО «Приволжский  
исследовательский медицинский университет»  
Минздрава России  
dr.arkhangelskaja@yandex.ru*

*Аннотация.* Настоящая статья посвящена изучению состояния пародонта у лиц молодого возраста от 18 до 28 лет с помощью метода лазерной Допплеровской флоуметрии (ЛДФ). Нарушения микроциркуляции считают патогенетическим фактором расстройства кровообращения, которое приводит к уменьшению трофического обеспечения тканей пародонта и развитию заболеваний пародонта, в том числе и в молодом возрасте. Определение риска развития заболеваний пародонта на начальном этапе способствует предупреждению развития более тяжелых форм и повышению эффективности лечения. Нами было обследовано 30 человек с помощью лазерного анализатора капиллярного кровотока «ЛАКК-01», проведен статистический анализ результатов исследования. Полученные данные, в целом, соответствуют показателям нормы здорового пародонта.

*Ключевые слова:* заболевания пародонта, лазерная Допплеровская флоуметрия, микроциркуляция.

## Введение

**В**оспалительные процессы в пародонте являются одной из основных причин потери зубов, в том числе и в молодом возрасте. Известно, что для воспалительных заболеваний пародонта характерна полиэтиологичность [2,3]. Нарушения микроциркуляции считают патогенетическим фактором расстройства кровообращения, что играет ключевую роль в трофическом обеспечении тканей пародонта и развитии компенсаторных процессов [6]. Изменения, происходящие в микроциркуляторном русле пародонта при воспалении, оказывают существенное влияние на течение и тяжесть заболевания и эффективность лечения [4].

Сложность патогенеза микроциркуляторных нарушений требует применения достаточно чувствительных методов диагностики степени расстройства капиллярного кровотока и сопряженных изменений в микрососудах артериолярного и веноулярного звеньев микроциркуляторного русла [5].

В настоящее время в стоматологической практике широко используют современные методы объективной диагностики, которые основаны на измерении различных физических свойств исследуемых тканей.

Объективная и неинвазивная регистрация состояния микроциркуляции возможна с помощью метода

Таблица 1. Средние значения показателя микроциркуляции (М)

Среднее значение показателя микроциркуляции (М)	Пациенты от 18 до 20 лет	Пациенты от 25 до 28 лет
М зуба 1.6	46,89	51,78
М зуба 1.3	33,37	39,63
М зуба 1.1	28,86	34,67
М зуба 2.3	32,64	37,55
М зуба 2.6	47,84	50,44
М зуба 3.6	49,17	52,27
М зуба 3.3	34,95	39,48
М зуба 4.1	27,49	35,39
М зуба 4.3	35,56	40,83
М зуба 4.6	49,88	53,17

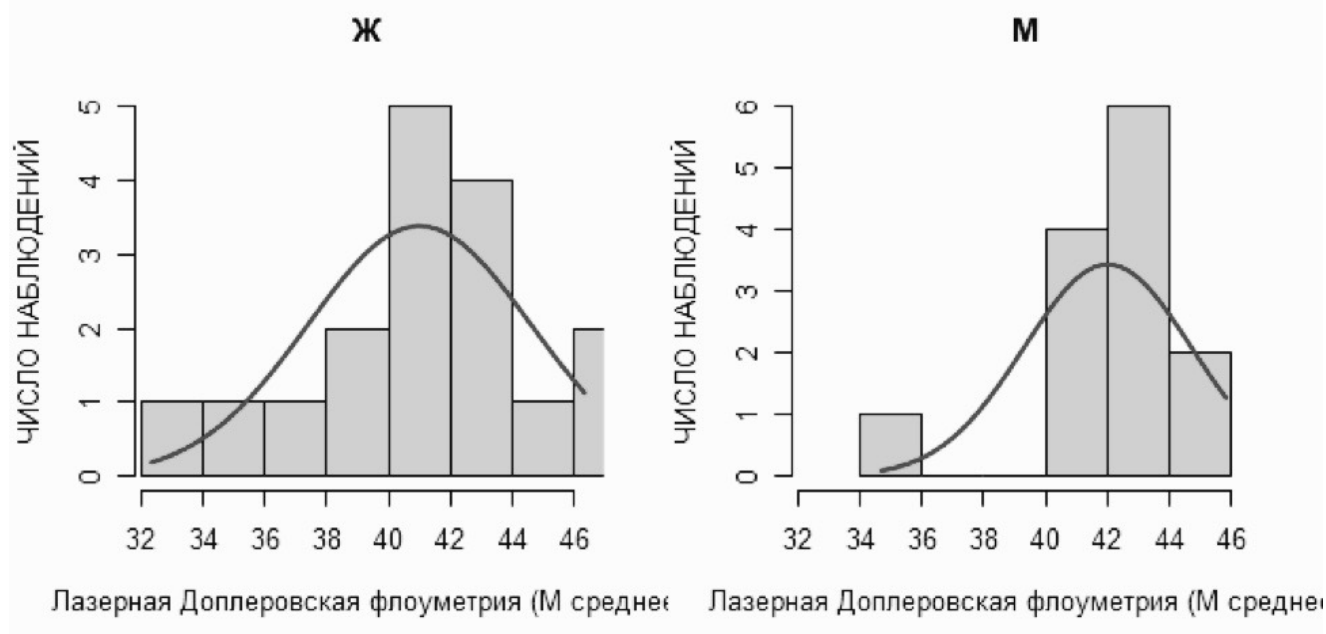


Рис. 1 Гендерное распределение значений среднего показателя микроциркуляции (М)

лазерной Доплеровской флоуметрии (ЛДФ), который широко используют клиницисты. Метод позволяет определить уровень перфузии кровотока в тканях. Таким образом, изучение состояния микроциркуляции в тканях пародонта с использованием метода лазерной Доплеровской флоуметрии является актуальным [2].

#### Цель исследования

Изучить состояние тканей пародонта у лиц молодого возраста при помощи метода лазерной Доплеровской флоуметрии.

#### Материалы и методы исследования

В основу исследования легли результаты обследования 30 пациентов от 18 до 28 лет, из которых было 17 женщин и 13 мужчин. Общеклиническое исследование проводилось с помощью специально разработанной карты обследования. Для изучения состояния микроциркуляторного русла тканей пародонта нами был использован метод лазерной Доплеровской флоуметрии (ЛДФ). Эффект Доплера возникает в результате отражения излучения гелий-неонового лазера малой мощности и длиной волны 0,63 мкм от движущихся в капиллярах и венах эритроцитов. В зависимости от интенсивности

Таблица 2. Распределение значений признака «Биотип десны»

Биотип десны	Группа пациентов
Толстый	6
Тонкий	14
Смешанный	10
Всего:	30

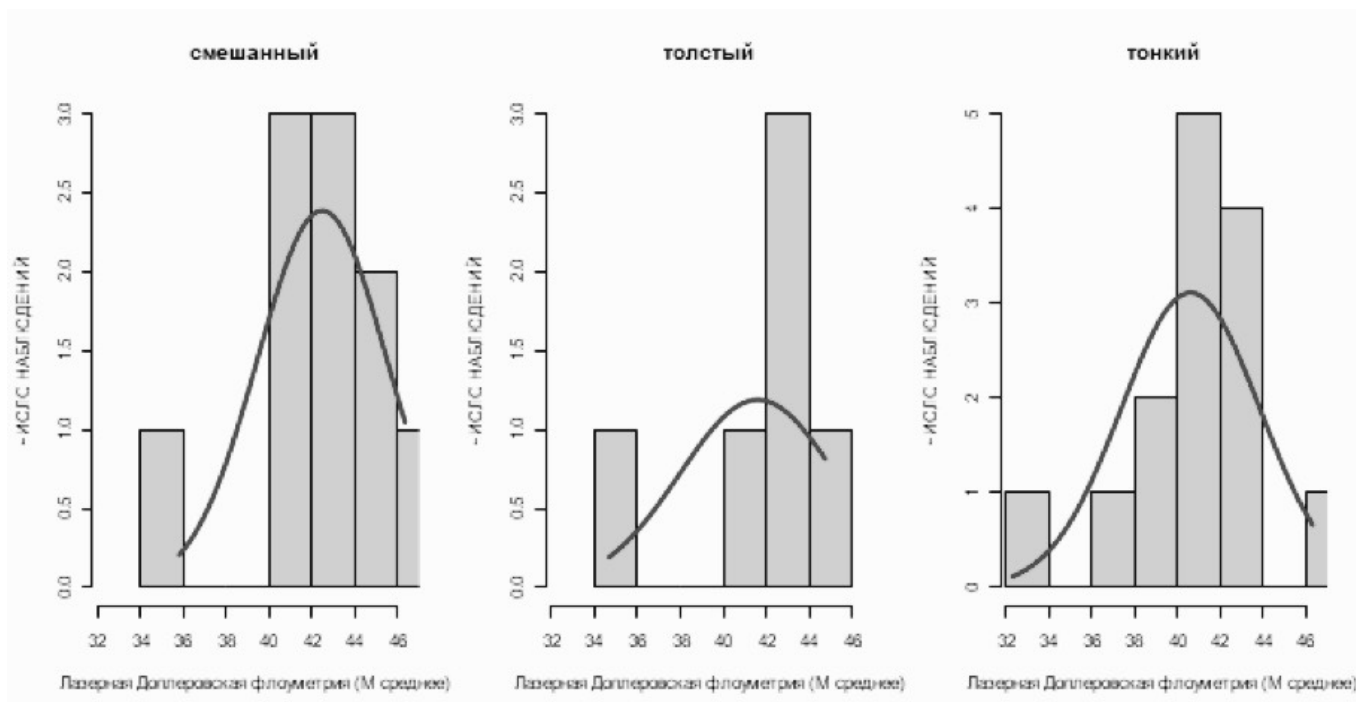


Рис. 2. Распределение значений среднего показателя микроциркуляции М в зависимости от биотипа десны

перфузии в изучаемом участке изменяется частота доплеровского сигнала, что позволяет характеризовать интенсивность микроциркуляции в данной области. Для проведения лазерной Допплеровской флоуметрии нами был использован лазерный анализатор капиллярного кровотока «ЛАКК-01» производства НПП «Лазма», Москва. Для статистического исследования был использован средний показатель микроциркуляции (М), измерение проводилось в области зубов 1.6, 1.3, 1.1, 2.3, 2.6, 3.6, 3.3, 4.1, 4.3, 4.6.

### Результаты исследования

В процессе проведения исследования нами было изучено состояние тканей пародонта у выбранных субъектов в возрасте от 18 до 28 лет с интактными зубными рядами без ортопедических конструкций. Индекс КПУ варьировался от 0 до 14, где учитывались кариозные и пломбированные зубы.

Результаты были интерпретированы по среднему показателю микроциркуляции (М), значения которого составили от 32,32 до 46,33 (рис. 1), среднее значение М у женщин было ниже (41.312), чем у мужчин (42.418). Причем средние значения показателя микроциркуляции у более молодых пациентов 18–20 лет были ниже, чем у пациентов от 25 до 28 лет. Исходя из этих данных можно сделать вывод о том, что с увеличением возраста увеличивается интенсивность микроциркуляции в тканях пародонта, обусловленная, по нашему мнению, более активным образом жизни и соответствующей ему более активной функцией жевания (табл. 1).

Кроме того, у пациентов определялся биотип десны по Коису. Согласно этому методу, биотип десны подразделяется на тонкий, толстый и смешанный. У 6 пациентов определялся тонкий биотип десны, когда при зондировании десневой борозды с помощью пародонтального зонда кончик введённого зонда виден на просвет. У 14

субъектов был выявлен толстый биотип десны и у 10 человек — смешанный (табл. 2). Среднее значение показателя М для пациентов с тонким биотипом десны составил 40.817, для пациентов с толстым биотипом — 42.834, со смешанным — 42.864. Данные исследования микроциркуляции у этих пациентов позволили сделать вывод, что значения среднего показателя микроциркуляции у пациентов с тонким биотипом ниже, чем у пациентов с толстым и смешанным биотипами десны (рис. 2).

### Заключение

Таким образом, полученные нами результаты лазерной Допплеровской флоуметрии у лиц молодого возраста соответствуют показателям нормы состояния тканей

пародонта. В этой группе лиц с увеличением возраста увеличивается интенсивность микроциркуляции в тканях пародонта, обусловленная, по нашему мнению, более активным образом жизни и соответствующей ему более активной функцией жевания. На фоне этих данных была выявлена зависимость значений среднего показателя микроциркуляции (М) от биотипа десны. У пациентов с тонким биотипом десны среднее его значение оказалось ниже, чем у пациентов с толстым и смешанным биотипами десны. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что при тонком биотипе десны риск развития заболеваний пародонта выше. Это следует учитывать при первичном обследовании больных и рекомендовать меры профилактики наряду с диспансерным наблюдением данной категории пациентов.

---

### ЛИТЕРАТУРА

1. Амхадова М. А., Мустафаев Н. М., Толмачев В. Е. Особенности исследования микроциркуляции пародонта при выраженной атрофии костной ткани челюстей // Российский стоматологический журнал. 2012. №6. С. 32–34.
2. Воложин А. И., Порядин Г. В., Казимирский А. Н. и др. // Стоматология. — 2005. — № 3. — С. 4–6.
3. Жулев Е. Н. Ортопедическая стоматология: Учебник. — М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2012. — 834 с.
4. Кречина Е. К. Оценка состояния гемомикроциркуляции в тканях пародонта по данным лазерной и ультразвуковой доплерографии / Е. К. Кречина, В. В. Маслова, С. А. Фролова, А. В. Рассадина, В. Н. Мардахаева, А. А. Харьков, А. В. Петренко // Стоматология. — 2007. — № 7. — С. 45–47.
5. Корси Л. В., Соколов В. Г. Лазерные доплеровские методы и средства исследования периферического кровообращения // Лазернооптические системы и технологии. — 2009 — С. 95–100.
6. Усманова И. Н. Стоматологический статус полости рта у лиц молодого возраста, проживающих в регионе с неблагоприятными факторами окружающей среды // Фундаментальные исследования. — 2013. — № 12–3. — С. 546–549.

---

© Жулев Евгений Николаевич ( hrustalev54@mail.ru ), Архангельская Екатерина Петровна ( dr.arkhangelskaja@yandex.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# ИЗУЧЕНИЕ ОСТАТОЧНОЙ МОЩНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ КОРНЕВОГО КАНАЛА РЕЗЦА, ПОДГОТОВЛЕННОГО ПОД ЛИТУЮ КУЛЬТЕВУЮ ВКЛАДКУ (IN VITRO)

## THE STUDY OF THE RESIDUAL POWER OF THE LASER RADIATION OF THE ROOT CANAL OF THE INCISOR PREPARED UNDER A CAST STUMP INSERT (IN VITRO).

**E. Zhulev**  
**A. Rostov**  
**A. Rostov**

*Summary.* In this article, in laboratory conditions, the residual power of laser radiation after irradiation of the root of a remote incisor (tooth 1.1) of a person after his instrumental processing and obstruction of hot gutta-percha was studied. The channel of the removed incisor, in the upper third is sealed with hot gutta-percha, and in the middle and upper third it is not obstructed. The dependence of the effect on the residual power between the location of the laser emitter in the root canal (in the middle and wellhead) and the diameter of the roots of the extracted tooth was studied. A comparative analysis of the efficiency of the absorbed laser energy of two high-intensity diode laser systems of the near infrared spectrum with wavelengths of 810 and 980 Nm is carried out.

*Keywords:* laser system, residual power, root canal of the tooth.

**Жулев Евгений Николаевич**

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
hrustalev54@mail.ru

**Ростов Андрей Витальевич**

К.м.н., главный врач, ООО «Центр медико-правового консультирования «Рубикон»  
a\_rostov@mail.ru

**Ростов Артём Андреевич**

Генеральный директор, ООО «Центр медико-правового консультирования «Рубикон»  
ar-rostov@yandex.ru

*Аннотация.* В данной статье в лабораторных условиях изучена остаточная мощность лазерного излучения после облучения корня удалённого резца (зуб 1.1) человека после его инструментальной обработки и obturацией горячей гуттаперчей. Канал удалённого резца, в верхней трети запломбирован горячей гуттаперчей, а в средней и верхней трети не obturирован. Изучена зависимость влияния на остаточную мощность между местом расположения лазерного излучателя в корневом канале (в средней и устьевой части) и диаметром корней удалённого зуба. Проведён сравнительный анализ эффективности поглощённой лазерной энергии двух высокоинтенсивных диодных лазерных систем ближнего инфракрасного спектра с длинами волн 810 и 980 Нм.

*Ключевые слова:* лазерная система, остаточная мощность, корневого канал зуба.

### Актуальность

Эффективность препарирования, очистки и обеззараживания системы корневого канала ограничена анатомическими особенностями и невозможностью традиционных ирригантов пассивно проникать в боковые и апикальные дельты. Это делает целесообразным поиск новых материалов, методов и технологий, которые могут улучшить очистку и обеззараживание этих анатомических областей. [1, с. 162–164].

Лазерные технологии применяются в эндодонтии с целью улучшения результатов традиционного лечения, что достигается за счет световой энергии, которая способствует удалению детрита и смазанного слоя из корневых каналов, а также очищению и обеззараживанию эндодонтической системы. [2, с. 42–44].

Лабораторные исследования показали значительную эффективность использования лазерного излучения для уменьшения бактериальной обсемененности корневых каналов. Дальнейшие исследования показали эффективность применения лазеров в сочетании с традиционными ирригантами, такими как, 17% ЭДТА, 10% лимонная кислота и 5,25% гипохлорит натрия. Хелатирующие вещества облегчают проникновение лазерного луча в ткани. В твердые ткани зуба лазерный луч проникает на глубину до 1 мм и обеззараживает лучше, чем химические вещества.

Так же есть исследования, демонстрирующие способность волн различной длины к активации ирригационных растворов в канале. Методика активации ирригантов лазером показала статистически более высокую эффективность в удалении детрита и смазанного слоя

из корневых каналов по сравнению с традиционными методами и ультразвуковой обработкой.

В ортопедической стоматологии после терапевтической подготовки и obturации каналов, врачу-ортопеду необходимы манипуляции для изготовления укрепляющих конструкций, что связано с дополнительным инфицированием каналов.

Поэтому поиск новых технологий для эффективной стерилизации корневых каналов перед и во время протезирования по-прежнему остается одним из наиболее актуальных.

### Цель исследования

Изучить остаточную мощность лазерного излучения с различными длинами волн в области апекса и боковой поверхности запломбированного горячей гуттаперчей нижней трети корневого канала удалённого резца человека с расположением лазерного излучателя в различных участках корневого канала.

### Материалы и методы

В качестве материала исследования были использованы: удалённый резец человека (зуб 1.1) с запломбированным каналом горячей гуттаперчей на 1/3 и подготовленными под литую культевую вкладку. В исследовании использовали итальянские две высокоинтенсивные диодные лазерные системы «Doctor Smile» с длинами волн 810 и 980 Нм. Для измерения дозы лазерного излучения применяли аппарат израильского производства фирмы OPHIR (Laser Measurement Group) PULSAR4 с круглым фотодиодным сенсором (PD300R-UV filter off.) и программным обеспечением — StarLab — (pulsar sensor 3 photodiode PD300R-UV (s/n 782471) FU1.27 (s/n 746231).

Параметры лазерного излучения с длинами волн 810 и 980 Нм в лабораторных исследованиях всегда были одинаковыми: мощность 1 Вт; постоянный режим (CW); неактивное оптоволокно толщиной 320 микрон; методика внутриканальная бесконтактная, стабильная; облучение лазером в течение 15 секунд.

### Полученные результаты

Длина не запломбированной части канала удалённого резца человека составила 8 мм, а запломбированной 4 мм. Канал был расширен до 35 размера по ISO с шестой конусностью. Диаметр корня удалённого резца человека на 1 мм выше апекса — 3,4 мм, в области устья — 4 мм. Диаметр середины корня — 6 мм.

При расположении датчика в области апекса корня и облучении лазером с длиной волны 810 Нм с целеуказателем в области устья корневого канала резца, подготовленного под литую культевую вкладку, запломбированного в нижней трети канала горячей гуттаперчей, плотность энергии (доза) лазерного излучения у апекса составила 200 мВт. Во втором измерении при облучении в середине дистального канала с целеуказателем доза лазерного излучения у апекса составила 180 мВт. При облучении на 1 мм от горячей гуттаперчи в корневом канале с целеуказателем доза лазерного излучения у апекса составила 170 мВт.

При расположении датчика в области апекса корня и облучении лазером с длиной волны 980 Нм с целеуказателем в области устья корневого канала резца, подготовленного под литую культевую вкладку, запломбированного в нижней трети канала горячей гуттаперчей, плотность энергии (доза) лазерного излучения у апекса составила 275 мВт. Во втором измерении при облучении в середине дистального канала с целеуказателем доза лазерного излучения у апекса составила 540 мВт. При облучении на 1 мм от горячей гуттаперчи в корневом канале с целеуказателем доза лазерного излучения у апекса составила 560 мВт.

При расположении датчика сбоку в области середины корня и облучении лазером с длиной волны 980 Нм с целеуказателем в области устья корневого канала резца, подготовленного под литую культевую вкладку, запломбированного в нижней трети канала горячей гуттаперчей, плотность энергии (доза) лазерного излучения составила 39,5 мВт. Во втором измерении при облучении в середине дистального канала с целеуказателем доза лазерного излучения составила 39 мВт. При облучении на 1 мм от горячей гуттаперчи в корневом канале с целеуказателем доза лазерного излучения составила 7,5 мВт.

При расположении датчика сбоку в области середины корня и облучении лазером с длиной волны 810 Нм с целеуказателем в области устья корневого канала резца, подготовленного под литую культевую вкладку, запломбированного в нижней трети канала горячей гуттаперчей, плотность энергии (доза) лазерного излучения составила 14,8 мВт. Во втором измерении при облучении в середине дистального канала с целеуказателем доза лазерного излучения составила 13 мВт. При облучении на 1 мм от горячей гуттаперчи в корневом канале с целеуказателем доза лазерного излучения составила 9,7 мВт.

### Обсуждение полученных результатов

Из полученных результатов видно, что при облучении лазером корневых каналов как с длиной волны 810 Нм, так и с длиной волны 980 Нм лазерная энергия не по-

глощается твёрдыми тканями корня, а часть её проходит через стенки корня наружу. Даже при расположении лазерного излучателя внутри канала в области устья, часть лазерной энергии проходит через все твёрдые ткани корня и за его пределы. В эксперименте видно, что твёрдые ткани корня больше поглощают лазерную энергию с длиной волны 810 Нм. Остаточная мощность лазерной энергии с длиной волны 980 Нм больше выходит за границы апекса корня. При облучении канала лазерами как с длиной волны 810 Нм, так и с длиной волны 980 Нм, при размещении лазерного излучателя в области 1 мм от obturатора канала (горячей гуттаперчи), остаточная мощность за пределами корня была меньше, чем при расположении лазерного излучателя дальше от апекса корневого канала, в области его устья. Это связано с тем, что во время облучения корневого канала с расположением лазерного излучателя в области устья, количество фотонов, которые не поглощаются хромофорами корня, значительно больше. Это происходит потому, что излучатель не упирался в стенки корня в области апекса, тем самым, увеличивая действие эффектов лазерного излучения таких как отражение и рассеивание в тканях корня зуба, и уменьшая эффект поглощения лазерной энергии хромофорами корня удалённого резца.

## Заключение

Проведенное нами исследование позволяет сделать вывод о том, что лазерная энергия с длинами волн 810 и 980 Нм не только поглощается хромофорами тканей корня зуба, но и проникает сквозь корень за его пределы вне зависимости от расположения лазерного излучателя в различных участках корневого канала.

Лабораторный эксперимент показал, что на остаточную мощность лазерного излучения, прошедшую через твёрдые ткани корня, при обработке корневого канала влияет не только длина волны лазера, но и место расположения излучателя в корневом канале, а также толщина стенок корня зуба.

В полученных исследованиях коэффициент поглощения лазерной энергии с длиной волны 810 Нм больше, чем с длиной волны 980 Нм.

На основании полученных результатов (in vitro) можно сделать общий вывод о том, что лазерное излучение с длинной волны 810 Нм эффективнее для стерилизации корневого канала, чем с длиной волны 980 Нм.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Жулёв Е.Н., Ростов А. В., Ростов А. А. Изучение остаточной мощности после лазерного облучения корневого канала удалённого моляра человека // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки» -№ 8,—2019 г., -С.162–164
2. Prof Giovanni Olivi, Prof Rolando Crippa, Prof Giuseppe Iaria, Prof Vasilios Kaitsas, Dr Enrico DiVito & Prof Stefano Benedicenti, Italy & USA «Лазеры в эндодонтии» (журнал Фармгеоком Информ № 8 стр. 42–44).

© Жулёв Евгений Николаевич ( hrustalev54@mail.ru ),

Ростов Андрей Витальевич ( a\_rostov@mail.ru ), Ростов Артём Андреевич ( ar-rostov@yandex.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ АЛЛЕРГИЧЕСКИХ РИНИТОВ У ДЕТЕЙ С АТОПИЧЕСКИМИ ДЕРМАТИТАМИ

### DIAGNOSTIC CRITERIA FOR ALLERGIC RHINITIS IN CHILDREN WITH ATOPIC DERMATITIS

**Z. Lovpache**  
**M. Kerimov**  
**M. Nalchikova**  
**A. Teuvova**  
**L. Magrelova**

*Summary.* This article substantiates that the timely diagnosis of atopy and adequate treatment of AtD and AR help prevent the development of severe forms of the disease and the progression of the atopic march. It also analyzes the modern possibilities of solving problems related to the complexity of diagnosis, differential diagnosis, false-positive and false-negative results of clinical and laboratory studies of allergic diseases, genetic characteristics of patients and many other parameters; We are considering the possibility of integrating bioinformatics and systemic biomedicine approaches, based, on the one hand, on massive databases of experimental studies, and on the other, on advanced technologies for genotyping and marker identification. It is concluded that further improvement of modern methods for the diagnosis of atopic dermatitis associated with allergic rhinitis is an actual scientific direction at the junction of allergology, genetics and immunology.

*Keywords:* atopic march, atopic dermatitis, allergic rhinitis, heredity, diagnosis.

**Ловпаче Зарема Нурийденовна**

Доцент, Кабардино-Балкарский государственный  
 Университет им. Х. М. Бербекова  
 lovpatche.zarema@mail.ru

**Керимов Марат Борисович**

Доцент, Кабардино-Балкарский государственный  
 Университет им. Х. М. Бербекова  
 kerimovpulmonologkbr@mail.ru

**Нальчикова Марина Тембулатовна**

Доцент, Кабардино-Балкарский государственный  
 Университет им. Х. М. Бербекова  
 nalmt@mail.ru

**Теувова Алина Аслановна**

Кабардино-Балкарский государственный  
 Университет им. Х. М. Бербекова  
 Teuvova99@mail.ru

**Магрелова Лейля Арсеновна**

Кубанский государственный медицинский  
 университет  
 leylya.magrelova@mail.ru

*Аннотация.* В данной статье обосновывается, что своевременная диагностика атопии и адекватная терапия АтД и АР, способствуют предотвращению развития тяжелых форм заболевания и прогрессии атопического марша. Также анализируются современные возможности решения проблем, связанных со сложностью диагностики, дифференциальной диагностики, ложноположительными и ложноотрицательными результатами клинических и лабораторных исследований аллергических заболеваний, генетическими характеристиками пациентов и многими другими параметрам; рассматриваем возможности интеграции подходов биоинформатики и системной биомедицины, опирающихся, с одной стороны, на массивные базы данных экспериментальных исследований, а с другой — на передовые технологии генотипирования и выявления маркеров. Делается вывод о том, что дальнейшее усовершенствование современных методов диагностики атопического дерматита, ассоциированного с аллергическим ринитом — актуальное научное направление, находящееся на стыке аллергологии, генетики и иммунологии.

*Ключевые слова:* атопический марш, атопический дерматит, аллергический ринит, наследственность, диагностика.

### Актуальность

**Ш**ироко используемое понятие «атопический марш» подтверждает эволюционирующий характер течения аллергии: дебютировав в детском возрасте, эта патология сопровождает больного в течение всей жизни [15].

Атопический марш является естественным течением развития проявлений атопической наследственности ребенка. Атопический дерматит (АтД), аллергический ринит (АР) и бронхиальная астма (БА) относятся к трем взаимосвязанным заболеваниям не только по своим патоморфологическим основам и механизмам развития. У большей части пациентов они трансформируются

друг в друга или сочетаются. Своевременная диагностика атопии у ребенка и адекватная терапия АтД и АР способствуют предотвращению развития тяжелых форм заболевания и прогрессии атопической болезни (атопического марша) [9].

Распространенность аллергических заболеваний (далее — АЗ) продолжает расти с каждым годом. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) у 30–40% населения обнаружено одно или несколько аллергических заболеваний. Сотни миллионов людей страдают аллергическим ринитом, ассоциированным с атопическими проявлениями на коже и около 300 миллионов, болеют астмой, которая сопровождается иными аллергическими проявлениями [6].

Серьезная проблема роста АЗ наблюдается у детей во всем мире, особенно в развитых странах. Дети и подростки составляют значительную часть пациентов, страдающих АЗ. По мере того, как они становятся старше, распространенность аллергии продолжает расти. Согласно прогнозам, к 2050 году до 4 миллиардов человек в мире будут страдать астмой, аллергическим ринитом и/или атопическим дерматитом [13].

Это связано, с одной стороны, с напряженной санитарно-эпидемиологической ситуацией, а с другой — с трудностью ранней диагностики и выбора соответствующей терапии [7].

Стандартная аллергологическая диагностика включает сбор аллергологического анамнеза, обследование *in vivo* (кожные тесты, провокационные тесты), а также лабораторную диагностику *in vitro* [3].

Аллергологический анамнез — обязательный этап, помогающий выявить причиннозначимый аллерген и другие провоцирующие факторы. Семейный анамнез — история развития аллергического процесса у больного АД и АР (включая выявление бактериальной, вирусной и грибковой инфекции), установление сезонности обострений, связи с воздействием аллергенов [4].

Наличие респираторных симптомов, а также анамнестические сведения о факторах риска: течение беременности и родов у матери, питание во время беременности, профессиональные вредности родителей, жилищно — бытовые условия, характер вскармливания ребенка, перенесенные инфекции, сопутствующие заболевания, пищевой и фармакологический анамнез, выявление возможных провоцирующих факторов и другое — ключевые этапы первичной диагностики, которые доступны каждому клиницисту [8].

При отсутствии противопоказаний больным проводят кожное тестирование: *prick* — тесты, или скарификационные тесты со стандартным набором ингаляционных аллергенов. При наличии диффузного кожного процесса или других противопоказаний к аллергологическому обследованию *in vivo* проводят лабораторную диагностику — определение уровня общего сывороточного IgE (в большинстве случаев существенно превышает нормальные значения, но не является специфическим признаком) и антител изотипа IgE к аллергенам с помощью различных методов [15].

При подозрении на сопутствующие заболевания и очаги хронической инфекции проводится обследование в соответствии с существующими стандартами. Иммунологическое обследование, зачастую, необязательно. Определение содержания IgA, IgM и IgG в сыворотке件 полезно, в том числе для исключения селективного дефицита IgA, сопровождающегося признаками АтД и аллергического ринита. Однако, только новое поколение диагностических методов позволяет исследовать взаимосвязь аллергических заболеваний, устанавливать коррелятивные связи между звеньями патогенеза и выстраивать оптимальную тактику дальнейшей терапии [12].

В целях повышения эффективности и качества специализированного медицинского обслуживания разработаны нормативные документы для диагностики и лечения аллергических заболеваний, основанные на принципах доказательной медицины. Такими документами являются «Белая книга», утвержденная международным сообществом по аллергии (WAO), а также Федеральные клинические рекомендации по клинической иммунологии и аллергическим заболеваниям, разработанные Российской ассоциацией аллергологов и клинических иммунологов. Клинические рекомендации включают алгоритмы действий врачей при диагностике и лечении, профилактике и реабилитации, позволяющие быстро принимать выверенные решения [17].

Основой для их формирования являются издания, включенные в базы данных PubMed, Medline, данные из международных согласительных документов. «Белая книга» и «Федеральные клинические рекомендации» являются важным и необходимым инструментом в повседневной практике врача, они содержат разработку интегрированного алгоритма для диагностики и лечения, однако не решают многие проблемы: сложность дифференциального диагноза, ложноположительные и ложноотрицательные результаты клинических и лабораторных исследований [14], генетические характеристики пациентов [8], гендерные различия, географические особенности [9].

Для формирования документов, которые дают ответы на поставленные вопросы, необходим анализ большого набора данных: только в базе данных PubMed имеется более 440 000 публикаций по аллергии, не считая значительной части исследований национальных профессиональных сообществ, в том числе российских [8].

Не вызывает сомнений, что столь необходимые врачу руководства, как «Клинические рекомендации», должны регулярно обновляться, учитывать и представлять медицинскому сообществу рекомендации на основе новых научных данных для формирования адекватных стратегий диагностики и терапии аллергических заболеваний [13].

С другой стороны, широко используются аппарат и технологии прецизионной медицины, такие как экспресс-анализ по широкому спектру параметров в практически реальном масштабе времени, выявление факторов риска генетической предрасположенности к различным заболеваниям, доступность высокотехнологичных методов определения маркеров патологических процессов на разных этапах заболевания с помощью микрочипов. В результате возникает необходимость в обработке еще больших объемов данных. Решение подобной по сложности задачи возможно при консолидации усилий врачей, ученых разных направлений, а также на основе современных технологий, в частности, таких стремительно развивающихся направлений науки, как генетика, биоинформатика и системная биология [8, 12, 15].

После завершения программы расшифровки генома человека и разработки широкодоступной технологии определения однонуклеотидных полиморфизмов (SNP) стало возможным идентифицировать генетические локусы, связанные с повышенным риском возникновения АТД и АР. Было обнаружено, что мутации в локусе 17q21 связаны с АТД и астмой [15], причем эти данные были подтверждены различными исследовательскими коллективами [8, 14, 18].

Расположенные в локусе 17q21 гены ORMDL3, GSDMB, ZPBP2, и IKZF3 влияют на фолдинг белков, ответственных за поддержание уровня внутриклеточного Ca<sup>2+</sup>, и являются эндогенными индукторами воспаления [2, 4].

Выявлены генные мутации, ответственные за тяжелое течение атопического дерматита, в гене FLG, кодирующем эпидермальный структурный белок филагрин, обеспечивающий барьерные функции кожи, поддержание оптимального pH и сохранение влаги, в том числе и в слизистой носовой полости, что прямым образом важно для понимания патогенеза АР [1, 6]. Данная аномалия встречается у европейцев и азиатов, в то время

как у африканцев она не обнаружена [9]. Широкомасштабные геномные исследования на европеоидной расе показали, что ассоциированный с атопическим дерматитом ген C11orf30 [6] практически всегда ассоциируется с аллергическим ринитом [15, 19].

Транскриптомика предлагает дополнительный подход к широкомасштабному геномному секвенированию, поскольку РНК отражает более динамичные процессы, которые происходят в данной ткани и лежат в основе патофизиологии. Сравнение профилей РНК секвенирования тканей верхних дыхательных путей у пациентов, страдающих атопической бронхиальной астмой, и здоровых доноров продемонстрировало 46 дифференциально экспрессированных генов, включая SLC26A4, POSTN и BCL2 [7].

Различия в уровне экспрессии 8 генов также наблюдались при исследовании РНК из гладкой мускулатуры астматиков в сравнении со здоровыми пациентами [4]. Профили последовательностей РНК из эпителиальных клеток носовой полости от 10 пациентов с астмой в сравнении с 10 здоровыми донорами показали повышенный уровень экспрессии гена IL13 [11]. Профилирование транскриптома при астме, выполненное на циркулирующих CD19 + В-лимфоцитах периферической крови у пациентов с астмой, страдающих аллергией на домашнюю пыль, показало повышенную экспрессию IL4R на их поверхности по сравнению с контролем, что свидетельствует о влиянии нарушений регуляции транскрипции В-клеточных рецепторов у больных аллергической астмой [9].

Исследование профилей последовательностей РНК биоптатов кожи педиатрических пациентов с атопическим дерматитом в сравнении с образцами здоровых подростков выявило, что 2430 генов дифференцированно экспрессированы (ошибка, P < 0,05); из них 211 были значительно повышены, а 490 — повышены более, чем в 2 раза. При этом экспрессия генов, ответственных за межклеточную кооперацию, была повышена, а экспрессия генов, ответственных за липидные метаболические процессы, была снижена [9, 12].

Микробиом — совокупность микроорганизмов, в том числе бактерий, грибов, вирусов и бактериофагов, населяющих организм человека, имеет исключительное значение для его здоровья, начиная с момента зачатия. Для успешной диагностики, прогнозирования результатов лечения и выявления новых терапевтических средств для лечения АТД и АР, микробиомы и микробные метаболические биомаркеры включаются в исследования системной биологии. В подходах системной медицины используются данные когортных исследований, адаптированные к индивидуальным характеристикам персо-

нального микробиома с целью выбора оптимального способа терапии пациента [11–14, 16].

Термин атопия, лежащий в основе атопического марша, впервые введенный в научную литературу Соса и Сооке в 1923 году, обозначает реакции гиперчувствительности I-опосредованного иммуноглобулина (Ig) типа 1. Атопические заболевания у детей обычно развиваются на поверхностях слизистой оболочки и кожи, поражаются дыхательная и желудочно-кишечная система, демонстрируя высокую степень сопутствующей патологии. Распространенность взаимосвязанных атопических заболеваний, включая атопический дерматит, астму, аллергический ринит и пищевую аллергию, увеличилась в последние десятилетия и в настоящее время затрагивает до 20% населения во всем мире [13].

Процесс, посредством которого несколько атопических заболеваний связаны между собой на протяжении всей жизни, в данном случае «прогрессирование» БА в виде астмы и АР является эпидемиологическим явлением, обычно называемым «атопическим маршем». Термин относится к «прогрессии времени» от АтД к БА, предполагая, что дерматит является «точкой входа» для последующих заболеваний аллергической природы [3, 10].

Однако существуют мнения, что БА не является первичным латентным причинным фактором атопического марша и что последовательность событий не всегда должна быть одинаковой [6]. Belgrave et al. в дополнение к некоторым другим исследователям, поставили под сомнение всю существующую парадигму атопического марша, считая, что он слишком упрощен и требует пересмотра [4, 11]. Они объясняют это тем, что большинство исследований, связанных с атопическим маршем, проводились на основе статистического анализа поперечного статистического сечения по общей популяции, не принимая во внимание неоднородность хронологии развития симптомов. Они выдвинули гипотезу, что дети с АтД, у которых впоследствии развивается БА и АР, могут представлять собой определенный фенотип. Хотя упомянутое в контексте атопического марша, свидетельство АтД, связанного с атопическими особенностями, неясно и недостаточно [8].

Согласно Хиллу и др., атопические заболевания имеют некоторые общие генетические и экологические предрасполагающие факторы, имеют общие иммунные характеристики одного или нескольких аллерген-специфических Th2-ответов и включают фазы эффекторов типа 2, в которых происходят специфические реакции с участием IgE, активация гранулоцитов и другие наследственные факторы, что в будущем даст возможность

для внедрения в практику единой диагностической программы [11]. Большинство исследований причинной природы «прогрессии» направлены на поиск доказательств, подтверждающих предположение, что АтД в раннем детстве способствует развитию БА и АР через системную сенсibilизацию в результате нарушения барьерной функции кожи. Таким образом, гипотеза о том, что основной причиной атопических заболеваний является нарушение целостности эпителиального барьера, неоднократно доказана учёными [2, 5] и используется в качестве диагностического первичного индикатора. Наиболее изученными причинами нарушения эпидермального кожного барьера при АтД, как инициатора атопического марша, является недостаток филагрина (FLG), связанный со снижением церамида и значительной активацией эпидермальных протеаз, что также может быть использовано как один из ключевых диагностических критериев [8].

Биоактивные медиаторы, происходящие из липидов, играют роль в иммунной регуляции, самозащите и поддержании гомеостаза в живых системах [7]. Они оказывают свое биологическое действие путем связывания с рецепторами, связанными с G-белком (GPCR). Различные подтипы рецепторов LT обладают уникальными функциями и паттернами экспрессии. LT-рецепторы BLT1 и BLT2 активируются лейкотриеном B<sub>4</sub> (LTB<sub>4</sub>), тогда как рецепторы CysLT1 и CysLT2 активируются цистеинильными LT (CysLTs) [3]. LTs участвуют в различных воспалительных заболеваниях, включая астму, аллергический ринит (АР), атопический дерматит (AD), аллергический конъюнктивит, ревматоидный артрит, анафилаксию, хроническую обструктивную болезнь легких (COPD), облитерирующий бронхолит после трансплантации легкого и интерстициальные заболевания легких [5].

АР, который клинически характеризуется чиханием, ринореей, зудом носа и застоем, является аллерген-управляемым воспалительным заболеванием слизистой оболочки, которое модулируется IgE, также, как и АтД. Эпидемиологические исследования показывают, что распространенность АР, ассоциированного с АтД продолжает расти. CysLTs повышают проницаемость сосудов, что приводит к заложенности носа, увеличению производства и секреции слизи, ринорее и проникновению воспалительных клеток в ткани. Последние данные свидетельствуют о вовлечении CysLT в патофизиологию АР: CysLT высвобождаются из воспалительных клеток, которые участвуют в АР [6], рецепторы для CysLTs локализованы в ткани носа [18], а уровни CysLT повышаются в жидкости назального лаважа у пациентов с АР [11]. Все больше исследований показывают, что пациенты с АР положительно реагируют на лечение антагонистами рецептора CysLT

АтД, который зачастую сопровождается АР, является наиболее распространенным воспалительным дерматологическим расстройством. Из всех пациентов, пораженных этим заболеванием, до четверти имеют заболевание средней, либо тяжелой степени [8]. Примерно треть пациентов переносят заболевание во взрослую жизнь; таким образом, болезнь становится пожизненной. Глюкокортикоиды долгое время были золотым стандартом лечения, но их использование ограничено доказанными побочными эффектами [10]. Этиопатогенез АтД, как и АР многогранен; однако ключевыми элементами являются нарушение кожного барьера, нарушение регуляции иммунных реакций, иммунологические нарушения и последующее высвобождение медиаторов воспаления [6]. Роль LTs и PGs в развитии АтД была установлена прототипом в исследованиях патогенеза астмы. Как и при БА, и при АР, в коже, пораженной АтД, присутствуют высокие концентрации эйкозаноидов. PGD2 является основным PG, продуцируемым MC; PGE2 и LTB4 также присутствуют в высоких концентрациях, что может с успехом использоваться в ранней диагностике данных заболеваний [15]. Недавние исследования показывают, что LTB4 и CysLT играют важную, но различную роль в патогенезе АтД и АР. LTB4 участвует в рекрутировании нейтрофилов и клеток Th2, и считается, что он играет ключевую роль в патогенезе острого воспаления при АтД. CysLTs, с другой стороны, участвуют в хронических воспалительных характеристиках АтД, включая отложение коллагена, утолщение кожи и фиброз, все из которых типичны для хронического течения [18]. Таким образом, из этого следует, что методы диагностики и лечения, направленные

на LTB4 или CysLT могут быть перспективными для управления АтД и АР [1].

## Вывод

АтД, АР и БА относятся к трем взаимосвязанным заболеваниям не только по своим патоморфологическим основам и механизмам развития. У большей части пациентов они трансформируются друг в друга или сочетаются. Атопический марш является естественным течением развития проявлений атопической наследственности ребенка. Клинически он характеризуется типичной последовательностью развития симптомов атопического заболевания, когда симптомы одной формы становятся более выраженными, тогда как другие идут на убыль. АтД и АР у детей первых лет жизни предшествует развитию БА, формируя так называемый дермо-респираторный синдром. Характерной особенностью данного синдрома является быстрое расширение спектра этиологически значимых аллергенов с формированием поливалентной сенсибилизации организма пищевыми, клещевыми, пыльцевыми, эпидермальными, лекарственными, грибковыми и бактериальными аллергенами, что обуславливает его непрерывно рецидивирующее течение. Широкомасштабные геномные исследования на европеоидной расе показали, что ассоциированный с атопическим дерматитом ген C11orf30 [10] практически всегда ассоциируется с аллергическим ринитом, что даёт возможность говорить о том, что для этих двух заболеваний необходимо использовать общие принципы диагностики и дальнейшей терапии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Anagnostou K. Anaphylaxis in Children: Epidemiology, Risk Factors and Management. *Curr Pediatr Rev.* 2018; 14 (3): 180–186.
2. Czarnobilska E, Obtulowicz K, Wsolek K. Type IV of hypersensitivity and its subtypes. *Prz. Lek.* 2007; 64 (7–8): 506–508.
3. Decker WW, Campbell RL, Manivannan V, Luke A, St Sauver JL, Weaver A, Bellolio MF, Bergstralh EJ, Stead LG, Li JT. The etiology and incidence of anaphylaxis in Rochester, Minnesota: a report from the Rochester Epidemiology Project. *J. Allergy Clin. Immunol.* 2008 Dec; 122 (6): 1161–1165.
4. Demir S, Erdenen F, Gelincik A, Unal D, Olgac M, Coskun R, Colakoglu B, Buyukozturk S. Evaluation of the Potential Risk Factors for Drug-Induced Anaphylaxis in Adult Patients. *Int. Arch. Allergy Immunol.* 2019; 178 (2): 167.
5. D'Ovidio MC, Wirz A, Zennaro D, Massari S, Melis P, Peri VM, Rifaiani C, Riviello MC, Mari A. Biological occupational allergy: Protein microarray for the study of laboratory animal allergy (LAA). *AIMS Public Health.* 2018; 5 (4): 352–365.
6. Elieh Ali Komi D, Bjermer L. Mast Cell-Mediated Orchestration of the Immune Responses in Human Allergic Asthma: Current Insights. *Clin Rev Allergy Immunol.* 2019 Apr; 56 (2): 234–247.
7. Fischer D, Vander Leek TK, Ellis AK, Kim H. Anaphylaxis. *Allergy Asthma Clin Immunol.* 2018; 14 (Suppl 2): 54.
8. Justiz Vaillant AA, Zito PM. StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Jun 18, 2019. Immediate Hypersensitivity Reactions.
9. Klimek L, Wollenberg B, Guntinas-Lichius O, Pfaar O, Koennecke M. [Reasons for the development of allergies in children]. *HNO.* 2019 Feb; 67 (2): 90–97.
10. Le M, Gabrielli S, Clarke A, Eisman H, Morris J, Gravel J, Chan ES, Lim R, O'Keefe A, Shand G, Ben-Shoshan M. Emergency Management of Anaphylaxis Due to an Unknown Trigger: An 8-Year Follow-Up Study in Canada. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2019 Apr; 7 (4): 1166–1173.
11. Lee J, Rodio B, Lavelle J, Lewis MO, English R, Hadley S, Molnar J, Jacobstein C, Cianferoni A, Spergel J, Zielinski L, Tsarouhas N, Brown-Whitehorn T. Improving Anaphylaxis Care: The Impact of a Clinical Pathway. *Pediatrics.* 2018 May; 141 (5).
12. Lieberman P, Camargo CA, Bohle K, Jick H, Miller RL, Sheikh A, Simons FE. Epidemiology of anaphylaxis: findings of the American College of Allergy, Asthma and Immunology Epidemiology of Anaphylaxis Working Group. *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 2006 Nov; 97 (5): 596–602.



13. Mal'tsev DV, Kazmirchuk VE, Tsarik VV. The revised Gell and Coombs classification: a new reading of old truths in the context of immunodeficiencies theory. *Lik. Sprava*. 2012 Jan-Mar; (1–2): 28–44.
14. Motosue MS, Bellolio MF, Van Houten HK, Shah ND, Campbell RL. Risk factors for recurrent anaphylaxis-related emergency department visits in the United States. *Ann. Allergy Asthma Immunol*. 2018 Dec; 121 (6): 717–721.
15. Naz S, Saleem MW, Haider AW. Angioedema; An Unreported Adverse Effect Of Pitavastatin. *J Ayub Med Coll Abbottabad*. 2018 Oct-Dec; 30 (4): 603–604.
16. Sabbah A, Hassoun S, Drouet M, Lauret MG. Dynamic diagnosis of allergy by the sequential measurement of mediators: apropos of a case of food allergy. *Allerg Immunol (Paris)*. 1994 Jan; 26(1): 2–5.
17. Sampson HA. Historical background, definitions and differential diagnosis. *Chem Immunol Allergy*. 2015; 101: 1–7.
18. Schatz M, Sicherer SH, Khan D, Zeiger RS. The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice 2018 Highlights. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2019 Feb; 7(2): 393–411.
19. Tanno LK, Chalmers RJ, Calderon MA, Aymé S, Demoly P, on behalf the Joint Allergy Academies. Reaching multidisciplinary consensus on classification of anaphylaxis for the eleventh revision of the World Health Organization's (WHO) International Classification of Diseases (ICD-11). *Orphanet J Rare Dis*. 2017 Mar 16; 12(1): 53.
20. Vandervoort R. Allergy and Asthma: Anaphylaxis. *FP Essent*. 2018 Sep; 472: 20–24.

© Ловпаче Зарема Нурийденовна (lovpache.zarema@mail.ru), Керимов Марат Борисович (kerimovpulmonologkbr@mail.ru),  
Нальчикова Марина Тембулатовна (nalmt@mail.ru),  
Теувова Алина Аслановна (Teuvova99@mail.ru), Магрелова Лейля Арсеновна (leylya.magrelova@mail.ru).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова

## ОЦЕНКА ИНДЕКСА РОМА В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ОПУХОЛЕЙ ЯИЧНИКА

### ASSESSMENT OF THE ROMA INDEX IN DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF TESTISMS OF THE OVARIES

**E. Logareva  
A. Parsadanyan  
A. Kasparova**

*Summary.* To date, ovarian cancer (RV) remains a very significant problem in oncogynecology and is in fourth place in the structure of malignant tumors in women. Over the past decade, an increase in the incidence rate and detection rate with a slight decrease in mortality from this disease has been noted in the world [1, 2].

Moreover, the problem in the Russian Federation, as well as throughout the world, is far from being resolved. According to official statistics, in 2018, 3762218 patients with neoplastic diseases were registered in territorial oncological institutions of our country, which amounted to 2.6% of the total population of the country. Over the past 10 years, the number of oncological diseases in the Russian Federation has grown by 30.3%. Due to the late diagnosis, mainly due to women with its 3rd and 4th stage, every fifth patient with OW (22%) after diagnosis is living less than a year. In the Khanty-Mansi Autonomous Okrug, despite the younger population, there has also been an increase in cancer. At the same time, the mortality rate during the first year from neoplastic ovarian processes increased and amounted to 26.2% in 2018. When calculating the prognostic index ROMA (risk of malignancy algorithm) in patients with ovarian cancer, the indicator exceeded the upper range at the age of premenopause by 6 times, postmenopause — by 2.4 times. Only in patients with malignant ovarian tumors, regardless of age, the sensitivity of the ROMA index in the study groups was 100%, specificity-93.3% and 100%, prognosticity of diagnosis by the ROMA index-93.8% and 100%, absence of disease-100%, diagnostic efficiency of tumor detection-96.7% and 100% (high). The ROMA index was also the leading factor in detecting borderline ovarian tumors in pre-menopausal patients-OR28 CI 95% (2.82–277.972).

*Keywords:* benign, borderline ovarian tumors, ovarian cancer, tumor markers, menopause, ROMA prognostic index.

**Логарева Евгения Владимировна**

Аспирант, БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет»; БУ ХМАО-Югры «Сургутская окружная клиническая больница», г. Сургут  
logareva@list.ru

**Парсаданян Арарат Микичович**

Д.м.н., профессор, БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет»; БУ ХМАО-Югры «Сургутская окружная клиническая больница», г. Сургут  
doctor\_pars@mail.ru

**Каспарова Анжелика Эдуардовна**

Д.м.н., профессор, БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», г. Сургут  
anzkasparova@yandex.ru

*Аннотация.* До настоящего времени рак яичников остается весьма значимой проблемой в онкогинекологии и находится на четвертом месте в структуре злокачественных опухолей у женщин. В мире за последнее десятилетие отмечают рост заболеваемости, и выявляемости при незначительном снижении ее смертности. По данным официальной статистики в 2018 году в территориальных онкологических учреждениях нашей страны состояли на учете 3762218 пациентов с неопластическими заболеваниями, что составило 2,6% всего населения страны, и рост числа онкологических заболеваний в РФ за 10 лет составил 30,3%. Из-за поздней диагностики каждая пятая больная с РЯ (22%) после установления диагноза проживает менее года. В Ханты-Мансийском автономном округе, несмотря на более молодое население, также отмечен рост онкологических заболеваний. При этом, летальность в течение первого года от неопластических процессов яичника выросла и составила в 2018 году 26,2%. При расчете прогностического индекса ROMA (risk of malignancy algorithm) у пациенток с раком яичника показатель превысил верхний диапазон в возрасте пременопаузы в 6 раз, постменопаузы — в 2,4 раза. Только у пациенток со злокачественными опухолями яичника, вне зависимости от возраста, чувствительность индекса ROMA в группах исследования составила 100%, специфичность — 93,3% и 100%, прогностичность установления диагноза по индексу ROMA — 93,85 и 100%, отсутствия заболевания — 100%, диагностическая эффективность выявления опухоли — 96,7% и 100% (высокая). Индекс ROMA также оказался ведущим фактором выявления пограничной опухоли яичника у пациенток до периода менопаузы — ОШ 28 ДИ 95% (2,82–277,972).

*Ключевые слова:* доброкачественные, пограничные опухоли яичника, рак яичника, опухолевые маркеры, менопауза, прогностический индекс ROMA.

**Д**о настоящего времени рак яичников (РЯ) остается весьма значимой проблемой в онкогинекологии и находится на четвертом месте в структуре злокачественных опухолей у женщин. В мире за последнее десятилетие отмечают рост заболеваемости, и выявляемости при незначительном снижении смертности от данного заболевания [1][2].

При этом проблема в РФ, как и во всем мире, далека от разрешения. По данным официальной статистики в 2018 году в территориальных онкологических учреждениях нашей страны состояли на учете 3762218 пациентов с неопластическими заболеваниями, что составило 2,6% всего населения страны. За последние 10 лет рост числа онкологических заболеваний в РФ составил 30,3%

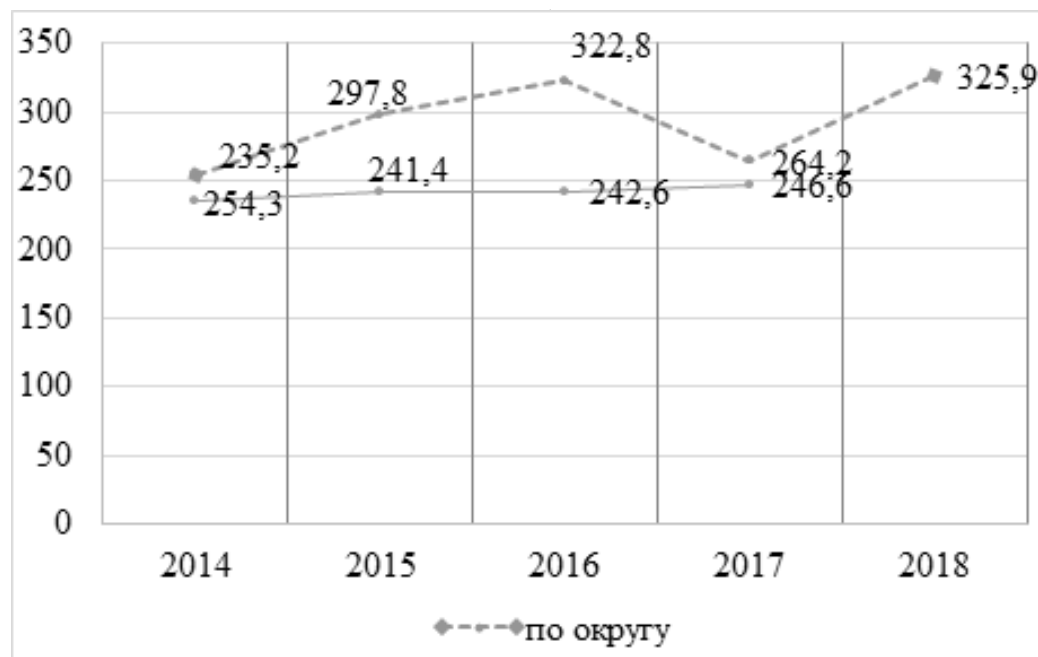


Рис. 1. «Стандартизированный» показатель заболеваемости населения ХМАО-Югры злокачественными новообразованиями в динамике за 5 лет в сравнении с данными РФ (на 100 тыс. населения) [4].

[3]. По данным Федерального ракового регистра России, ежегодно в нашей стране РЯ диагностируется более чем у 12 тысяч женщин. Больные с 1-й стадией заболевания имеют 5-летний уровень выживаемости — 80–90%, тогда как с 3–4-й стадиями болезни — 10–20%. Из-за поздней диагностики, преимущественно за счет женщин, имеющих его 3 и 4 стадию, каждая пятая больная с РЯ (22%) после установления диагноза проживает менее года [3] [4][5].

В Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО), несмотря на более молодое население, также отмечен рост как «грубого», так и «стандартизированного» показателя онкологических заболеваний (рис. 1). На рост показателя онкологических заболеваний в ХМАО-Югре, по-видимому, среди других факторов этиологии опухолевого процесса, влияют негативные климатические условия проживания. Общеизвестно, что длительное проживание в условиях Субарктического региона способствует развитию гормональных нарушений, формированию скрытой патологии органов иммуногенеза, метаболических нарушений, росту числа соматических заболеваний, а также увеличению числа женщин с нарушениями менструальной и репродуктивной функции [6] [7].

При этом считается доказанным, что на фоне экзогенных и эндогенных причин накапливаются эпигенетические поломки, которые могут влиять на индукцию опухоли за счет активации метилирования [5][8]. На фоне

различных гормональных изменений возникают особые метаболиты, которые являются определенной базой развития гиперпластических процессов органов репродуктивной системы, злокачественных опухолей различных локализаций, в том числе органов репродуктивной системы [5][8]. В 2018 году в Ханты-Мансийском автономном округе — Югре проживало 844 102 женщин. Средний возраст женщин, с впервые выявленными злокачественными новообразованиями всех локализаций, составил 58,15 года.

При анализе «стандартизированного показателя» заболеваемости злокачественными новообразованиями его динамика остается неутешительной. За последние 5 лет отмечается рост «стандартизированного показателя» заболеваемости на 36,8%, и по основным неопластическим заболеваниям в расчете на 100 тыс. населения его уровень превышает показатели РФ [4].

Не является исключением и увеличение уровня онкологических заболеваний женской репродуктивной системы как его «грубого», так и «стандартизованного» показателя (табл. 1).

Остается тревожной ситуация с ростом запущенных случаев рака молочной железы, шейки матки, тела матки. Число (на 100 тыс. женского населения) запущенных случаев рака яичника в 2018 году снизилось, хотя в предыдущие годы данный показатель имел стабильно высокий уровень (табл. 2).

Таблица 1. Заболеваемость женского населения некоторыми онкологическими заболеваниями репродуктивной системы в целом в ХМАО в 2014–2018 гг. («грубый» и «стандартизированный» показатели) [4]

Локализация	Код МКБ 10	Годы					РФ (2017 г.)
		2014	2015	2016	2017	2018	
Молочная железа	C50	65,6/ 53,67	61,1/ 52,66	66,5/ 63,51	69,8/ 54,97	74,7/ 33,0	89,60/ 51,95
Шейка матки	C53	14,7/ 11,28	21,8/ 17,47	21,4/ 18,49	20,3/ 11,10	19,8/ 14,7	22,33/ 15,76
Тело матки	C54	16,7/ 14,99	8,9/ 16,58	10,5/ 21,32	21,2/ 9,93	19,3/ 14,3	33,11/ 18,35
Яичники	C56	11,6/ 9,69	11,7/ 9,48	10,7/ 9,73	10,8/ 8,23	14,3/ 12,5	18,50/ 11,40

Таблица 2. Удельный вес запущенных случаев некоторых онкологических заболеваний (4 стадия) женской репродуктивной сферы в ХМАО в 2014–2018 гг. [4]

Локализация	Код МКБ 10	Годы					РФ (2018 г.)
		2014	2015	2016	2017	2018	
Молочная железа	C50	7,2	6,1	6,2	5,6	8,6	7,8
Шейка матки	C53	8,7	10,1	13,1	12,4	10,8	9,8
Тело матки	C54	6,8	8,3	9,5	6,7	10,5	5,9
Яичники	C56	22,0	31,5	22,9	26,4	18,9	20,0

Таблица 3. Летальность больных в течение первого года с момента установления диагноза злокачественного новообразования женской репродуктивной системы в ХМАО в 2014–2018 гг. (абс.,%) [4]

Локализация	Код МКБ 10	Годы					РФ (2018 г.)
		2014	2015	2016	2017	2018	
Молочная железа	C50	28 (6)	23 (4,5)	22 (4,5)	21 (4)	15 (2,7)	5,8
Шейка матки	C53	19 (15,4)	11 (9,9)	23 (13,0)	21 (12,3)	19 (11,4)	13,8
Тело матки	C54	9 (6,4)	11 (8,9)	15 (10,8)	15 (9,3)	16 (9,4)	8,9
Яичники	C56	19 (20,9)	16 (18,8)	16 (17,6)	21 (26,3)	22 (26,2)	21,3

Летальность этого контингента больных в течение первого года с момента выявления злокачественного заболевания, кроме пациентов с раком молочной железы, не имеет тенденции к снижению (табл. 3).

Остается высоким удельный вес запущенных случаев рака яичника — этот показатель за последние 5 лет вырос на 12,2% и составил в 2018 г. 18,9% с некоторым снижением по отношению к 2017 году. При этом, летальность в течение первого года от неопластических процессов яичника выросла и составила в округе — Югре 26,2%. Суммарное количество женщин с РЯ за последние 10 лет составило 963 женщины, умерло всего 511 женщин из состоящих на «Д» учете онколога. В структуре умерших женщин данного контингента больных, удельный вес РЯ не имеет тенденцию к улучшению и стоит на первом месте у онкогинекологических больных [4].

Возрастающий уровень заболеваемости РЯ, сложности своевременной диагностики, связанные с отсутствием специфических симптомов, характерных для определения пограничных опухолей яичника и начальных стадий неопластического процесса, а также неудовлетворительные исходы медикаментозного и хирургического лечения, особенно распространенных стадий, обуславливают поиск новых адекватных подходов в диагностике злокачественных опухолей на доклинических этапах развития онкопроцесса [2][9][10].

На сегодняшний день известен ряд чувствительных серологических (сывороточных) опухолюассоциированных маркеров (ОМ), особо значимых при обследовании пациенток с подозрением на неопластический процесс. В эту группу входят неспецифические Раковый Антиген (Cancer Antigen 125 (CA125)), Человеческий Эпидермальный Белок-4 (Human Epididymis Protein-4 (HE-4))

и некоторые другие онкомаркеры [8][11]. Однако для диагностики пограничных опухолей (пограничной патологии с благоприятными исходами при своевременной диагностике и хирургическом лечении) и РЯ на ранней стадии, нет онкомаркёра со 100% чувствительностью и специфичностью.

Для решения данной проблемы во врачебной практике предложено применение двух онкомаркеров — CA125, HE4 и комплексный показатель — Риск Овариальной Малигнизации Алгоритм (Risk of Ovarian Malignancy Algorithm (индекс ROMA)), определяемый по результатам обследования на онкомаркеры CA125 и HE-4 с учетом менопаузального статуса пациентки, что позволяет стратифицировать пациенток на группы с высоким и низким риском развития рака яичников в пре- и постменопаузальном периоде. Индекс ROMA-1 в пременопаузе более 12,9% указывает на высокий риск обнаружения рака, менее 12,9% — на низкий риск. В постменопаузе более высокий риск обнаружения рака яичников при определении индекса ROMA-2 составляет более 24,7%, менее 24,7% — низкий риск. Но, до настоящего времени, не найдено обнадеживающих результатов диагностики пограничных опухолей яичника, а количество исследований, посвященных значимости сочетанного применения CA125, HE4 и индекса ROMA в качестве инструмента раннего выявления пациенток с РЯ, пока недостаточно [8][12]. В связи с тем, что ситуация у женщин со своевременным выявлением и лечением злокачественного поражения яичника не улучшается, а удельный вес запущенных случаев РЯ и одногодичной летальности остается высоким, проведена оценка эффективности определения опухолевых маркеров CA125 и HE-4 и индекса ROMA у пациенток с опухолевыми процессами яичника. С этой целью были подробно проанализированы результаты обследования и лечения пациенток с доброкачественными, пограничными опухолями и раком яичника в репродуктивный период и во время менопаузы.

**Цель** — оценить показатели индекса ROMA в дифференциальной диагностике доброкачественных, пограничных и злокачественных опухолей яичника.

### Материал и методы

Проведено обсервационное аналитическое когортное ретроспективное исследование 746 историй/пациентов за период 10 лет до конца 2018 года с доброкачественными, пограничными и злокачественными опухолями яичника у женщин, которым была оказана специализированная помощь в онкологическом отделении БУ «Сургутская окружная клиническая больница». Методом случайной выборки с использованием таблицы генератора случайных чисел из них были отобраны

и проанализированы 90 историй болезни с разделением на группы по 30 историй: с доброкачественными — I группа; пограничными — II группа; злокачественными опухолями — III группа. С учетом менопаузы в каждой группе выделены 2 подгруппы женщин — до менопаузы (IA, IIA, IIIA) и после менопаузы (IB, IIB, IIIB).

Критериями включения в исследование были истории болезней пациенток с опухолями яичника различной гистологической структуры с доброкачественным, пограничным и злокачественным процессом до менопаузы и после ее наступления в течение 1 года, или перенесших гистерэктомию после 50 лет.

Критериями исключения были истории болезни пациенток с наличием опухолей других локализаций, опухолевидных процессов, а также опухолей яичника в период беременности.

Разрешение на проведение исследования и публикацию одобрено комитетом по этике БУ «Сургутский государственный университет» и администрацией больницы.

На основании анализа показателей (параметров онкомаркеров, менопаузальный статус) проведен расчет индекса малигнизации — ROMA (risk of malignancy algorithm), а также определена его чувствительность, специфичность и прогностическая значимость.

В историях болезни имелись данные о возрасте женщины, медико-биологических факторах риска, в том числе данные онкоанамнеза, характера менструальной и репродуктивной функции, соматических и гинекологических заболеваний. Во всех случаях в исследовании были проанализированы данные уровня онкомаркеров CA125 (углеводный антиген 125), HE-4 (человеческий эпидермальный протеин).

Расчет индекса малигнизации проведен по формуле:

$$\text{ROMA (\%)} = \exp(\text{ПИ}) / [1 + \exp(\text{ПИ})] \times 100$$

Для расчета ПИ были использованы формулы с учетом менопаузы:

$$\text{ПИ} = -12,0 + 2,38 \times \text{LN}(\text{HE4}) + 0,0626 \times \text{LN}(\text{CA125})$$

в пременопаузе;

$$\text{ПИ} = -8,09 + 1,04 \times \text{LN}(\text{HE4}) + 0,732 \times \text{LN}(\text{CA125})$$

в постменопаузе.

Показатель ROMA рассчитывали с помощью калькулятора [http://romatools.he4test.com/calculator\\_row\\_en.html](http://romatools.he4test.com/calculator_row_en.html). Прогностический уровень индекса ROMA в пре-

Таблица 4. Уровень онкомаркера СА125 (IU/ml) у пациенток с опухолевыми процессами яичника

Группы/ подгруппы, показатель	Доброкачественные опухоли яичника (I гр) n = 30		Пограничные опухоли яичника (II гр) n = 30		Злокачественные опухоли (III гр) n = 30	
	IA, n = 15	IB, n = 15	IIA, n = 15	IIB, n = 15	IIIA, n = 15	IIIB, n = 15
Median (Q1–Q3)	29 (21,7–38,7)	16 (12,3–25,5)	28 (10,7–91,2)	75 (16,3–125)	251 (24–352)	398 (78–687,4)
	Статистическая значимость достигнута в подгруппах IA и IIIA p = 0,0202; IIA и IIIA p = 0,0000034, IB и IIB p = 0,0066; IB и IIIB p = 0,000004					

*Примечание:* подгруппы IA, IIA, IIIA — до менопаузы; IB, IIB, IIIB — в постменопаузе

менопаузе принимался равным или более 7,39%, в постменопаузе — 25,29% [5].

Всем пациенткам групп было проведено хирургическое лечение различного объема, и опухоль яичника была верифицирована гистологическим исследованием.

Так как полученная совокупность величин не подчинялась закону нормального распределения, статистический анализ проведен с использованием методов непараметрической статистики. Проведен расчет медианы (Me) и процентильного интервала (Q25–Q75). Для сравнения групп и исследования связей двух независимых выборок использовали тест Манна — Уитни. Оценка качественных показателей проведена с использованием углового преобразования Фишера (φ). Статистически значимыми показателями считались p < 0,05. Для поиска предикторов развития опухолей яичника по индексу ROMA у женщин в пре- и постменопаузе рассчитаны интенсивные относительные статистические показатели: чувствительность (Se), специфичность (Sp), прогностическая значимость положительных (PVP) и отрицательных (PVN) результатов, диагностическая эффективность (ДЭ). Данный расчет проведен с применением интегрального калькулятора с программным логарифмированием. Для определения ведущих факторов развития рака яичника применялся метод оценки шансов (ОШ) с доверительным интервалом (ДИ) 95%.

Исследование не имело спонсорской поддержки.

### Результаты и их обсуждение

Длительность проживания в субарктическом регионе Ханты-Мансийского автономного округа — Югры у женщин с опухолями яичника составила от 19 до 40 лет и имела статистическую значимость повышения возраста у пациенток с РЯ (p = 0,0044) по отношению к другим группам исследования.

На период выявления опухоли яичника возраст женщин составил: с доброкачественными опухолями — 39

(26–45) и 57 (54–59) лет; с ПО — 36 (27–44) лет и 53 (51–64) года; с РЯ — 46 (40–49) и 56 (55–60) лет, что подтверждает концепцию увеличения риска неопластического процесса на фоне увеличения возраста, неэффективной функции органов иммуногенеза и накопления эпигенетических нарушений. Статистическая разница в сторону увеличения возраста была значима в группах IA и IIIA (p = 0,0437), IIA и IIIA (p = 0,0141). Не имели статистически значимых различий начало менструальной функции (12–15 лет), половой жизни (19–20 лет), наличие беременностей (53,33–93,33%).

Исследованием было подтверждено влияние курения на развитие РЯ как в группе перед менопаузой, так и в группе в постменопаузе, 4 из 10 женщин в группе с РЯ имели никотиновую зависимость (в группе с РЯ в постменопаузе p < 0,01; φ крит. = 3,7504).

При изучении уровня онкомаркера СА125 у пациенток с доброкачественными, пограничными и злокачественными опухолями яичника (табл. 4) получены следующие результаты.

Показатель онкомаркера СА125 был повышен в группах с пограничными опухолями яичника в постменопаузе и у женщин с РЯ всех возрастов. Однако в пременопаузе при наличии РЯ по отношению к женщинам с доброкачественными и пограничными опухолями уровень СА125 был повышен в 8,65 (p = 0,0202) и 8,96 раз (p = 0,0000034), а в постменопаузе — в 24,8 раза (p = 0,000068) и в 5,3 (p = 0,000004) раза. При оценке онкомаркера СА125 в группах IIA и IA, IIB и IB как в период пременопаузы, так и после менопаузы ОШ наличия пограничного поражения яичника составила 1,75 ДИ 95% (0,4–7,664) и 28 ДИ 95% (2,82–277,972).

Показатель онкомаркера HE-4 также был повышен в группах с пограничными опухолями яичника в постменопаузе и у женщин с РЯ всех возрастов. Однако разница в показателях была менее выражена — в пременопаузе при наличии РЯ по отношению к женщинам с доброкаче-

Таблица 5. Уровень онкомаркера HE-4 (пмоль/л) у пациенток с опухолевыми процессами яичника

Группы/ подгруппы, показатель	Доброкачественные опухоли яичника (I гр) n = 30		Пограничные опухоли яичника (II гр) n = 30		Злокачественные опухоли (III гр) n = 30	
	IA, n = 15	IB, n = 15	IIA, n = 15	IIB, n = 15	IIIA, n = 15	IIIB, n = 15
Median (Q1-Q3)	22 (11,6-31)	32 (25,7-40,9)	60 (45,2-89)	73 (46,3-121,1)	126 (72,1-850)	143 (72,4-1234)
Статистическая значимость достигнута во всех подгруппах исследования IA и IIA p=0,000016; IA и IIIA p=0,000007; IIA и IIIA p=0,0265; IB и IIB p=0,000097; IB и IIIB p=0,000005; IIB и IIIB p=0,0101						

Примечание: подгруппы IA, IIA, IIIA — до менопаузы; IB, IIB, IIIB — в постменопаузе

Таблица 6. Показатели прогностического индекса ROMA у пациенток с доброкачественными, пограничными и злокачественными опухолями яичника

Группы/ Показатель	Доброкачественные опухоли яичника n=30		Пограничные опухоли яичника n=30		Злокачественные опухоли яич- ника n=30	
	IA, n=15	IB, n=15	IIA, n=15	IIB, n=15	IIIA, n=15	IIIB, n=15
	1	2	3	4	5	6
Индекс ROMA	Median (Q1-Q3) 1,17 (0,26-2,52)	Median (Q1-Q3) 8,96 (5,16-11,3)	Median (Q1-Q3) 11,39 (6,58-23,12)	Median (Q1-Q3) 34,88 (21,14-52,36)	Median (Q1-Q3) 44,33 (15,28-98,79)	Median (Q1-Q3) 91,65 (50,23-97,63)
Статистическая значимость достигнута между всеми подгруппами: IA и IIA p=0,000019; IA и IIIA p=0,000007; IIA и IIIA p=0,01434; IB и IIB p=0,000026; IB и IIIB p=0,000016; IIB и IIIB p=0,0025						
Пациенты с низким риском эпителиального рака яичника (%)	14 (93%)	15 (100%)	5 (33%)	5 (33%)	2 (13%)	1 (7%)
Пациенты с высоким риском эпителиального рака яичника (%)	1 (7%)	0 (0%)	10 (67%)	10 (67%)	13 (87%)	14 (93%)
Статистическая значимость достигнута пациентов с высоким риском РЯ по критерию Фишера в подгруппах: IA и IIA: при p<0,01; φ крит = 3,4228; IB и IIB: при p<0,01; φ крит = 5,2325; IIA и IIIA: при p<0,01; φ крит = 5,1258; IIB и IIIB: при p<0,01; φ крит = 7,1732						

Примечание: подгруппы IA, IIA, IIIA — до менопаузы; IB, IIB, IIIB в постменопаузе

ственными и пограничными опухолями уровень HE-4 был повышен в 5,7 (p = 0,0000007) и в 2,1 раз (0,0265), а в постменопаузе — в 4,5 раза (p = 0,000005) и в 2,0 (p = 0,0101) раз (табл. 5). В группах IIIB и IIB в постменопаузе при оценке онкомаркера HE-4 ОШ злокачественного поражения яичника составила 42,25 ДИ 95% (5,146–346,881).

В исследовании на заключительном этапе у пациенток с опухолевыми процессами яичника был проведен расчет показателя индекса малигнизации (ROMA) (табл. 6).

Прогностический индекс малигнизации ROMA превысил пороговый уровень (равен и более 7,39 и 25,29) только в группе женщин со злокачественными новообразованиями яичника как в период пременопаузы, так

и в период постменопаузы. В группе женщин в пременопаузе с злокачественными опухолями яичника показатель индекса ROMA был статистически значимо выше (p=0,000007; p=0,01434) и в 9,7 и 37,9 по отношению к пациенткам с доброкачественными и пограничными; в постменопаузе ситуация менее показательна — у женщин с РЯ средний показатель индекса был статистически значимо выше (p=0,000016; p=0,0025) в 4,9 и 10,2 раза превышал параметры групп с доброкачественными и пограничными опухолями. При этом пороговый уровень у женщин в возрасте пременопаузы в случаях с РЯ превысил допустимый верхний диапазон в 6 раз, в постменопаузе — в 2,4 раза.

При анализе прогностической эффективности выявления РЯ в группе с пограничными и злокачественными

Таблица 7. Прогностическая ценность балльной оценки вероятности развития злокачественных опухолей яичника в пре- и постменопаузе

Индекс	Злокачественная опухоль установлена	Злокачественная опухоль не установлена	Прогностичность результатов
Исследование в пременопаузе	Группа IIIA, n = 15	Группа IA, n = 15	
Индекс ROMA (%) $\geq 7,39$	15	1	PVP=93,8%
Индекс ROMA (%) $< 7,39$	0	14	PVN=100%
Операционные характеристики	Se=100%	Sp=93,3%	ДЭ=96,7%
Исследование в постменопаузе	Группа IIIB, n = 15	Группа IB, n = 15	
Индекс ROMA (%) $\geq 25,29$	15	0	PVP=100%
Индекс ROMA (%) $< 25,29$	0	15	PVN=100%
Операционные характеристики	Se=100%	Sp=100%	ДЭ=100%

*Примечание:* Se — диагностическая чувствительность; Sp — диагностическая специфичность; PVP — прогностичность установления диагноза; PVN — прогностичность отсутствия заболевания, DE — диагностическая эффективность.

опухолями в пре- и постменопаузе по показателям диагностической чувствительности (Se); диагностической специфичности (Sp); прогностичности установления диагноза (PVP); прогностичности отсутствия заболевания (PVN), диагностической эффективности (DE) получены следующие результаты.

Несмотря на то, что по отношению к доброкачественным опухолям яичника в группах пациенток с пограничными опухолями яичника как в пре-, так и в постменопаузе отмечено снижение числа пациенток с низким риском эпителиального рака в 2,8 и 3,0 раза, чувствительность расчета индекса ROMA была низкой (66,7%), специфичность составила 93,3%, прогностичность установления диагноза — 90,9%, прогностичность отсутствия заболевания — 73,3%, диагностическая эффективность выявления опухоли — 80% (низкая). В постменопаузе, несмотря на увеличение специфичности до 100%, прогностичности установления диагноза до 100%, прогностичность отсутствия заболевания составила 68,2%, чувствительность — 66,7%, при низкой диагностической эффективности выявления опухоли — 83,3%. Индекс ROMA при ОШ с ДИ 95%, в подгруппах IA и IIA составил — ОШ 28 ДИ 95% (2,82–277,972) и оказался ведущим фактором выявления пограничной опухоли яичника у пациенток до периода менопаузы.

Аналогичные результаты получены и в группе группах пациенток с пограничными опухолями по отношению расчета прогноза злокачественных опухолей яичника как у молодых женщин, так и в постменопаузе — отмечено дальнейшее снижение числа пациенток с низким риском эпителиального рака до 13% и 7%, в обеих

группах чувствительность расчета индекса ROMA была максимальной (100%), однако специфичность была низкой (33,3%), прогностичность установления диагноза составила всего 60,0%, прогностичность отсутствия заболевания повысилась до 100%, однако диагностическая эффективность выявления опухоли — 66,7% (низкая). ОШ при ДИ 95% для индекса ROMA как и для других групп исследования был невозможен в связи с нулевой цифрой в знаменателе.

Наиболее точную картину вероятности развития злокачественной опухоли яичника показали оценка по отношению к доброкачественным опухолям с очень низким риском раком яичника как в пре-, так и в постменопаузе (табл. 7).

У пациенток со злокачественными опухолями яичника, вне зависимости от возраста, чувствительность индекса ROMA в группах исследования составила 100%, специфичность — 93,3% и 100%, прогностичность установления диагноза по индексу ROMA — 93,8 5 и 100%, отсутствия заболевания — 100%, диагностическая эффективность выявления опухоли — 96,7% и 100% (высокая).

### Заключение

1. Оценка результатов стратификации риска рака яичника является важным информативным методом выявления неопластической патологии яичника. При расчете прогностического индекса ROMA он превысил пороговый уровень (равен и более 7,39 и 25,29) только в группе женщин со злокачественными новообразованиями



яичника как у молодых ( $p=0,000007$ ;  $p=0,01434$ ), так и у женщин в постменопаузе ( $p=0,000016$ ;  $p=0,0025$ ). При этом пороговый уровень у женщин в возрасте пременопаузы в случаях с РЯ превысил допустимый верхний диапазон в 6 раз, в постменопаузе — в 2,4 раза.

- Расчет чувствительности и специфичности показателя индекса ROMA, может быть использован при подозрении на рак яичника у женщин всех возрастных групп. Только у пациенток со злокачественными опухолями яичника, вне зависи-

мости от возраста, чувствительность индекса ROMA в группах исследования составила 100%, специфичность — 93,3% и 100%, прогностичность установления диагноза по индексу ROMA — 93,85 и 100%, отсутствия заболевания — 100%, диагностическая эффективность выявления опухоли — 96,7% и 100% (высокая).

- Индекс ROMA оказался ведущим фактором выявления пограничной опухоли яичника у пациенток до периода менопаузы — ОШ 28 ДИ 95% (2,82–277,972).

## ЛИТЕРАТУРА

- Аксель Е. М. Статистика злокачественных новообразований женской половой сферы // Онкогинекология. 2012. № 1. С. 18–22
- Логарева Е. В., Каспарова А. Э., Парсаданян А. М. Оценка индекса малигнизации RMI в дифференциальной диагностике пограничных и злокачественных опухолей яичника // Вестник СурГУ. Медицина. 2019. № 4. С. 51–59.
- Федеральная служба государственной статистики // Официальная статистика / Население / Демография. 2018. [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/) (дата обращения 27.05.2019).
- Состояние онкологической помощи населению Ханты-Мансийского автономного округа — Югры в 2018 году (по данным годовых статистических отчетов, представленных учреждениями здравоохранения Ханты-Мансийского автономного округа — Югры). Ханты-Мансийск, 2019. 110 с.
- Диагностика и лечение доброкачественных новообразований яичника с позиций профилактики рака: клинич. рек. (протокол лечения). М., 2018. 52 с.
- Суханов, С. Г. и др. Избранные вопросы экологической морфологии и физиологии человека (Репродуктивная система и состояние триады «мать-плацента-плод»): монография / С. Г. Суханов, Н. А. Конкиева, М. Н. Аликберова. Архангельск: Изд-во Северного (Арктического) федерального университета имени М. В. Ломоносова, 2014. — 173 с.
- Клиническая онкология. Избранные лекции: учебное пособие. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. — 496 с.: ил. <http://www.studentlibrary.ru/books/ISBN9785970428672.html>
- Жордания К.И., Хохлова С. В. Ранний рак яичников. Наш взгляд на проблему // Онкогинекология. 2012. № 1. С. 51–58.
- Герфанова Е.В., Ашрафян Л. А., Антонова И. Б., Алешикова О. И., Ивашина С. В. Скрининг рака яичников: реальность и перспективы. Обзор литературы // Гинекология. 2015. № 1. С. 69–75.
- Kobayashi E., Ueda Y., Matsuzaki S., Yokoyama T., Biomarkers for screening, diagnosis, and monitoring of ovarian cancer // Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. 2012. Vol. 21, N11. P. 1902–1912.
- Клинико-лабораторная концепция исследования серологических опухолеассоциированных маркеров и некоторых гормонов у онкологических больных. М.: «МНИОИ им. П. А. Герцена» — филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, 2016. 10 с.
- Jacobs I.J., Menon U., Ryan A., Ovarian cancer screening and mortality in the UK Collaborative Trial of Ovarian Cancer Screening (UKCTOCS): a randomised controlled trial // Lancet. 2016. Vol. 387(10022). P. 945–956

© Логарева Евгения Владимировна (logareva@list.ru),

Парсаданян Арарат Микичович (doctor\_pars@mail.ru), Каспарова Анжелика Эдуардовна (anzkasparova@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# АКРОМЕГАЛИЯ И БЕРЕМЕННОСТЬ: ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ СПОНТАННОЙ БЕРЕМЕННОСТИ У ПАЦИЕНТКИ С АКРОМЕГАЛИЕЙ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ НА ФОНЕ ВВЕДЕНИЯ ОКТРЕОТИДА ДЕПО

## ACROMEGALY AND PREGNANCY: DESCRIPTION OF A CLINICAL CASE OF SPONTANEOUS PREGNANCY IN A PATIENT WITH ACROMEGALY AFTER SURGICAL TREATMENT WITH OCTREOTIDE DEPOT

**E. Nikonova**  
**B. Turmuhambetova**  
**L. Kozlova**  
**O. Ilyukhina**

*Summary.* The article provides brief information about the features of acromegaly and pregnancy, describes the result of clinical observation of spontaneous pregnancy in a patient with acromegaly after a transsphenoidal adenomectomy with the introduction of octreotide depot.

*Keywords:* acromegaly, pregnancy, surgical treatment, OK-treotide depot.

**Никонова Елена Николаевна**

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет»  
Минздрава России, Оренбург  
elenanikon68@mail.ru

**Турмухамбетова Балслу Турмурадовна**

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет»  
Минздрава России, Оренбург  
tr2009@rambler.ru

**Козлова Лилия Константиновна**

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет»  
Минздрава России, Оренбург  
lilikon@list.ru

**Илюхина Ольга Борисовна**

Главный эндокринолог, Министерство здравоохранения Оренбургской области; заведующая эндокринологическим отделением, ГАУЗ Оренбургская областная клиническая больница № 2, Оренбург  
job9@mail.ru

*Аннотация.* В статье представлена краткая информация об особенностях сочетания акромегалии и беременности, описан результат клинического наблюдения спонтанной беременности у пациентки с акромегалией после трансфеноидальной аденомэктомии на фоне введения октреотида депо.

*Ключевые слова:* акромегалия, беременность, хирургическое лечение, октреотид депо.

### Актуальность

**А**кромегалия (код МКБ — E22.0) — это тяжелое нейроэндокринное заболевание, обусловленное хронической гиперпродукцией гормона роста (соматотропина, СТГ) у лиц с законченным физиологическим ростом и характеризующееся патологическим диспропорциональным периостальным ростом костей, хрящей, мягких тканей, внутренних органов, а также нарушением морфофункционального состояния сердечно-сосудистой, легочной системы, периферических эндокринных желез, различных видов метаболизма. Чаще всего акромегалией заболевают между 20 и 40 годами, но иногда наблюдается ее возникновение и в возрасте старше 50 лет (1).

Распространенность. Точную цифру распространенности акромегалии и соматотропином трудно указать в связи с тем, что время от появления первых признаков акромегалии до установления точного диагноза колеблется от 5 до 15 лет. Тем не менее, в 80–90-е годы прошлого века распространенность акромегалии оценивалась как 40–60 случаев на 1 млн. человек. По предварительным расчетам пока неполной Российской базы пациентов с акромегалией это заболевание встречается с частотой 30 случаев на 1 млн. жителей России (2). Акромегалия встречается во всех возрастных группах, в том числе у женщин детородного возраста. Вполне вероятно встретить в клинической практике среди женской популяции возникновение беременности на фоне акромегалии.

В течение нормальной беременности изменяются процессы физиологической секреции СТГ. Гипофизарная секреция гормона роста преобладает во время первого триместра, тогда как для последующих триместров характерно преобладание в циркулирующей крови плацентарного гормона роста. Повышение уровня плацентарного гормона роста является причиной соответствующего повышения уровня инсулиноподобного остового фактора-1 (ИРФ-1), что характерно для нормальной беременности. Таким образом, подъем уровня ИРФ-1 в сыворотке крови во время беременности не зависит от функционального состояния гипофиза (2).

У беременных женщин, больных акромегалией, гиперсекреция СТГ аденомой гипофиза остается автономной. Уровни гормона роста сохраняются повышенными и значимо не меняются в течение всей беременности. Уровни ИРФ-1 также сохраняются повышенными в течение всей беременности при акромегалии. Поскольку, как было сказано выше, уровни ИРФ-1 повышаются во время беременности и в норме, этот показатель не используется для мониторинга активности акромегалии во время беременности. Обычно уровни ИРФ-1 не возрастают более чем на 25–50% от исходных показателей (1, 3).

Фертильность у пациенток с акромегалией обычно нарушается в результате следующего: гипопитуитаризм и снижение резерва гонадотропина, либо из-за разрушения гонадотропных клеток, либо из-за сдавления гонадотропных клеток и ножки гипофиза, что приводит к дисфункции гипоталамо-гипофизарной оси; сочетанная секреция пролактина и гормона роста смешанной аденомой; или повышенная секреция СТГ/ИРФ-1, сенсибилизирующая яичники к стимулирующему влиянию гонадотропинов (4, 5).

Наличие акромегалии приводит к нарушению фертильности, у большинства пациенток беременность все же наступает и протекает без существенных осложнений (6). Женщины репродуктивного возраста, страдающие акромегалией, зачастую заинтересованы в наступлении беременности и рождении здорового ребенка.

В настоящее время описаны около 150 случаев беременности у пациенток с акромегалией: до установления диагноза, в активной фазе заболевания до и во время лечения, после оперативного или лучевого лечения, во время лечения агонистами дофамина и аналогами соматостатина (в том числе после нерадикальной аденомэктомии) (6–17).

В рекомендациях по ведению пациентов с акромегалией указывается, что влияние беременности на прогрессирование и рост аденомы в большинстве случаев незначительное. В 80% случаев размеры опухоли оста-

ются стабильными, в 8% — даже уменьшаются. В общем, риск увеличения опухоли составляет менее 2% при микроаденомах и менее 15% при макроаденомах (18). Так, в более раннем исследовании P. Capon и соавт. было показано, что из 27 наблюдаемых ими женщин у 23 (85%) женщин отрицательной динамики размеров опухоли гипофиза выявлено не было (19). Однако в дальнейшем крупное ретроспективном рандомизированном исследовании, проведенном P. Capon и соавт. (59 случаев беременности у 46 женщин с соматотропиномой гипофиза), увеличение размеров опухоли на фоне беременности развивается в 7% случаев (14).

Проведение мониторинга состояния полей зрения на протяжении всей беременности с интервалами в 3 мес. необходимо с учетом риска увеличения размеров аденомы во время беременности, особенно у женщин с макроаденомами.

Акромегалия может потенциально повлиять на плод; однако есть ограниченные данные, подтверждающие это, так как в большинстве исследований родились нормальные, здоровые младенцы, специфических пороков развития у новорожденных от матерей с акромегалией не выявлено (8, 14, 15, 20, 21). В тоже время известно, что заболевание может быть связано с невынашиванием беременности, преждевременными родами, аномальным весом при рождении и задержкой роста (12).

Имеются ограниченные данные относительно медикаментозного лечения акромегалии во время беременности (6, 7, 12, 14, 22–24). Анализ данных статей и публикаций, посвященных данной проблематике, позволяет сделать заключение, что наиболее оптимальным методом ведения беременности при акромегалии представляется стабилизация состояния женщины до наступления беременности с последующей наблюдательной тактикой.

В исследовании, проведенном S. Cheng и соавт. из Оксфордского университета (6), были получены данные, что СТГ-супрессивная медикаментозная терапия должна быть прекращена при подтверждении беременности, так как в большинстве случаев прогрессирование опухоли во время беременности отсутствует, а продолжение терапии соматостатиновыми аналогами может стать причиной преждевременных родов или рождения детей с низкой массой тела. Поскольку и бромокриптин, и каберголин могут проникать через плаценту, было рекомендовано ограничить их использование во время беременности (22).

Сообщалось, что октреотид также проникает через плаценту (12, 23), и поэтому, его применение может потенциально повлиять на исход беременности. В це-

лом в подавляющем большинстве случаев отмечалось нормальное развитие плода, хотя описаны случаи как микросомии, так и макросомии. При описании 13 новых случаев беременности и систематическом анализе дополнительных 34 клинических случаев у пациенток, лечившихся во время беременности, было показано отсутствие значительных осложнений или признаков тератогенности (6).

В случае сохранения активности акромегалии во время беременности и усугублении симптомов заболевания, при отрицательной динамике размеров соматотропиномы возможно проведение медикаментозного лечения агонистами дофамина (бромокриптин, каберголин) с целью улучшения самочувствия, но не снижения уровня ИРФ-1. Рекомендуется отмена терапии длительно действующими аналогами соматостатина за 2–3 месяца до планируемой беременности, в связи с возможностью проникновения препаратов в кровоток плода и ухудшением маточно-плацентарного кровотока (14). Анализируя данные литературы (6, 7, 14), можно сделать вывод о том, что лечение аналогами соматостатина в течение всей беременности продолжают примерно 1/3 пациенток с акромегалией.

Представляем результат динамического наблюдения пациентки с акромегалией после трансфеноидальной аденомэктомии с развитием спонтанной беременности, завершившейся срочными оперативными родами.

Пациентка Р., 1981 года рождения, жительница Оренбургской области, обратилась к эндокринологу по месту жительства (ГБ г. Бугуруслана) в сентябре 2015 г. (в возрасте 34 лет) с жалобами на слабость, утомляемость, головные боли. В дальнейшем пациентка наблюдалась в эндокринологическом отделении ГАУЗ ООКБ № 2 г. Оренбурга.

Анамнез заболевания: с 2005 г. (в возрасте 24 лет) отметила увеличение размера кистей и стоп, за медицинской помощью не обращалась. С 2010 года присоединились отеки лица. С 2014 года отметила укрупнение черт лица, появление диастемы. Значительное ухудшение самочувствия стала отмечать в 2015 году, когда к вышеописанным жалобам присоединились боли в области сердца, боли в области крупных суставов (коленные, локтевые), появилась и нарастала по интенсивности головная боль.

Анамнез жизни: туберкулез, вирусные гепатиты, травмы отрицает.

Оперативные вмешательства: аппендэктомия. Гемотрансфузия в 3-х летнем возрасте — без осложнений. Лекарственную непереносимость отрицает. Месячные

нерегулярные. Беременностей — 4, спонтанное прерывание беременности на ранних сроках до 12 недель (2), медицинский аборт — 1 (по медицинским показаниям со стороны плода). Роды — 1 (2009 г., вес новорожденного 2600 г). Последние 3 года при отсутствии контрацепции беременности не возникали.

При осмотре состояние удовлетворительное. Кожа чистая, повышенной влажности, обычной окраски. Увеличение надбровных дуг, носа, губ. Диастема. Крупные кисти, стопы. Рост — 167 см, вес — 70 кг, ИМТ — 25 кг/м<sup>2</sup>. В легких дыхание везикулярное, хрипов нет. ЧДД 16 в мин. Тоны сердца ритмичные, чистые. ЧСС 74 уд. в мин. АД 110/70 мм рт.ст. Щитовидная железа не увеличена, эластичная, безболезненная. Язык чистый, влажный. Живот мягкий, безболезненный. Печень не пальпируется. Отеков нет. Стул регулярный. Мочеиспускание безболезненное.

При активном расспросе пациентка отметила, что за последние 5 лет увеличился на 1–2 размер обуви.

Осмотр окулиста: поля зрения без патологии.

Гормональный статус: ИРФ-1—850 нг/мл (норма до 244), СТГ — 54,8 мМЕ/л (в норме 0,45–15).

13. 17.09.2015 г. амбулаторно было выполнено МРТ-исследование головного мозга — выявлена эндосупраинфралатероселлярная аденома гипофиза 27\*56\*23 мм. Установлен диагноз: «Акромегалия, активная фаза. Макроаденома гипофиза с эндосупраинфралатероселлярным распространением (соматотропинома)».

В дальнейшем проводилось обследование и лечение в условиях эндокринологического отделения ГАУЗ ОКБ № 2 г. Оренбурга с оформлением документов на получение ВМП по поводу акромегалии.

По федеральной квоте была направлена в НИИ Скорой помощи им. Склифосовского (г. Москва) и для нейрохирургического лечения (стационарное лечение 4–19.12.2015 г.). До операции гормональные исследования: ИРФ-1—890 нг/мл (норма до 244), СТГ — 55,2 мМЕ/л (в норме 0,45–15).

Рентгенография турецкого седла: размеры турецкого седла увеличены, 23\*14 мм, что свидетельствует об объемном образовании хиазмально-селлярной области.

14. 9.12.2015 — выполнена операция — трансназальная трансфеноидальная эндоскопическая аденомэктомия.

Течение послеоперационного периода — без осложнений.

МРТ головного мозга от 15.12.2015 (после операции) — послеоперационные изменения в области турецкого седла, клиновидной пазухи, в ячейках решетчатой кости, остаточный фрагмент опухоли латероселлярно слева, около левой внутренней сонной артерии.

По данным гистологического исследования — мелко-клеточная хромофобная аденома гипофиза.

В течение 3 месяцев после оперативного вмешательства пациентка отмечала улучшение самочувствия: исчезла отечность лица, уменьшились головные боли и боли в суставах, а затем — вновь усиление вышеперечисленных жалоб. Менструальный цикл после операции сохранился.

Далее МРТ головного мозга выполнено 20.04.2016 (Бугурусланская ГБ) — в полости турецкого седла объемное образование неоднородного уровня МР-сигнала с инфраселлярным распространением, обрастающая сифон левой внутренней сонной артерии и прилегающая к сифону правой, размером 28\*26\*23 мм. Верхний контур его слегка выбухает в хиазмальную цистерну без объемного воздействия на хиазму. Образование пролабирует в полость носоглотки, вызывая ее значительное сужение в области хоан. Стенки турецкого седла, клиновидной пазухи — истончены. Дисциркуляторная энцефалопатия. Сообщающаяся гидроцефалия.

Обследование в апреле 2016 г.:  $T_3$  св. 8,6 пмоль/л,  $T_4$  св. 20,4 пмоль/л, ТТГ 0,48 мкМЕ/мл, пролактин 430,6 мМЕ/л (в норме до 405), ЛГ 6,7 мМЕ/л (в норме до 14), ФСГ 2,4 мМЕ/л (в норме до 11,3), СТГ 10,51 мМЕ/л (в норме 0,45–15), ИФР-1–280,6 нг/мл (в норме 66–284), АКТГ 42,8 нг/мл (в норме 10–50), кортизол 780,6 нмоль/л (в норме до 660).

В мае 2016 г. стационарное лечение ГБУЗ ООКБ с исследованием гормонального статуса  $T_4$  св. 14,3 нмоль/л, ТТГ 0,6 мкМЕ/л, пролактин 917,9 мМЕ/л (в норме до 405), кортизол 953,2 нмоль/л (в норме до 660), ЛГ 4,2 мМЕ/мл, ФСГ 1,5 мМЕ/мл.

15. 13.05.2016 проведен СТГ/ОГТТ: базальный СТГ — 1,390 нг/мл, стимулированный после приема 75 г глюкозы через 30 мин СТГ — 0,721 нг/мл. Через 60 мин — СТГ — 1,0 нг/мл.

По данным МРТ головного мозга, выполненной по месту жительства, от 03.06.2016 г. — продолженный рост аденомы гипофиза с инфраселлярным ростом и признаками инфильтрации основания черепа.

По результатам исследований диагноз: «Акромегалия, активная фаза. Состояние после аденомэктомии макроаденомы гипофиза. Продолженный инфраселляр-

ным рост и признаки инфильтрации основания черепа. Гиперкортизолемиа. Гиперпролактинемия».

Менструальная функция оставалась нерегулярной.

16. 20.06.2016 г. пациентка консультирована нейрохирургом ГБУЗ ООКБ: рекомендовано консервативное лечение препаратами соматостатина под наблюдением эндокринолога по месту жительства с дальнейшей консультацией радиолога для решения вопроса о лучевой терапии.

Стационарное лечение в ГАУЗ ООКБ№ 2 г. Оренбурга 2.08–12.08.2016 г., во время которого проводилось следующее обследование: сахар крови 5,2 ммоль/л. Исследование гормонального статуса (9.08.2016 г.): ТТГ — 0,5 мкМЕ/мл (в норме 0,23–3,4); пролактин — 641,6 мМЕ/л (в норме 67–726), СТГ 4,6 мМЕ/л (в норме 0,45–15), ИФР-1–491,1 нг/мл (в норме 111–284), АКТГ — 16 пг/мл (в норме менее 46), дексаметазоновый тест с 1 мг дексаметазона — кортизол 58,0 нмоль/л.

С сентября 2016 г. получала лечение октреотидом депо по 20 мг внутримышечно 1 раз в 28 дней. Переносимость препарата была удовлетворительной, побочных эффектов не отмечалось. Через 3 мес. лечения уровни гормонов были следующими: СТГ 4,5 мМЕ/л (в норме 0,45–15), ИФР-1–380,4 нг/мл (в норме 111–284). Пациента была информирована о необходимости контрацепции на фоне введения октреотида депо. Через 6 месяцев терапии октреотидом депо менструальная функция стала регулярной.

На фоне лечения в июне 2017 г. пациентка обратилась к гинекологу в связи с задержкой менструации. В результате проведенного обследования была диагностирована 7–8 недель. Пациентка самостоятельно прекратила введение октреотида депо после того, как узнала о беременности (на сроке 8 недель), так как боялась, что прием препарат может нанести вред будущему ребенку. Беременность протекала с угрозой прерывания беременности на ранних сроках, в связи с чем проводилось стационарное лечение, в дальнейшем принимала микронизированный прогестерон по 200 мкг во влагалище на ночь до 32-й недели беременности. УЗИ-скрининг на ранних сроках беременности не выявил признаков аномалий в развитии плода.

ГТГ с 75 г глюкозы в 23–24 недели: гликемия натощак — 3,8 ммоль/л, через 2 часа — 6,2 ммоль/л.

Роды прошли путем кесарева сечения (в возрасте 36 лет) в плановом порядке на сроке 38–39 недель в марте 2017 г. Показанием для оперативного родоразрешения были: наличие у пациентки макроаденомы гипофиза. Вес ребенка при рождении 2 610 г с оценкой

по шкале Апгар 7/8 баллов. Родился здоровый мальчик, рост 51 см. В послеродовом периоде пациентке было рекомендовано воздержаться от грудного вскармливания, терапию октреотидом депо продолжили в прежней дозировке — 20 мг 1 раз в 28 дней. Самочувствие на фоне лечения оставалось удовлетворительным. В дальнейшем (период наблюдения 2 года) мальчик рос и развивался соответственно возрасту, патологии педиатрами выявлено не было. Через 3 мес после родов было выполнено МРТ обследование гипофиза: аденома гипофиза с инфраселлярным ростом и признаками инфильтрации основания черепа (без отрицательной динамики).

### Обсуждение

В данном клиническом случае у молодой женщины период от появления первых симптомов акромегалии до обращения к эндокринологу составил около 10 лет. В то время как у нее отмечалось снижение фертильности, что проявилось самопроизвольным прерыванием беременности на ранних сроках, пациентка обращалась к акушеру-гинекологу по месту жительства, однако симптомы акромегалии не были выявлены своевременно,

обследование по поводу нарушения фертильности также назначено не было. После оперативного лечения по поводу акромегалии наблюдалась кратковременная нормализация уровней СТГ и ИФР-1, однако в дальнейшем они были выше нормы. Женщине удалось избежать вторичного гипопитуитаризма после аденомэктомии. На фоне введения октреотида депо в дозе 20 мг 1 раз в месяц уровень СТГ нормализовался, а ИФР-1 оставались повышенными с тенденцией к снижению, что, скорее всего, способствовало восстановлению фертильности.

Беременность наступила на фоне введения октреотида депо (до 8 недели гестации), что в дальнейшем не отразилось на развитии плода, и это согласуется с данными литературы.

### Выводы

Хирургическое лечение акромегалии с последующей медикаментозной терапией может способствовать восстановлению фертильности женщины, возможностью вынашивания беременности без увеличения рисков для будущего потомства.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Дедов И. И. Федеральные клинические рекомендации по клинике, диагностике, дифференциальной диагностике и методам лечения акромегалии / И. И. Дедов [и др.] // Проблемы эндокринологии. — 2013. — № 6. — С. 4–18.
2. Дедов И. И. Акромегалия: патогенез, клиника, диагностика, дифференциальная диагностика, методы лечения. Пособие для врачей / И. И. Дедов, Г. А. Мельниченко. — М., 2012. — 80 с.
3. Иловайская И. А. Нарушения репродуктивной системы у больных акромегалией / И. А. Иловайская, Н. Л. Макарова // Фарматека. — 2008. — № 17. — С. 45–49.
4. Hsu CJ, Hammond JM. Concomitant effects of growth hormone on secretion of insulin-like growth factor I and progesterone by cultured porcine granulosa cells. *Endocrinology*. 1987; 121:1343–1348.
5. Kaltsas GA, Androulakis II, Tziveriotis K, Papadogias D, Tsikini A, Makras P, Dimitriou K, Stathopoulou A, Piaditis G. Polycystic ovaries and the polycystic ovary syndrome phenotype in women with active acromegaly. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2007;67:917–922.
6. Cheng S, Grasso L, Martinez-Orozco JA et al. Pregnancy in acromegaly: experience from two referral centers and systematic review of the literature. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2012; 76: 264–271.
7. Cheng V, Faiman C, Kennedy L, Khoury F, Hatipoglu B, Weil R, Hamrahian A. Pregnancy and acromegaly: a review. *Pituitary*. 2012;15:59–63.
8. Cozzi R, Attanasio R, Barausse M. Pregnancy in acromegaly: a onecenter experience. *Eur J Endocrinol*. 2006;155:279–284.
9. Esfandiari N, Gotlieb L, Casper RF. Live birth of healthy triplets after in vitro fertilization and embryo transfer in an acromegalic woman with elevated growth hormone. *Fertil Steril* 2005;83:1041.
10. Hierl T., Ziegler R., Kasper C. Pregnancy in persistent acromegaly. *Clin Endocrinol (Oxford)* 2000; 53: 262–263.
11. Neal J. M. Successful pregnancy in a woman with acromegaly treated with octreotide. *Endocrinol Pract* 2000; 6: 148–150.
12. Fassnacht M., Capeller B., Arlt W., Steck T., Allolio B. Octreotide LAR treatment throughout pregnancy in acromegalic woman. *Clin Endocrinol (Oxford)* 2001; 55: 411–415.
13. Mikhail N. Octreotide treatment of acromegaly during pregnancy. *Mayo Clin Proc* 2002; 77: 297–298.
14. Caron P., Broussaud S., Bertherat J., Borson-Chazot F., Brue T., Cortet-Rudelli C., Chanson P. Acromegaly and Pregnancy: A Retrospective Multicenter Study of 59 Pregnancies in 46 Women. *J Clin Endocrinol Metabol* 2010; 95: 10: 4680–4687.
15. Persechini M., Gennero I., Grunenwald S., Vezzosi D., Bennet A., Caron P. Acromegaly and pregnancy: report of six new cases. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)*. 2014 Nov;43(9):704–12. doi: 10.1016/j.jgyn.2013.04.008.
16. Elif Önder, Yusuf Aydın, Tuba Soysal, Mazhar Tuna, Adem Güngör. Acromegaly and Pregnancy: Five New Cases. *Turk J Endocrinol Metab* 2017;21:136–139. DOI: 10.25179 / tjem.2017–56497.

17. Persechini M., Gennero I., Grunenwald S., Vezzosi D., Bennet A., Caron P. Acromegaly and pregnancy: report of six new cases. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)*. 2014 Nov;43(9):704–12. doi: 10.1016/j.jgyn.2013.04.008.
18. Acromegaly Consensus Group. Guidelines for acromegaly management: an update / S. Melmed [et al.] // *J. Clin. Endocrinol. Metabol.* — 2009. — Vol. 94, № 5. — P. 1509–1517.
19. Caron P., Buscail L., Beckers A., Esteve J. P., Igout A., Hennen G., Susini C. Expression of somatostatin receptor SST4 in human placenta and absence of octreotide effect on human placental growth hormone concentration during pregnancy. *J Clin Endocrinol Metabol* 1997; 82: 11: 3771–3776.
20. Herman-Bonert V, Seliverstov M, Melmed S. Pregnancy in acromegaly: successful therapeutic outcome. *J Clin Endocrinol Metab.* 1998; 83:727–731.
21. Fassnacht M, Capeller B, Arlt W, Steck T, Allolio B. Octreotide LAR treatment throughout pregnancy in an acromegalic woman. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2001;55:411–415.
22. Molitch ME. Pituitary disorders during pregnancy. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2006;35:99–116.
23. Takano T, Saito J, Soyama A, Ito H, Iizuka T, Yoshida T, Nishikawa T. Normal delivery following an uneventful pregnancy in a Japanese acromegalic patient after discontinuation of octreotide long acting release formulation at an early phase of pregnancy. *Endocr J.* 2006;53:209–212.
24. Maffei P, Tamagno G, Nardelli GB, Videau C, Menegazzo C, Milan G, Calcagno A, Martini C, Vettor R, Epelbaum J, Sicolo N. Effects of octreotide exposure during pregnancy in acromegaly. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2010;72:668–677.

© Илюхина Ольга Борисовна ( iob9@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Оренбург

## ОТОГЕННЫЕ МЕНИНГИТЫ И МЕНИНГОЭНЦЕФАЛИТЫ, ИХ КОМБИНАТОРИКА И РИСКИ

### OTOGENIC MENINGITIS AND MENINGOENCEPHALITIS, THEIR COMBINATORICS AND RISKS

**A. Rondaleva**

*Summary.* from 2009 to 2018, 31 patients with otogenic purulent meningitis (OGM) and meningoencephalitis (ogme) were observed in the ENT Department of the SBU RO "OKB named after N. A. Semashko", which amounted to  $2.96 \pm 0.12\%$  of 1047 treated patients with acute purulent otitis media (OGSO) and exacerbation of chronic purulent otitis media (OHGSO). In 71% of cases, intracranial complications (VCHO) developed as a result of (OGSO). In 9 patients, oghm and oghme occurred in combination with sigmoid sinus thrombophlebitis (4 cases), epidural pus accumulation (7 cases), and temporal lobe abscess (2 cases). Sepsis was diagnosed in 22 ( $71.0 \pm 8.1\%$ ) of 31 patients with OGM and ogme, which developed significantly more often in OGS than in OHGSO ( $p \leq 0.05$ ). The combination of OGSO-ogme on the background of diabetes can be considered as one of the additional predictors of sepsis with a probability of death. The total mortality rate was  $35.5 \pm 8.6\%$  (11 deaths). In 10 patients, the cause of death was severe sepsis with multiple organ failure and brain edema, in 1 — tel.

*Keywords:* acute and chronic purulent otitis media; otogenic purulent meningitis and meningoencephalitis; predictors of sepsis and lethality.

**Рондалева Александра Владимировна**

Ассистент, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  
медицинский университет имени академика  
И. П. Павлова» Министерства здравоохранения  
Российской Федерации  
arondaleva@mail.ru

*Аннотация.* С 2009 по 2018 годы в ЛОР-отделении ГБУ РО «ОКБ имени Н. А. Семашко» наблюдали 31 больного с отогенным гнойным менингитом (ОГМ) и менингоэнцефалитом (ОГМЭ), что составило  $2,96 \pm 0,12\%$  от 1047 пролеченных пациентов острым гнойным средним отитом (ОГСО) и обострением хронического гнойного среднего отита (ОХГСО). В 71% наблюдений внутричерепные осложнения (ВЧО) развились вследствие (ОГСО). У 9 больных ОГМ и ОГМЭ протекали в комбинации с тромбозом синуса (4 случая), эпидуральным скоплением гноя (7 случаев) и абсцессом височной доли мозга (2 случая). Сепсис диагностировали у 22 ( $71,0 \pm 8,1\%$ ) из 31 больного ОГМ и ОГМЭ, который значительно чаще развивался при ОГСО, нежели при ОХГСО ( $p \leq 0,05$ ). Сочетание ОГСО-ОГМЭ на фоне сахарного диабета может рассматриваться в качестве одного из дополнительных предикторов сепсиса с вероятностью летального исхода. Общая летальность составила  $35,5 \pm 8,6\%$  (11 умерших). У 10 больных причиной смерти являлся тяжелый сепсис с полиорганной недостаточностью и отеком головного мозга, у 1 — ТЭЛА.

*Ключевые слова:* острый и хронический гнойный средний отит; отогенный гнойный менингит и менингоэнцефалит; предикторы сепсиса и летальности.

**И**звестно, что острые (ОГСО) и хронические гнойные средние отиты (ХГСО) являются факторами риска развития гнойных внутричерепных осложнений (ВЧО). В последние годы в этиологии отогенного гнойного менингита (ОГМ) и менингоэнцефалита (ОГМЭ) большую роль стал играть ОГСО, тогда как ранее в этом качестве чаще отмечался ХГСО [2, 3]. В период с 2009 по 2014 г. в ЛОР-стационарах 32 субъектов РФ наблюдались 264, 251 человек, из них с воспалительными заболеваниями носа и околоносовых пазух — 32,9%, уха — 16,6%, глотки и гортани — 13,2%. У 1298 пациентов (0,8%) с вышеуказанными воспалительными заболеваниями ЛОР-органов наблюдались гнойно-воспалительные ВЧО: менингит — в 43,7% и поражения вещества головного мозга — в 45,1% случаях. У 52,4% больных они развились вследствие заболеваний уха, у 34,2% — болезней носа и околоносовых пазух и у 13,4% — сочетанного воспалительного поражения уха и околоносовых пазух. Сепсис был диагностирован в 17,6% всех случаев ВЧО, а летальный исход констатирован в 21,2% наблюдений [6]. По данным различных регионов РФ частота отогенных ВЧО с преобладанием менингитов колеблется в преде-

лах 1–5% от всех воспалительных заболеваний уха [1,2]. Преобладание в структуре отогенных ВЧО гнойных менингитов и менингоэнцефалитов, характеризующихся частой комбинацией с другими ВЧО, развитием сепсиса и высокой летальностью демонстрируют высокую актуальность данной проблемы и необходимость ее дальнейшего изучения.

Целью настоящего исследования является сравнительный системный анализ клинического течения течения результатов лечения острых отогенных менингитов и менингоэнцефалитов в зависимости от их причины (острый или хронический средний отит), комбинации с сепсисом, сопутствующими заболеваниями и другими формами отогенных ВЧО.

### Материал и методы

В период 2009–2018 годы в ЛОР-отделении ГБУ РО «Рязанская областная клиническая больница имени Н. А. Семашко» наблюдали 1047 больных ОГСО и ХГСО и 31 пациента ОГМ и ОГМЭ. Среди больных ОГМ и ОГМЭ



Таблица 1. Распределение больных ОГМ и ОГМЭ в зависимости от формы среднего отита и наличия других ВЧО

		ОГСО	ХГСО	Итого
Отогенный менингит	Изолированный	5	2	7 (22,6±7,5)
	Комбинированный	3	3	6 (19,4±7,1)
Отогенный менинго-энцефалит	Изолированный	13	2	15 (48,4±8,9)
	Комбинированный	1	2	3 (9,7±5,3)
Итого		22 (71,0±8,1)	9 (29,0±8,1)	31

Таблица 2. Характеристика комбинированных внутричерепных осложнений

	ОГСО		ХГСО		Всего
	ОГМ	ОГМЭ	ОГМ	ОГМЭ	
Синус-тромбозы	-	1	2	1	4 (28,6±12,1)
Экстрадуральные абсцессы	2	-	1	1	4 (28,6±12,1)
Перисинуозные абсцессы	1	-	2	-	3 (21,4±11,0)
Внутричерепные абсцессы	-	-	1	1	2 (14,3±9,4)
Лабиринтиты	-	-	1	-	1 (7,1±6,8)
Итого	3 (21,4±11,0)	1 (7,1±6,8)	7 (50,0±13,4)	3 (21,4±11,0)	14

было 24 мужчин и 7 женщин, средний возраст составил, соответственно 43,9±2,6 и 48,6±4,9 лет. Всем больным ОГМ и ОГМЭ проводили оториноларингологическое, неврологическое, офтальмологическое, лабораторное и лучевое исследование с применением КТ и МРТ височных костей и полости черепа. Диагноз сепсиса, наряду с его общеклиническими проявлениями, подтверждался повышенным уровнем прокальцитонина плазмы крови ( $\geq 2$  нг/мл), а так же наличием системно-органных нарушений по шкалам Sofa ( $\geq 3,8$  баллов) и APACHE II ( $\geq 11,3$  баллов) [4, 5]. Все пациенты получали необходимую гемодинамическую и респираторную поддержку, антибактериальную, дезинтоксикационную, дегидратационную и метаболическую терапию, осуществлялась коррекция реологических свойств крови, микроциркуляции, энтерального и/или парентерального питания. Полученные результаты анализировались и сопоставлялись с использованием компьютерной программы Statistica 10.0 и определением средней арифметической (M), среднеквадратичного отклонения ( $\delta$ ), ошибки средней арифметической (m). Оценка достоверности разницы средних показателей в группах сравнения производилась с использованием t-критерия Стьюдента.

## Результаты и их обсуждение

ОГМ и ОГМЭ наблюдались у 2,96±0,12% больных от общего числа госпитализированных, с ОГСО и обострением ХГСО. В 22 случаях (71,0±8,1%) ОГМ и ОГМЭ развились на фоне ОГСО, в 9(29,0±8,1%) — обострения ХГСО. Перфоративная форма ОГСО имела место в 45,5±10,6% случаев.

Изолированные ОГМ отмечены в 7 случаях (22,6±7,5%), ОГМЭ — в 15 (48,4±8,9%) (табл. 1). В остальных 9 случаях обнаруживалась их комбинация с другими формами внутричерепных осложнений (ВЧО). Обращало на себя внимание то, что 71,0% ОГМ и ОГМЭ с почти 2-кратным численным преобладанием последних были ассоциированы с ОГСО, в то время как при обострении ХГСО менингиты и менингоэнцефалиты регистрировались примерно с одинаковой частотой (табл. 2). При ОГМ в сравнении с ОГМЭ также почти в 2 раза чаще регистрировалось наличие комбинаций с другими формами ВЧО. Распределение других наблюдавшихся форм ВЧО приведено в таблице 2.

Таблица 3. Частота развития сепсиса при ОГМ и ОГМЭ (M±m%)

	Сепсис диагностирован		Итого	Сепсис не диагностирован		Итого
	ОГМ	ОГМЭ		ОГМ	ОГМЭ	
ОГСО	5	13	18	3	1	4
ХГСО	1	3	4	4	1	5
Итого	6 27,3±9,5% ***	16 72,7±9,5% ***	22	7 77,8±13,9% ***	2 22,2±13,9% ***	9

Примечание: \*\*\* —  $p \leq 0,01$  между ОГМ и ОГМЭ

Зарегистрированные ВЧО, связанные с ОГМ и ОГМЭ расположены в таблице 2 в порядке убывания частоты. Большинство из них (78,6%) представлено совокупностью комбинаций синус-тромбозов и эпидуральных абсцессов, фиксировавшихся почти с одинаковой частотой. При этом половина всех комбинированных форм ВЧО выявлена при ОГМ, развившемся на фоне обострения ХГСО.

Сепсис диагностировали при ОГСО в 82,6±20,0%, при ХГСО — в 30,8±12,8 ( $p \leq 0,05$ ), в целом – в 22 случаях (71,0±8,1%) ОГМ и ОГМЭ (табл. 3).

Примечательно, что в группе пациентов с сепсисом с наибольшей частотой обнаруживалось сочетание ОГСО-ОГМЭ, в то время как у больных без признаков сепсиса чаще встречалось сочетание ХГСО-ОГМ. Как видно из таблицы 3, суммарные различия в относительной частоте ОГМ и ОГМЭ между обеими группами были достоверны ( $p \leq 0,01$ ).

Общая летальность при ОГМ и ОГМЭ зафиксирована на уровне 35,5±8,6% (11 умерших), причем в 10 случаях причиной смерти являлся тяжелый сепсис с полиорганной недостаточностью и отеком головного мозга, а в 1 — ТЭЛА. Средний возраст умерших составил 40,7±2,6%, излечившихся — 51,0±5,6%.

Тяжелые сопутствующие заболевания наблюдались у 58,1±8,9% больных. Среди них наиболее частыми являлись артериальная гипертония (35,5±8,6%) и сахарный диабет (29,0±8,1%). Последний значительно чаще ( $p \leq 0,05$ ) наблюдался среди умерших больных (54,5±15,0%), нежели у выживших (15±8,0%). В группе больных с летальными исходами отмечены также случаи хронического гломерулонефрита, СПИД и гепатита С.

Полученные результаты свидетельствуют о ведущей роли ОГСО в развитии ОГМ и ОГМЭ. ОГСО ассоциируется

также с развитием тяжелых форм ВЧО. В частности, ОГМЭ при ОГСО наблюдается вдвое чаще, чем ОГМ (табл. 1). С другой стороны, на сочетание ХГСО-ОГМ приходится около половины всех комбинированных ВЧО, причем в структуре последних доминируют синус-тромбозы и эпидуральные абсцессы (таб. 2). Исходя из полученных данных можно предполагать, что в качестве одного из дополнительных предикторов отогенного сепсиса, обуславливающего подавляющее большинство летальных исходов при ОГМ и ОГМЭ, может являться сочетание ОГСО-ОГМЭ (табл. 3). Очевидно также, что риск летального исхода увеличивается при наличии сахарного диабета, что достоверно документируется высокой частотой присутствия этого заболевания при летальных исходах.

### Выводы

1. Отогенный острый гнойный менингит и менингоэнцефалит в условиях специализированного ЛОР-стационара наблюдались у 2,96±0,12% больных от всех госпитализированных, с гнойно-воспалительными заболеваниями уха.
2. Развитие указанных внутричерепных осложнений, особенно менингоэнцефалита, в 71% наблюдений обусловлено острым гнойным средним отитом.
3. Около половины очаговых внутричерепных отогенных осложнений, среди которых доминируют синус-тромбозы и эпидуральные абсцессы, наблюдается при сочетании гнойного менингита, развившегося на фоне хронического гнойного среднего отита.
4. Сочетание острого гнойного среднего отита с отогенным менингоэнцефалитом может рассматриваться в качестве одного из дополнительных предикторов сепсиса с повышенной вероятностью летального исхода, которая значительно увеличивается при наличии фонового сахарного диабета.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Волошина, И. А. Частота летальности при ото- и риногенных внутричерепных осложнениях / И. А. Волошина, Р. Б. Хамзалиева // Вестн. оторинолар.— 2009.— № 1.— С. 23–25
2. Гаджимирзаев, Г. А. О нерешенных вопросах проблемы гнойно-септических осложнений ушного происхождения / Г. А. Гаджимирзаев // Рос. оторинолар.— 2010.— № 6.— С. 14–18
3. Гофман, В. Р. Отогенные внутричерепные осложнения и отогенный сепсис // Оториноларингология: нац. руководство / Под ред. В. Т. Пальчуна — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009.— С. 587–589
4. Сепсис: эволюция взглядов, унификация критериев дефиниции терминологии и классификации в свете современных представлений. Обзор литературы. /С.А. Алиев, Э. С. Алиев, Ф. И. Ибрагимов / Вестник хирургической гастроэнтерологии.— 2017.— № 2.— С. 9–16.
5. Тактика ведения пациентов с сепсисом и септическим шоком в многопрофильном стационаре /Ю.Ю.Саничева [и др.] —М.: МОНИКИ, 2015.— 35 с.
6. Эпидемиология ото- и риносинусогенных внутричерепных осложнений в Российской Федерации. Материалы XIV научно-практической конференции «Поленовские чтения» / Ю. К. Янов [и др.] // Рос. нейрохирургический журн. им. проф. А. Л. Поленова.— СПб., 2015. Спецвыпуск VII. С. 31–33.

© Рондалева Александра Владимировна ( arondaleva@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Рязанский государственный медицинский университет имени И.П. Павлова

## НЕВЫНАШИВАНИЕ БЕРЕМЕННОСТИ ИНФЕКЦИОННОГО ГЕНЕЗА: К ВОПРОСУ О МУЖСКОМ ФАКТОРЕ

### MISCARRIAGE OF INFECTIOUS GENESIS: MALE FACTOR ISSUE

*M. Tulupova  
M. Khamoshina*

*Summary.* A huge number of men reproductive dysfunction causes are known, among which the leading position is up to urogenital tract infection. The aim of our study was to investigate the infectious factor of spermatogenesis lesions in 2198 men aged 24 to 52 years from couples with miscarriage. The results indicate the presence of pathospermia in 89.0% of the examined men, while asthenozoospermia (100%), an increase in the pH of the ejaculate medium to 7.9–8.0 (100%), and antisperm antibodies (91.9%), increased viscosity of ejaculate (63.3%), the presence of mucus and microflora (44.3%), teratozoospermia (35.4%) were mainly diagnosed. In 60.5% of patients was diagnosed papillomavirus infection, in 39.5% — herpes virus; *Cl.trahomatis* was detected in 45.2%, *Tr.vaginalis* — in 4.8%, *U. urealyticum* — in 85.5%, and *M. Hominis* — in 43.5%. It is recommended that men are needed to be included in the mandatory algorithm for pregravid examination and treatment in families with miscarriage.

*Keywords:* miscarriage, pathospermia, asthenozoospermia, human papillomavirus, *Cl.trahomatis*, men.

*Тулупова Марина Сергеевна*

*К.м.н., Докторант, ФГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов» Министерства образования Российской Федерации  
paracels.kdmc@yandex.ru*

*Хамошина Марина Борисовна*

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов» Министерства образования Российской Федерации*

*Аннотация.* Известно огромное количество причин нарушения репродуктивной функции у мужчин, среди которых лидирующее положение занимает инфицирование уrogenитального тракта. Целью нашего исследования было изучение инфекционного фактора нарушения сперматогенеза у 2198 мужчин в возрасте от 24 до 52 лет из пар с проблемой невынашивания беременности. Результаты исследования эякулята свидетельствуют о наличии патоспермии у 89,0% обследованных мужчин, при этом преимущественно диагностировались астенозооспермия (100%), повышении pH среды эякулята до 7,9–8,0 (100%), антиспермальные антитела (91,9%), повышение вязкости эякулята (63,3%), наличие слизи и микрофлоры (44,3%), тератозоспермия (35,4%). У 60,5% пациентов была диагностирована папилломовирусная инфекция, у 39,5% — герпесвирусная; у 45,2% была выявлена *Cl.trahomatis*, у 4,8% — *Tr.vaginalis*, у 85,5% — *U. urealyticum*, у 43,5% — *M. Hominis*. У всех обследованных (100%) выявлено 2 и более возбудителей инфекции. Рекомендовано включить мужчин в обязательный алгоритм преграavidного обследования и лечения в семьях с невынашиванием беременности.

*Ключевые слова:* невынашивание беременности, патоспермия, астенозооспермия, вирус папилломы человека, *Cl.trahomatis*, мужчины.

**В**о всем мире, потеря плода во время беременности в результате выкидыша или мертворождения является актуальной проблемой не только в медицинском, но и социальном аспекте [1, 2, 3, 4]. Невынашивание беременности (самопроизвольное прерывание беременности в сроки от зачатия до 37 недель) является наиболее частой причиной потери ребенка во время беременности и составляет, по данным разных авторов, от 10% до 25% [1, 4–8]. Давайте оставим, тк статья идет не в профильный журнал по акушерству и гинекологии, поэтому это читать будут люди разных специальностей, а они могут и не знать данный факт — убрать предложение

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) в рамках непрерывного оказания помощи по охране репродуктивного здоровья, разработала программу дородовой помощи, которая включает пропаганду здорового образа жизни, скрининг, диагностику и профилактику

болезней для будущих родителей [1]. Следует отметить, что в последнее время в репродуктивной медицине уделяется особое внимание, не только формуле «здоровая мать — здоровый ребенок», но и активно исследуется влияние мужского фактора на фертильность и здоровье потомства. Доказано, что отец имеет непосредственное отношение к вынашиванию самой беременности и ее перинатальному исходу, что лежит в основе важнейшего постулата современной репродуктологии: проблемы с деторождением в браке определяют необходимость обследования обоих супругов с последующей коррекцией выявленных нарушений [8, 9, 10].

Известно огромное количество причин нарушения репродуктивной функции у мужчин, среди которых выделяют физические (воздействие высоких или низких температур, радиоактивное и другие типы излучения и др.), химические (воздействие различных токсических веществ) побочный эффект лекарств и др.), биологиче-

ские (инфекции, передающиеся половым путем, различные заболевания внутренних органов) и социальные факторы (хронические стрессы) [9, 10, 11, 12]. При этом, лидирующее положение занимает инфицирование уrogenитального тракта [13, 14]. Согласно данным Н.С. Schuppe et al. [15], у 25% мужчин с бесплодием при биопсий яичек диагностируют очаговые воспалительные реакции. Однако, в настоящее время, оценка влияния мужского фактора на фертильность и здоровье потомства, в основном, проводится только у мужчин из пар с бесплодием, благодаря развитию и широкому внедрению в практику программ экстракорпорального оплодотворения, при которых исследование сперматогенеза является обязательным.

Учитывая вышеуказанное, целью нашего исследования стало изучение инфекционного фактора поражения сперматогенеза у мужчин из пар с невынашиванием беременности, причем в не зависимости от количества репродуктивных потерь.

Материалы и методы. Мы провели когортное, проспективное исследование на базе кафедры акушерства и гинекологии с курсом перинатологии Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российский университет дружбы народов», Дальневосточного филиала ГУ Научного центра медицинской экологии Восточно-Сибирского центра СО РАМН, ГУЗ «Краевой клинический центр оказания специализированных видов медицинской помощи (Охраны материнства и детства)». На протяжении 2003–2018 гг. было проведено обследование 2198 мужчин в возрасте от 24 до 52 лет (средний возраст —  $38,5 \pm 2,5$  лет) из супружеских пар, у которых при помощи клинических, лабораторных и инструментальных методов был подтвержден диагноз невынашивания беременности. В зависимости от количества репродуктивных потерь, пациенты были распределены нами на 2 группы: I — с привычным невынашиванием — 1052 (47,9%); II — с первичным невынашиванием — 1146 (52,1%). Мужчины с измененным кариотипом были исключены из дальнейшего исследования. Выполнено исследование эякулята по стандартной методике (руководство ВОЗ V пересмотра, 2012 г.), в том числе электронная микроскопия сперматозоидов. Для идентификации возбудителя уrogenитального инфицирования применяли метод полимеразной цепной реакции на оборудовании «Smart Cycler II» фирмы «Cepheid» (США) методом гибридационно-флуоресцентной детекции в реальном времени с реагентами «ДНК-Технология» (Россия), прямой иммунофлуоресценции с помощью люминесцентного микроскопа фирмы «Лано» (Россия), бактериологического метода путем посева биоматериала с использованием среды обогащения. Статистическая обработка полученных результатов исследования про-

водилось в программном обеспечении Microsoft Excel 2017 с использованием среднеарифметических показателей и среднеквадратических отклонений ( $M \pm \sigma$ ).

## Результаты и обсуждение.

Результаты исследования эякулята свидетельствуют о наличии патоспермии у 89,0% обследованных мужчин группы I и 90,1% группы II. У всех пациентов (100%) было диагностировано астенозооспермия и повышении pH среды эякулята до 7,9–8,0. Положительный MAR-тест констатировано у 91,9% обследованных мужчин из группы с привычным невынашиванием беременности и у 91,0% — с первичной формой. У 63,3% пациентов в спермограмме было выявлено повышение вязкости эякулята, у 59,8% — снижение лицевидных зерен, у 44,3% — наличие слизи и микрофлоры.

Такие патологические изменения, как лейкоспермия и олигозооспермия имели место в 39,2% и 24,4% случаев соответственно. Доказано, что у 30,0% мужчин после острого эпидидимита, развивается стойкая олигозооспермия [15]. Тератозоспермия в виде аномальных включений в хроматин головки сперматозоида — вакуолей, уменьшение размеров акросомы верифицирована у 35,4% обследованных мужчин. Спермагрегация и спермагглютинация документированы в 35,4% и 34,8% случаев.

Выявленные патологические изменения эякулята у мужчин из пар невынашиванием беременности являются характерными признаками инфекционного поражения сперматогенеза. Полученные данные подтверждают опубликованные ранее исследования о наличии четкой тенденции к хронизации инфекционно-воспалительных заболеваний уrogenитальной сферы, что у мужчин часто сопровождается развитием эректильной дисфункции и нарушениями сперматогенеза [15, 16, 17].

При биохимическом исследовании эякулята у мужчин из пар с невынашиванием беременности зарегистрировано достоверное снижение уровня фруктозы, лимонной кислоты, цинка, что также является признаками воспаления и недостатка необходимых микро- и макроэлементов для созревания и защиты сперматозоидов.

В цитологическом исследовании секрета простаты у всех обследованных пациентов как с первичным невынашиванием беременности, так и с первичной формой обсуждаемой патологии (100%), Документированы патологические изменения, характерные для инфекционного процесса вирусного генеза — дискератоциты, безъядерные ороговевшие чешуйки, голаядерные клетки, клетки с паракератозом, дисплазии (y) — 35,8%, кой-

лоциты — 40,6%. Так же было выявлено, наличие преиму- щественно незрелых форм клеток (парабазальных).

Итак, наличие цитологических и биохимических при- знаков инфекционно-вирусного поражения урогени- тального тракта констатировано у обследованных паци- ентов вне зависимости от количества репродуктивных потерь в анамнезе. Поэтому дальнейшим этапом иссле- дования стала идентификация инфекционных возбуди- телей у обследованных мужчин.

У 60,5% пациентов группы I и 61,2% группы II была диагностирована папилломавирусная инфекция: 6 тип (51,6%), 52 тип (77,5%) и 18 типа (12,7%). Документировано наличие герпесвирусов у 39,5% обследованных с первич- ным невынашиванием беременности и у 39,1%: — с при- вычной формой представленной патологии. При этом, вирус простого герпеса 2 типа имели 87,1%, цитомегало- вирус — 10,4%, вирус Эпштейна-Барра — 9,1%. По данным F. Gimenes et al. [18], вирус папилломы человека и семей- ство герпес-вирусов являются одной из ведущих при- чин мужского бесплодия, однако механизмы поражения сперматогенеза этими возбудителями еще не до конца изучены и требуют дальнейших исследований.

Следует отметить, что у 45,2% обследованных мужчин с первичным невынашиванием беременности и 45,0% с привычным — была выявлена *Cl.trahomatis*. Согласно новейших данных австралийских ученых, опублико- ванных в 2019 году, у 45,3% бесплодных мужчин при биопсии фиксированных препаратов яичек и у 16,7% в свежем биоптате было документировано наличие *Cl.trahomatis* [19]. При этом, специфические антитела к данному воз- будителю были верифицированы в сыворотке крови в 72,2% случаев, хотя ни у одного из пациентов не было симптомов, и они не сообщали о предыдущем диагнозе инфекции, передающейся половым путем, включая хла- мидиоз [19]. Следует отметить, что при обследовании качества эякулята при помощи электронной микроско- пии, мы документировали наличие *Cl.trahomatis* даже в вакуолях цитоплазмы сперматозоида. Полученные ре- зультаты согласуются с данными K. A. Redgrove et al. [20], которые доказали, что воспалительные процессы со- провождаются прикреплением хламидий к сперматозо- идам, в результате этого они поражают от 33,0% до 45,0% половых клеток у мужчин, при этом среднее число воз- будителей на них достигает трех [20].

У 4,8% пациентов группы I и 4,6% группы II диагности- рована *Tr.vaginalis*, согласно данным многолетних клини- ческих наблюдений и результатам экспериментальных исследований *in vitro*, у мужчин данный инфекционный возбудитель вызывает повреждение мочеполового тракта воспалительного характера и нарушает функцию сперматозоидов, что становится причиной бесплодия [21]. M. N. Shiadeh et al. [22] сообщили, что *Tr.vaginalis* мо- жет стать причиной астенозооспермии и тератозооспер- мии. У пациентов нашей когорты данные патологические изменения были диагностированы в эякуляте с высокой частотой (100% и 35,4% соответственно).

C. Huang et al. [23] провели мета-анализ ряда иссле- дований, посвящённых изучению взаимосвязи меж- ду инфицированием генитальными уреоплазмами (*Ureaplasma urealyticum*, *Ureaplasma parvum*) и мико- плазмами (*Mycoplasma hominis*, *Mycoplasma genitalium*) и риском мужского бесплодия. Была установлена ста- тистически значимая взаимосвязь между *U. urealyticum* и *M. hominis* и мужским бесплодием [23], что так же под- тверждено и результатами наших исследований: выяв- ленные условно-патогенные микроорганизмы докумен- тированы у 85,5% и 43,5% обследованных мужчин.

Обращает внимание, что не в одном из случаев не было зарегистрировано наличие моноинфекции, у всех обследованных (100%) выявлено 2 и более возбу- дителей.

Таким образом, результаты нашего исследования свидетельствуют о наличии взаимосвязи между патоло- гическими изменениями спермограммы мужчин из пар с невынашиванием беременности и наличием инфек- ционного поражения урогенитального тракта у них. По- лученные результаты подтверждают данные литературы об инфекционно-воспалительном генезе нарушения репродуктивной функции у мужчин. В существующей практике недооценено значение сперматозоидов муж- чин, перенесших вирусную и хламидийную инфекцию половых путей, как источника инфицирования женщин и причины репродуктивных потерь. По нашему мнению, необходимо включить мужчин в обязательный алгоритм прегравидарного обследования и лечения, не только у пар с бесплодием, но и в семьях с невынашиванием бе- ременности вне зависимости от количества репродук- тивных потерь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации ВОЗ по оказанию дородовой помощи для формирования положительного опыта беременности [WHO recommenda ons on antenatal care for a posi ve pregnancy experience]. Женева: Всемирная организация здравоохранения; 2017 г. Лицензия: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
2. Завгородняя И. В. Невынашивание беременности как переживание перинатальной утраты. // Клиническая и медицинская психология: исследования, обучение, практика: электрон. науч. журн. — 2017. — Т. 5, № 2(16)

3. Abiola AO, Ajayi A, Umeh CS, Adegbesan-Omilabu MO, Olufunlayo TF, Akodu BA. Knowledge, prevalence and psychological effect of miscarriage among women of reproductive age group attending obstetrics and gynaecology clinics of Lagos University Teaching Hospital, Nigeria. // Niger Postgrad Med J. 2013 Dec; 20(4):319–24.
4. San Lazaro Campillo I, Meaney S, Sheehan J, Rice R, O'Donoghue K. University students' awareness of causes and risk factors of miscarriage: a cross-sectional study. // BMC Womens Health. 2018 Nov 19; 18(1):188. Epub 2018 Nov 19.
5. Bardos J, Hercz D, Friedenthal J, Missmer SA, Williams Z. A. National survey on public perceptions of miscarriage. // Obstet Gynecol. 2015 Jun;125(6):1313–20.
6. Самигуллина А. Э. Бообокова А. А. Кушубекова А. К. Невынашивание беременности: частота и тенденции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2019. — № 1 — С. 87–92
7. Л. В. Ткаченко, Т. И. Костенко, Н. Д. Углова, А. Л. Шкляр. Невынашивание беременности // Вестник ВолгГМУ. — Выпуск 1 (53). — 2015. — с. 3–9.
8. Посисеева Л. В., Тулупова М. С., Хамошина Мужской фактор невынашивания беременности: взгляд на проблему. // Доктор. Ру. Ч. 2. Эндокринология. — № 7 (85) — 2013. — с. 56–60.
9. Wang R, Yu Y, Wang Q2 et al. Clinical Features of Infertile Men Carrying a Chromosome 9 Translocation. // Open Med (Wars). 2019 Nov 10;14:854–862.
10. Barratt CLR, Björndahl L, De Jonge CJ et al. The diagnosis of male infertility: an analysis of the evidence to support the development of global WHO guidance-challenges and future research opportunities. // Hum Reprod Update. 2017 Nov 1;23(6):660–680.
11. Katz DJ, Teloken P, Shoshany O. Male infertility — The other side of the equation. // Aust Fam Physician. 2017 Sep;46(9):641–646.
12. Л. И. Колесникова, С. И. Колесников, Н. А. Курашова, Т. А. Баирова. Причины и факторы риска мужской инфертильности. // ВЕСТНИК РАМН. — 2015. — 70 (5). — с. 579–583.
13. ВОЗ. Глобальная стратегия сектора здравоохранения по инфекциям, передаваемым половым путем 2016–2021.
14. A. Jungwirth (Chair), T. Diemer (Vice-chair), G. R. Dohle, Z. Kopa, C. Krausz, H. Tournaye. European Association of Urology Guidelines on Male Infertility. 2016.
15. Schuppe HC, Pilatz A, Hossain H, Diemer T, Wagenlehner F, Weidner W. Urogenital Infection as a Risk Factor for Male Infertility. // Dtsch Arztebl Int. 2017 May 12;114(19):339–346.
16. Глумов С. А. Пути улучшения репродуктивного здоровья пациентов с инфекциями, передающимися половым путем: Автореф. дис. ... к.м.н. — Кемерово, 2009.
17. Соловьева Ю. А. Влияние урологических заболеваний на репродуктивное здоровье мужчин // Новые технологии в здравоохранении: Сб. науч. трудов врачей г. Челябинска. — Вып. IV. — 2005. — С. 45–48
18. Gimenes F, Souza RP, Bento JC, et al. Male infertility: a public health issue caused by sexually transmitted pathogens. // Nat Rev Urol. 2014 Dec;11(12):672–87.
19. Bryan ER, McLachlan RI, Rombauts L, Katz DJ et al. Detection of chlamydia infection within human testicular biopsies. // Hum Reprod. 2019 Oct 2;34(10):1891–1898.
20. Redgrove KA, McLaughlin EA. The Role of the Immune Response in Chlamydia trachomatis Infection of the Male Genital Tract: A Double-Edged Sword. // Front Immunol. 2014 Oct 27;5:534.
21. Mielczarek E, Blaszkowska J. Trichomonas vaginalis: pathogenicity and potential role in human reproductive failure. // Infection. 2016 Aug;44(4):447–58.
22. Shiadeh MN, Niyayati M, Fallahi S et al. Human parasitic protozoan infection to infertility: a systematic review. // Parasitol Res. 2016 Feb;115(2):469–77.
23. Huang C, Zhu HL, Xu KR, Wang SY et al. Mycoplasma and ureaplasma infection and male infertility: a systematic review and meta-analysis. // Andrology. 2015 Sep;3(5):809–16

## ЛЕЧЕНИЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ АРТЕРИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### TREATMENT OF DISEASES OF ARTERIES OF THE LOWER EXTREMITIES. REVIEW OF LITERATURE

**V. Shalin**  
**A. Terichev**  
**I. Kolosunin**  
**K. Bazina**  
**I. Kolesnikova**  
**I. Vashurkina**  
**E. Troshin**

*Summary.* Diseases of the peripheral arteries of the lower extremities are widespread and can manifest as intermittent claudication or in the most common form, such as complete limb ischemia. Revascularization, which can be achieved by the endovascular or surgical method, is performed to improve the quality of life or, in severe cases, to save the limbs. Over the past years, methods of percutaneous catheterization have improved so that the success of this procedure is quite high even with an abnormal arrangement of blood vessels. Results of passability have also increased with an atherectomy using drug-coated devices and stents. Often, patients with diseases of the peripheral arteries of the lower extremities have concomitant diseases that increase the risk of complications from the cardiovascular system during surgical interventions. These factors led to the adoption of a primary endovascular strategy with surgical treatment for individual patients.

*Keywords:* endovascular treatment, atherothrombosis, lower limb artery disease, revascularization.

**Шалин Владислав Витальевич**

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва» (г. Саранск)  
vladshalin190@gmail.com

**Теричев Александр Ефимович**

К.м.н. доцент  
ФГБОУ ВО « Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва» (г. Саранск)  
terichevae@rambler.ru

**Колосунин Иван Александрович**

ФГБОУ ВО « Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва» (г. Саранск)  
kolosunin\_ivan@mail.ru

**Базина Ксения Александровна**

ФГБОУ ВО « Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва» (г. Саранск)  
bazina.98@mail.ru

**Колесникова Ирина Владимировна**

ФГБОУ ВО « Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва» (г. Саранск)  
colesnickova.irina2013@yandex.ru

**Вашуркина Ирина Михайловна**

ФГБОУ ВО « Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва» (г. Саранск)  
impolyakova@yandex.ru

**Трошин Евгений Михайлович**

ФГБОУ ВО « Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва» (г. Саранск)  
Jeka.troshin@mail.ru

*Аннотация.* Болезни периферических артерий нижних конечностей широко распространены и могут проявляться, как перемежающаяся хромота или в наиболее распространенной форме, такой как полная ишемия конечностей. Реваскуляризация, которая может быть достигнута эндоваскулярным или хирургическим методом, выполняется для улучшения качества жизни или, в тяжелых случаях, для спасения конечностей. За прошедшие годы, методы чрескожной катетеризации улучшились так, что успех данной процедуры достаточно высок даже при аномальном расположении сосудов. Показатели проходимости также увеличились при проведении атерэктомии с использованием приборов и стентов с лекарственным покрытием. Часто пациенты с заболеваниями периферических артерий нижних конечностей имеют сопутствующие заболевания, которые увеличивают риск осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы при хирургических вмешательствах. Эти факторы привели к принятию первичной эндоваскулярной стратегии с хирургическим лечением, предназначенным для отдельных пациентов.

*Ключевые слова:* эндоваскулярное лечение, атеротромбоз, заболевания артерий нижних конечностей, реваскуляризация.



## Введение

**З**аболевание периферических артерий нижних конечностей (ЗПАНК) является серьезной проблемой в современном мире и количество заболевших неуклонно растет. Не смотря на научный прогресс в терапии лечения и большие усилия снизить влияние факторов риска, распространенность ЗПАНК в 2010 году составляла более 200 миллионов человек по всему миру [5]. Большие суммы тратятся ежегодно для лечения данного заболевания, превосходя стоимость лечения других сердечно-сосудистых заболеваний. Госпитализации, связанные с атеротромбозом, включая процедуры реваскуляризации и ампутацию, приводят к меньшей распространенности ЗПАНК [2].

Хотя сердечно-сосудистые заболевания являются серьезной проблемой для всех пациентов с ЗПАНК, пациенты с симптомами поражения конечностей имеют большее финансирование и более высокую степень инвалидности из-за снижения функциональных возможностей.

Поздняя диагностика может сильно влиять на результаты лечения и увеличить необходимость реваскуляризации для спасения конечностей. Хирургическое лечение, которое долгое время считалось основным в лечении, сейчас считается вторичным по отношению к эндоваскулярному лечению в большинстве случаев с симптомами ЗПАНК. Более того, достижения в катетеризации позволили пациентам с множественными сопутствующими заболеваниями проводить лечение малоинвазивным способом. Курс хирургической реваскуляризации конечностей снизился, а эндоваскулярные вмешательства возросли. Это частично произошло из-за увеличения скрининга на ЗПАНК и принятия эндоваскулярных методов сосудистыми хирургами и интервенционными кардиологами [9].

Целью данного обзора является оценка текущей роли эндоваскулярных и хирургических реваскуляризаций для ЗПАНК, начиная от перемежающейся хромоты (ПХ) до полной ишемии конечностей (ПИК). Несмотря на отсутствие качественных сравнительных данных во многих клинических исследованиях, эндоваскулярную и хирургическую реваскуляризации следует считать взаимодополняющими, а не конкурентными. Сопутствующие заболевания пациентов, анатомия сосудов и предпочтения пациента взвешиваются с учетом терапевтических данных. В данном обзоре основное внимание будет уделено результатам, связанным с методом реваскуляризации, в соответствии со строением сосудов и тяжестью заболевания.

Лечение до реваскуляризации.  
Оценка риска и лечение

Как и атеросклероз, ЗПАНК имеет много факторов риска: ишемическая болезнь сердца, пожилой возраст, употребление табака и алкоголя, сахарный диабет, гипертония и дислипидемия [5]. Пол не является независимым фактором риска для ЗПАНК, и женщины и мужчины должны обследоваться и получать лечение одинаковое основанное на рекомендациях. [10].

Лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ) меньше 0,9 имеет большую прогностическую ценность, должен измеряться у всех пациентов. Чем ниже значение ЛПИ, тем больше риск возникновения сердечно-сосудистых осложнений, включая смерть.

В настоящее время нет достоверной информации о том, что маркеры воспаления, такие как С-реактивный белок, повышают риск возникновения ЗПАНК. Прогностическая ценность сердечных биомаркеров не полностью выяснены. Недавние исследования показали, что повышение уровня тропонинов непосредственно связано не только с инфарктом миокарда, но и ампутацией, а также у пациентов, которым в течении года провели экстренную эндоваскулярную операцию [17].

Если пациенты не имеют противопоказаний, то лечение до реваскуляризации представляет собой препараты статинов и ряд других, которые соответствуют клиническим рекомендациям. Ряд исследований показал, что пациенты с ЗПАНК часто получают непродолжительное лечение в процессе реваскуляризации, и это приводит к негативному результату [22].

В дополнение к традиционным рискам, усложнение влияния факторов риска, использование статинов совместно с эндоваскулярным или хирургическим лечением пациентов с ПИК связано с наиболее высоким уровнем жизни без ампутации и более низкий показатель основных сердечно-сосудистых осложнений [22].

Тяжесть заболевания  
и классификация

Заболевания периферических артерий нижней конечностей можно классифицировать по степени клинических проявлений, стадии, ответа на терапию. Поэтому нужно использовать единую систему классификации, например, Фонтейна-Покровского или Резерфорда. Что касается пациентов, обратившихся для реваскуляризации, различие между ПХ и ПИК особенно важно. Большинство пациентов имеют стабильную ПХ, где необходима реваскуляризация из-за снижения качества жизни, несмотря на использование цилостазола и специальных

упражнений. Решение о продолжении лечения инвазивным способом с ПХ зависит от локализации тромба и большей стойкости перед реваскуляризации в проксимальных отделах. Основные мероприятия, которые представляют интерес при исследовании ПХ, включают в себя рестеноз и степень проявления симптомов, таких как ходьба в течении нескольких минут. Однако при ПИК распространены многоуровневые и поднадколенниковые поражения, поэтому срочная реваскуляризация необходима для спасения конечностей [20].

Таким образом, при исследовании пациентов с ПИК, показатели заживления ран и выживаемости без ампутации являются основными. Внутри каждой анатомической ветви (аорто-подвздошная, бедренно-подколенниковая и поднадколенниковая), степень проявления заболевания может быть классифицирована при помощи системы TASCII [20]. Поражения классифицируются от А до D в зависимости от продолжительности заболевания и наличия тотальных окклюзий. Данная классификация для руководства реваскуляризацией, эндоваскулярной терапией, предназначенной для поражения типа А и В. С развитием современных методов, успехи в эндоваскулярной терапии высоки при всех типах поражений. Тем не менее, классификация TASCII по-прежнему актуальна.

### Реваскуляризация при заболеваниях аорты

Сосудистые заболевания аорто-подвздошного бассейна хорошо реагирует на методы реваскуляризации. Данная область характеризуется большим диаметром сосудов и подходит для различных чрескожных методов, включая баллонную ангиопластику и стентирование, саморасширяющегося стента с нитинолом и покрытые политетрафторэтиленом (ПТФЭ) стенты. Несмотря на отсутствие исследований, сравнивающих два способа реваскуляризации при заболеваниях аорто-подвздошного бассейна, эндоваскулярное лечение все больше вытесняет хирургическое из-за низкого процента осложнений и смертности.

### Хирургические методы и результаты

Открытое хирургическое лечение заболеваний артерий с одной стороны может быть использовано в виде: аорто-подвздошного шунтирования, бедренного шунтирования или подвздошной эндатерэктомии. Двусторонняя окклюзия аорто-подвздошной области требует аорто-бифеморального шунтирования (АБФ). Подмышечно-бедренный шунт предназначен для пациентов с большей окклюзией или сопутствующими заболеваниями, которые запрещают проведение АБФ. Доступ к инфраренальной части аорты достигается при помощи лапароскопии, либо при помощи лапаротомии. Данные

операции требуют использование общего наркоза и несут риск возникновения послеоперационных осложнений, но сохраняют более длительную проходимость просвета сосуда. Анализ 23 хирургических шунтированных при заболеваниях аорто-подвздошного бассейна показал, что с 1970 года по 1996 год происходит значительное снижение послеоперационной смертности и повторного возникновения заболевания с течением времени с современными показателями 3,3 и 13,1% соответственно. Кроме того, длительное сохранение проходимости артерий конечности очень высок: более 86% с ПХ и 81% с ПИК в течении 10 лет наблюдения.

### Эндоваскулярные методы и результаты

Исследование 279 пациентов, которые перенесли первичное стентирование при помощи баллона, расширяемого стента или баллонной ангиопластики со стентированием, получены следующие данные: отрицательные результаты или осложнения в группе баллонной ангиопластики стенозирование составило 43%, 83% составляет полная окклюзия. Данное испытание показало высокие результаты еще в то время, когда конструкция стентов была ограничена [14].

Кроме того, проходимость подвздошных артерий при дуплексном УЗИ составило 83% при стентировании и 74% при ангиопластике в последующие 6 лет. Сравнительное стентирование и ангиопластику при более тяжелом поражении подвздошной артерии, использование стентов показало больший технический успех [6]. В метаанализе первичного и временного стентирования, который включал более 950 пациентов с повреждениями TASCII C и D, первичное стентирование имело более высокий показатель проходимости. В исследованиях, включенных в анализ, использовалась комбинация баллонных расширяющихся и саморасширяющихся стентов. Данные исследования привели к тому, что чрескожной доступ и стентирование признали методом первой необходимости при заболеваниях аорто-подвздошного бассейна [20].

Последние современные исследования были направлены на изучение влияния покрытия трансплантата при лечении окклюзии подвздошной артерии. Было проанализировано течение заболевания 125 пациентов. Половине был установлен стент, покрытый ПТФЭ, другой половине был установлен стент без покрытия. Исследование проводилось от установки стента и в течении 18 месяцев после операции. Результаты не показали существенных различий для TASCII В поражения, но имели меньший показатель рестеноза для TASCII C и D. На основании врачебного опыта, данных клинических испытаний, сравнивающих различные виды стентов, рекомен-

дуется определенный подход к лечению [8]. Для лечения общих поражений подвздошных артерий, баллонное стентирование используется в соответствии со следующими правилами для минимизации послеоперационных осложнений: точное размещение, радиальное направление и расположение по прямому артериальному ходу. При тяжелой кальцификации предпочтительно использовать стент, покрытый расширяющимся баллоном. При поражениях наружной подвздошной артерии, особенно длинных сегментов или в месте перехода в бедренную артерию, необходимо использовать саморасширяющиеся стенты из-за извитости и огромной динамической силы кровотока.

### Заболевание бедренной артерии

Лечение заболеваний общей бедренной артерии (ЗОБА) обычно выполняется открытым хирургическим способом. Бедренная эндатерэктомия с пластирной ангиопластикой нашла хорошие отзывы в литературе по хирургии. Операция представляет собой небольшой разрез, сделанный под местной анестезией, показатель успеха которой приблизиться к 90% через 5 лет [13].

Эндоваскулярное лечение создает потенциальные ловушки, учитывая то, что поражение оперируемой области как правило сильно кальцинировано. Лечение стентированием не рекомендуется из-за силы мышц бедра, что может привести к перелому или рестенозу, что может способствовать нарушению проходимости в будущем. Исследование 360 пациентов с ЗОБА, которым была проведена баллонная ангиопластика и предварительное стентирование, показали высокий успех и низкий процент послеоперационных осложнений. Однако, бинарный рестеноз наблюдался у 28% больных спустя 1 год. В отдельных случаях целесообразно выполнять эндоваскулярную эндатерэктомию [4]. Однако хирургическая эндатерэктомия должна быть стратегией первой линии при лечении ЗОБА.

### Реваскуляризация при поражении бедренно-подколенной области

Бедренно-подколенная область представляет собой большой сегмент от поверхностной бедренной артерии до подколенной артерии, механика этого артериального сегмента сложна и включает в себя такие движения как сгибание, сжатие, кручение и растяжение. Данные характеристики поставили под сомнение конструкцию стента, которые продемонстрировали частые переломы стента и возникновение рестеноза в данном сегменте. Результаты баллонной ангиопластики, особенно при поражении больше 5 см, имеют низкую степень проходимости. Современные эндоваскулярные методы имеют высокий показатель успеха при длительных хрониче-

ских окклюзиях, однако, превышают 90% при использовании антеградного метода, в котором используются дополнительные инструменты для повторного доступа, и приближается к 100% для специалистов, которые владеют техникой ретроградного доступа. Субинтимальный доступ используется наиболее часто и имеет схожие результаты с внутрисосудным доступом. Поэтому самым важным показателем к операции является необходимость реваскуляризации. У пациентов с ПИК эндоваскулярное лечение является стратегией первой линии. Не смотря на хирургическое и эндоваскулярное лечение в данном сегменте, послеоперационное наблюдение крайне необходимо [23].

### Хирургическое шунтирование при поражении бедренно-подколенной области

Применение хирургического лечения для бедренно-подколенного сегмента является благоприятным, при использовании медиальной подкожной вены (МПВ) как аутооттранспланта. Данный способ может рассматриваться как альтернатива эндоваскулярному лечению у пациентов пожилого возраста с тяжелым поражением сосудов.

Большое ретроспективное исследование 467 шунтов в период с 2004 по 2012 год, которое сравнивало использование МПВ и ПТФЭ для трансплантации. Пройтимость была выше у МПВ, чем у трансплантатов ПТФЭ в течении 5 лет наблюдения [24]. Поэтому использование ПТФЭ в хирургии применимо для пациентов при отсутствии другого варианта реваскуляризации. Послеоперационная смертность варьируется от 1,3% до 6,3% и сильно зависит от сердечно-сосудистых факторов риска.

### Сравнение хирургического и эндоваскулярного лечения

Несмотря на распространенность ЗПАНК, существует мало данных о сравнении хирургической и эндоваскулярной реваскуляризации. Доступная литература имеет небольшое количество данных, и в настоящее время устарела. Наиболее известным исследование («BASIL») является сравнение шунтирования и ангиопластики при тяжелой ишемии нижней конечности, в котором сравнивали 452 пациента с ПИК, часть которых перенесла шунтирование, другая часть перенесла баллонную ангиопластику [1]. В хирургической группе использовались как биологические, так и синтетические трансплантаты. В большей степени имплантировалось от МПВ (75%) и до бедренно-подколенного сегмента. Смертность в хирургической группе (5%) практически не отличается от группы ангиопластики (3%). По количеству послеоперационных инфекций и инфарктов миокарда лидирует

хирургический метод. С точки зрения экономики, наименее затратным считается эндоваскулярный [1]. Однако, если эндоваскулярное лечение не имеет эффекта, больному необходимо проводить хирургическое лечение, но в большинстве случаев заканчивается ампутацией.

Обследование и тотальная ангиопластика при тяжелой степени перемежающейся хромоты проводилась с 1995 по 1998 год. Всего в исследовании участвовало 56 пациентов из 18 клинических центров, и только 7 пациентов лечились стентами «McQuadeetal» исследовали использование стент-графты с покрытием из ПТФЭ снитинолом. Несмотря на то, что в течении 2 лет проходимость сосудов не была нарушена, было доказано, что следует избегать использования синтетических трансплантатов [19].

### Современные эндоваскулярные методы диагностики поражений бедренно-подколенной области

В нескольких исследованиях сравнивали баллонную ангиопластику и стентирование саморасширяющимся стентами. В 2009 году Кокрановский обзор не показал явной выгоды стентирования над баллонной ангиопластикой. Тем не менее, данные испытания считаются устаревшими, благодаря улучшению дизайна и появлению вспомогательных устройств. К ним относятся лекарственная элюция стентов (ЛЭС), новые саморасширяющиеся стенты и приборы для проведения атерэктомий. Однако вопрос о необходимости проведении баллонной ангиопластики или стентировании, типе используемого стента, необходимость атерэктомии остается открыты. Поэтому в настоящее время нет единого мнения относительно наилучшей стратегии. Также, ряд исследований показал благоприятные показатели проходимости с саморасширяющимися стентами в течении длительного поражения артерий. При поражении длиной от 6 до 22 см, первичные показатели проходимости колеблются от 66 до 88%, а вторичные обычно выше 80%. Однако, прямых сравнений саморасширяющихся стентов нет. Тем не менее, саморасширяющийся стент «SUPERA» является представителем нового поколения, который имеет низкий процент переломов и превосходный коэффициент проходимости [15].

Стент-графты с покрытием прекрасно работают при окклюзии длинного сегмента, но необходим соответствующий размер и полня проходимость для достижения положительных результатов. Поэтому, двойная антитромбоцитарная терапия рекомендуется в течении 6 месяцев. В Виабане сравнивали эндопротез покрытый пропатоеновой биологически активной поверхностью и нитиноловым стентом при лечении окклюзии поверхностной бедренной артерии («VIASTAR»). По итогу был

создан новый стент «Viabahn» («GoreMedical», «Flagstaff», «AZ») или непокрытый металлический стент (НМС) [16].

Поражение сегмента длиной больше 20 см при использовании стента «Viabahn» имеет более высокий показатель проходимости по сравнению с НМС [16]. Проксимальный край стента был изменен для удаления излишков трансплантата и был покрыт гепарином, для снижения тромбообразования. Данный модификат, покрытый гепарином использовался для лечения окклюзии поверхностных бедренных артерий («VIPER»). Первичные и вторичные показатели проходимости улучшились до 73% и 92% соответственно. Повышение размеров стента является одним из факторов, влияющим на проходимость. Другое недавнее событие — одобрение «FDA» (первый ЛЭС для периферического использования), «ZilverPTX». Этот стент покрыт паклитакселом и одобрен для использования при рестенозе до 14 см. В исследовании участвовали 474 пациента с поражением бедренно-подколенной области. У баллонов с лекарственным покрытием (БЛП) был более высокий показатель проходимости в течении года, чем у больных баллонной ангиопластикой (83% против 33%). 50% пациентам в группе баллонной ангиопластики с острой коронарной недостаточностью предварительно были выбраны ЛЭС или НМС. Группа ЛЭС продемонстрировала больший уровень первичной проходимости по сравнению с НМС (90% к 70%). У 787 пациентов в течении двух лет не наблюдалась повторная необходимость реваскуляризации при использовании ЛЭС [3].

Стент «ZilverPTX» также был исследован при устранении рестеноза [3]. У пациентов со средней длиной поражения 13 см, успех процедуры составлял 98,2%, проходимость через год составила 78,8%, через два года 60,8%. При использовании данного стента антиагрегантная терапия рекомендуется в течении 6 месяцев.

### Баллоны с лекарственным покрытием и применение новых методов лечения

Баллоны с лекарственным покрытием помогают улучшить долгосрочную проходимость без необходимости размещения стентов. Исследования при использовании баллона, покрытого паклитакселом проводятся в настоящее время при поражении бедренной артерии. Баллон, покрытый оболочкой (БПО) получило одобрение в США, и в настоящее время повсеместно используется в Европе. Баллон с покрытием «LutonixPaclitaxel» был использован у 101 пациента для лечения бедренно-подколенного рестеноза («LEVANT»). Окклюзия провета через 6 месяцев у БЛП значительно ниже по сравнению с баллоном без покрытия. Через 2 года, возникли поздние осложнения у 39% с БЛП и у 46% с баллоном

без покрытия. Отсутствие рестеноза при использовании БЛП также имеет положительные результаты. Исследование поли-L- молочной кислоты в стенке при лечении поражений бедренной артерии показали высокий технический успех и показатель вторичной проходимости 89% за 1 год [25].

### Поражение подколенного сегмента

Заболевание артерий ниже коленного сустава представляет собой уникальную проблему. Данный сегмент очень сильно страдает от влияния сахарного диабета и заболеваний почек. Соответственно, данные заболевания повышают риск хирургического шунтирования и возникновение осложнений при эндоваскулярном лечении. Дистальное расположение, малый диаметр сосуда и длина сегмента, подвергнутого окклюзии, делают реваскуляризацию сложно выполняемой. Кроме того, поражение имеется на нескольких уровнях, поэтому в клинике рекомендуют начать реваскуляризацию с «притока». В результате проведение большинства реваскуляризаций в подколенной области обусловлено проявлениями ПИК. Согласно недавно опубликованному документу общества сердечно-сосудистых хирургов, реваскуляризация для лечения перемежающейся хромоты редко подходит для лечения поражений данного сегмента. Пациентам с ПИК эндоваскулярное лечение следует проводить совместно с хирургическим согласно имеющимся показаниям.

### Хирургическое шунтирование при лечении подколенных поражений

Хирургическое шунтирование также используется для лечения поражений нижней части подколенной артерии, тибіоперонеальный ствол, передняя и задняя большеберцовые артерии. Объем выполнения зависит от уровня выполнения, степени кальцификации и количества коллатералей. В ПХ показатели проходимости конкурируют с показателями бедренно-подколенных шунтов при использовании МПВ. Совокупность первичной и вторичной проходимости трансплантата в течении 5 лет — 81% и 86% соответственно. Однако, синтетические трансплантаты имеют низкую проходимость (25%) в течении последних трех лет, поэтому их использования следует избегать [11].

В ПИК хирургическое лечение следует учитывать, если есть подходящая вена. Важным исследованием в данной области является «TransfectionIII» («PREVENTIII»). Оно используется для определения прогноза выживаемости без ампутации. Имеется пять факторов риска: диализ, некроз тканей, возраст старше 75 лет, анемия и поражение коронарных артерий. Выживание без ампутации составляет только 50% в течении года [21].

### Эндоваскулярное лечение при поражении подколенного сегмента

Изобретение новых проводников и катетеров увеличили технический успех при эндоваскулярном подходе. Метаанализ подколенной ангиопластики от 2008 обнаружил, что при хронической ишемии конечностей 1 месячная первичная проходимость артерий равна 77%, которая затем снижается до 48% через 36 месяцев. Спасение конечности во многом зависит от тяжести поражения и неудачных попыток лечения, которые приближают возможность ампутации и смерти. Эндоваскулярное лечение инфраингвинального сосуда («OLIVE»), современные результаты в лечении ПИК, показывают результаты без ампутации — 74%, через 12 месяцев с повторной реваскуляризацией у 34% пациентов [12].

### Новые эндоваскулярные методы лечения поражений подколенного сегмента

При работе с мелкими и сильно кальцинированными сосудами часто требуется применение стентированных и других дополнительных устройств для атерэктомии. В испытание «ACHILLES» участвовало более 200 пациентов с очаговым (<46 мм) стенозом и наличием 3–5 симптомами по классификации Резерфорда, с целью использования либо эрозийного сиролимуса, либо баллонной ангиопластики с НМС. Через 1 год было отмечено улучшение проходимости сосудов в группе БЛП (75 против 57,1%,  $p < 0,05$ ), но не было большой разницы в процентах смертности, повторной реваскуляризации или ампутации. Пациенты с подколенной окклюзией были изучены на «YUKON-VTX». Данное исследование сравнивало безполимерный сиролимус-элюирующий ЛЭС с НМС. В течение периода наблюдения в 2,8 года количество случаев проходимости было выше при ЛЭС (65,8 против 44,6%,  $p = 0,02$ ). Также доказано, что эверолимус-элюирующий ЛЭС показывает лучшие результаты по сравнению с другими, включая 12-месячный коэффициент первичной проходимости (85 против 54%,  $p = 0,0001$ ) и необходимость реваскуляризации пораженных участков (91 против 66%,  $p = 0,001$ ) [2].

Использование пациентов с ПИКБПО с паклитаксолом с поражением ниже коленного сустава является спорным и в настоящее время изучается в «Lutonix VTK».

### Заключение

Решение о реваскуляризации при ЗПАНК нижних конечностей является сложным из-за быстро развивающегося эндоваскулярного лечения и отсутствия научных исследований. На основании послеоперационного успе-

ха, низкой заболеваемости и смертности, а также улучшения показателей патентоспособности с использованием новых устройств, эндоваскулярное шунтирование с МПВ остается единственным выбором у пациентов

с низким хирургическим риском. Однако, необходимо продолжать исследования в данной области науки, но до тех пор, пока они не станут доступными, следует применять проверенные методы лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Adam D. J. Bypass versus Angioplasty in Severe Ischaemia of the Leg (BASIL): multicentre, randomized controlled trial./ Adam D. J., Beard J. D., Cleveland T., et al. // *Lancet*.-Vol.366. — 2005.-P.1925–1934. (40)
2. Bosiers M. Randomized comparison of everolimus-eluting versus bare-metal stents in patients with critical limb ischemia and infrapopliteal arterial occlusive disease./ Bosiers M., Scheinert D., Peeters P., et al. // *J Vasc Surg*.-Vol.55. — 2012.-P.390–398. (71)
3. Dake M. D. Sustained safety and effectiveness of paclitaxel-eluting stents for femoropopliteal lesions: 2- year follow-up from the Zilver PTX randomized and single-arm clinical studies./ Dake M. D., Ansel G. M., Jaff M. R., et al. // *J Am Coll Cardiol*.-Vol.61. — 2013.-P.2417–2427. (53)
4. Dattilo P. B. Acute and medium-term outcomes of endovascular therapy of obstructive disease of diverse etiology of the common femoral artery./ Dattilo P. B., Tsai T. T., Kevin Rogers R., Casserly I. P. // *Catheteriz Cardiovasc Interven*.-Vol.81. — 2013.-P. 1013–1022. (32)
5. Fowkes F.G.R. Comparison of global estimates of prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2000 and 2010: a systematic review and analysis./ Fowkes F. G. R., Rudan D., Rudan I., et al. // *Lancet*. -Vol. 382.-2013.-P.1329–1340. (1)
6. Goode S. D. Randomized clinical trial of stents versus angioplasty for the treatment of iliac artery occlusions (STAG trial)/ Goode S. D., Cleveland T. J., Gaines P. A., collaborators St. // *Br J Surg*.-Vol.100. — 2013.-P.1148–1153. (27)
7. Gray B.H. SCAI Expert Consensus Statement for Infrapopliteal Arterial Intervention Appropriate Use./ Gray B. H., Diaz-Sandoval L.J., Dieter R. S., Jaff M. R., White C. J. // *Catheterization & Cardiovascular Interventions* 2014. (61)
8. Grenacher L., Rohde S., Ganger E., Deutsch J., Kauffmann G. W., Richter G. M. In vitro comparison of self-expanding versus balloon-expandable stents in a human ex vivo model./ Grenacher L., Rohde S., Ganger E., Deutsch J., Kauffmann G. W., Richter G.M. // *Cardiovasc Interven Radiol*.-Vol.29. — 2006.-P.249–254. (29)
9. Harris T. J. Utilization of lower extremity arterial disease diagnostic and revascularization procedures in medicare beneficiaries 2000–2007./ Harris T. J., Zafar A. M., Murphy T. P. // *AJR*.-Vol.197. — 2011.-P.314–317(6)
10. Hirsch A.T. A call to action: women and peripheral artery disease: a scientific statement from the American Heart Association./ Hirsch A. T., Allison M. A., Gomes A. S., et al. // *Circulation*.-Vol.125. — 2012.-P.1449–1472. (7)
11. Hirsch A.T. ACC/AHA Guidelines for the Management of Patients with Peripheral Arterial Disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): a collaborative report from the American Associations for Vascular Surgery/Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines./ Hirsch A. T., Haskal Z. J., Hertzner N. R., et al. // *J Vasc Interven Radiol*.-Vol.17. — 2006.-P.1383–1397. (63)
12. Iida O. Endovascular treatment for infrainguinal vessels in patients with critical limb ischemia: OLIVE registry, a prospective, multicenter study in Japan with 12-month follow-up./ Iida O., Nakamura M., Yamauchi Y. // *Circulat Cardiovasc Interven*.-Vol.6. — 2013.-P.68–76. (68)
13. Kang J. L. Common femoral artery occlusive disease: contemporary results following surgical endarterectomy./ Kang J. L., Patel V. I., Conrad M. F., Lamuraglia G. M., Chung T. K., Cambria R. P. // *J Vasc Surg*. — Vol.48.-2008.-P. 872–877. (30)
14. Klein W. M. Long-term cardiovascular morbidity, mortality, and reintervention after endovascular treatment in patients with iliac artery disease: the Dutch Iliac Stent Trial Study./ Klein W. M., van der Graaf Y., Seegers J., Moll F. L., Mali W. P.T.M. // *Radiology*.-Vol.232. — 2004.-P.491–498. (25)
15. Laird J. R. Nitinol stent implantation in the superficial femoral artery and proximal popliteal artery: twelvemonth results from the complete SE multicenter trial./ Laird J. R., Jain A., Zeller T., et al. // *J Endovasc Ther*.-Vol.21. — 2014.-P.202–212. (49)
16. Lammer J. Heparin-bonded covered stents versus bare-metal stents for complex femoropopliteal artery lesions: the randomized VIASTAR trial (Viabahn endoprosthesis with PROPATEN bioactive surface [VIA] versus bare nitinol stent in the treatment of long lesions in superficial femoral artery occlusive disease)/ Lammer J., Zeller T., Hausegger K. A., et al. // *J Am Coll Cardiol*.-Vol.62. — 2013.-P.1320–1327. (50)
17. Linnemann B. Elevated cardiac troponin T is associated with higher mortality and amputation rates in patients with peripheral arterial disease./ Linnemann B., Sutter T., Herrmann E., et al. // *J Am Coll Cardiol*.-Vol.63. — 2014.-P.1529–1538. (12)
18. Mahoney E. M. Vascular hospitalization rates and costs in patients with peripheral artery disease in the United States./ Mahoney E. M., Wang K., Keo H. H., et al. // *Circulat Cardiovas Quality Out*.-Vol.3. — 2010.-P.642–651. (2)
19. McQuade K. Randomized comparison of ePTFE/nitinol self-expanding stent graft vs prosthetic femoral-popliteal bypass in the treatment of superficial femoral artery occlusive disease./ McQuade K., Gable D., Hohman S., Pearl G., Theune B. // *J Vasc Surg*.-Vol.49. — 2009.-P.109–115. (43)
20. Norgren L. Inter-society consensus for the management of peripheral arterial disease (TASC II)/ Norgren L., Hiatt W. R., Dormandy J. A. // *J Vasc Surg*.-Vol.45. — 2007.-P.65–67. (21)
21. Schanzer A. Risk stratification in critical limb ischemia: derivation and validation of a model to predict amputation-free survival using multicenter surgical outcomes data./ Schanzer A., Mega J., Meadows J., Samson R. H., Bandyk D. F., Conte M. S. // *J Vasc Surg*.-Vol.48. — 2008.-P.1464–1471. (65)
22. Schanzer A. Statins are independently associated with reduced mortality in patients undergoing infrainguinal bypass graft surgery for critical limb ischemia./ Schanzer A., Hevelone N., Owens C. D., Beckman J. A., Belkin M., Conte M.S. // *J Vasc Surg*.-Vol.47. — 2008.-P.774–781. (15)

23. Soga Y. Initial and 3-year results after subintimal versus intraluminal approach for long femoropopliteal occlusion treated with a self-expandable nitinol stent./ Soga Y, Iida O., Suzuki K., et al. // *J Vasc Surg.*-Vol.58. — 2013.-P.1547–1555. (37)
24. van der Slegt J. The current position of precuffed expanded polytetrafluoroethylene bypass grafts in peripheral vascular surgery./ van der Slegt J., Steunenberg S. L., Donker J. M.W. // *J Vasc Surg.*-Vol.60. — 2014.-P.120–128. (39)
25. Werner M. Evaluation of the biodegradable peripheral Igaki-Tamai stent in the treatment of de novo lesions in the superficial femoral artery: the GAIA study./ Werner M., Micari A., Cioppa A., et al. // *J Am Coll Cardiol Intv.*-Vol.7. — 2014.-P.305–312. (60)

© Шалин Владислав Витальевич ( vladshalin190@gmail.com ), Теричев Александр Ефимович ( terichevae@rambler.ru ),  
 Колосунин Иван Александрович ( kolosunin\_ivan@mail.ru ), Базина Ксения Александровна ( bazina.98@mail.ru ),  
 Колесникова Ирина Владимировна ( colesnickova.irina2013@yandex.ru ),  
 Вашуркина Ирина Михайловна ( impolyakova@yandex.ru ), Трошин Евгений Михайлович ( Jeka.troshin@mail.ru ).  
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва

## ПРИНЦИПЫ ЭФФЕКТИВНОЙ ДЕГЕЛЬМИНТИЗАЦИИ ПРИ АСКАРИДОЗЕ

### PRINCIPLES OF EFFECTIVE DEWORMING IN ASCARIASIS

**K. Shugaeva  
B. Dzhantemirov  
M. Sulaeva  
E. Medzhidova**

*Summary.* According to the world health organization, of the 50 million people who die each year in the world, more than 16 million are caused by infectious and parasitic diseases. A large number of different types of helminths can be parasitized in the human body.

Helminthosis therapy is effective if a specific treatment scheme is involved. In the framework of this study presents the results of a study of the effectiveness of deworming drugs, Nematol.

*Keywords:* ascariasis, worm infestation, elminthidae, deworming, treatment tactics.

**Шугаева Карина Ярагыевна**

К.м.н., старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Дагестанский Государственный Медицинский Университет» Минздрава России  
Asaprocky6677@mail.ru

**Джантемиров Баммат Идрисович**

ФГБОУ ВО «Дагестанский Государственный Медицинский Университет» Минздрава России

**Сулаева Мариян Закировна**

ФГБОУ ВО «Дагестанский Государственный Медицинский Университет» Минздрава России  
Timur.Sharapov001@mail.ru

**Меджидова Эльмира Мусаевна**

ФГБОУ ВО «Дагестанский Государственный Медицинский Университет» Минздрава России  
Medzhidova007@mail.ru

*Аннотация.* По данным Всемирной организации здравоохранения, из 50 млн. человек, ежегодно умирающих в мире, более чем у 16 млн. причиной смерти являются инфекционные и паразитарные заболевания. В организме человека могут паразитировать большое количество различных видов гельминтов.

Терапия гельминтоза эффективна, если задействуется определенная лечебная схема. В рамках настоящего исследования представлены результаты исследования эффективности в дегельминтизации лекарственного препарата «Немозол».

*Ключевые слова:* аскаридоз, глистная инвазия, дегельминтизация, дегельминтизация, тактика лечения.

**Г**ельминтозы встречаются у людей разного возраста и пола. Дети, взрослые, беременные женщины — в зоне риска заражения глистами оказывается каждый человек. За счет выделения токсических метаболитов гельминты наносят большой вред организму человека. Длительное время гельминтозы могут протекать бессимптомно, приводя к развитию анемии, нарушениям нервной деятельности, желудочно-кишечным расстройствам [1].

Аскаридоз глистная инвазия вызванная аскаридой — круглым червем. Это распространенное инфекционное заболевание, отличительной особенностью которого является полиморфизм клинических проявлений [2].

По данным ВОЗ аскаридозом страдает более 1 млрд. человек на Земле. Аскарида крупная нематода, достигающая 40 см в длину и 6 мм в толщину. Срок жизни от 10 до 24 месяцев. Аскариды паразитируют в кишечнике,

в личиночной стадии могут проникать в дыхательные пути и в кровь. Механизм передачи инфекции — фекально-оральный, пути — пищевой и водный, факторами передачи являются немытые овощи, зелень, ягоды. Больной человек не является контагиозным, так как гельминт проникает в организм человека на одной стадии развития, а покидает его на другой [4,5].

В человеческом организме аскариды могут паразитировать целый год. Если не произойдет повторное заражение, тогда существует вероятность самоизлечения. Человек — единый источник заражения этим видом червей. Путь инвазии — пероральный, то есть глисты проникают в организм во время заглатывания яиц вместе с грязной и сырой пищей.

В виду того, что паразиты преодолевают различные стадии развития, мигрируя по всему организму, симптомы аскаридоза у взрослых зависят от стадии протекания.



кания болезни. Выделяют две стадии течения гельминтоза:

1. миграционная (ранняя);
2. кишечная (поздняя).

Клиника миграционного этапа полиморфная, для которой характерны манифестные и латентные формы разной степени тяжести от смазанного до тяжелого течения.

Признаки ранней стадии называют токсикологическими или воспалительными. К ним относят эмоциональную нестабильность, слабость, тошноту и головокружение. Также у пациента может развиваться аллергия, которая ранее не проявляла себя.

Иногда появляется астматическая реакция, бронхит, кашель и пневмония. Клиника манифестного этапа заключается в наличии субфебрильной температуры. При этом наблюдаются такие симптомы как: увеличение селезенки и печени, что видно на фото; одышка; головная боль; зудящая экзантема; мышечные и суставные боли.

Клиника поздней фазы может быть смазанной, но у некоторых пациентов присутствуют следующие проявления: эозинофилия; головная боль; дискомфорт в животе; головокружение; расстройство стула; утомляемость; тошнота и иногда рвота.

Стоит заметить, чем старше пациент, тем сложнее он будет переносить гельминтоз. Это объясняется возрастными изменениями и наличием хронических заболеваний, активизирующихся по причине слабого иммунитета.

Из-за многообразия симптомов диагностика аскаридоза весьма затруднительна. В процессе исследования проводятся лабораторные и клинические анализы. Также принимаются ко вниманию результаты эпидемиологических обследований. Начальная диагностика заключается в сборе данных, указывающих на вероятный источник инвазии и количество времени, прошедшего с момента возникновения первых признаков присутствия паразитов. Также важно выяснить с кем контактировал человек до обращения за врачебной помощью.

При заражении паразитами исследуется кровь, если в организме обитают аскариды, то результаты лабораторных анализов укажут на анемию. Состояние определяется снижением концентрации красных кровных телец (эритроциты и гемоглобин). Недомогание возникает из-за воздействия продуктов жизнедеятельности гельминтов и по причине дефицита питательных веществ.

Также диагностика аскаридоза подразумевает эозинофилию. При наличии в организме гельминтов возрас-

тает фракция белой крови. Эозинофилы нейтрализуют биологически активное вещество — гистамин, которое выделяется в чрезмерном количестве, когда глисты опадают в организм.

При запущенной стадии аскаридоза концентрация эозинофилов в крови возрастает и может увеличиваться до 25%.

Но высокое содержание эозинофилов и недомогание не всегда являются характерной симптоматикой аскаридоза. Ведь аналогичные признаки могут возникать при аллергии и паразитировании любого другого вида червя в организме.

Также диагностика при заражении организма аскаридами подразумевает проведение рентгенологического исследования. Эозинофилия и рентгенограмма легких может указать на наличие гельминтоза (как выглядят легкие, пораженные гельминтами можно увидеть на фото) Ведь когда гельминты проходят через легкие, то в них возникают очаговые воспаления, которые видны на рентгене.

Диагностика кишечной стадии заболевания довольно простая, так как обнаружить глистов можно по наличию яиц паразитов в кале зараженного человека. Однако в некоторых случаях в экскрементах при аскаридозе не обнаруживаются признаки, указывающие на его наличие. Это происходит, если:

- ◆ в кишечнике обитает только самец либо самка, из-за чего нарушается жизненный цикл аскариды и цикл ее размножения;
- ◆ используются лекарственные препараты для лечения других болезней, вследствие чего нарушается процесс размножения паразитов.

В такой ситуации проводятся биохимические анализы, указывающие на наличие продуктов обмена гельминтов. Таким образом, в моче обнаруживаются летучие жирные кислоты.

Терапия гельминтоза эффективна, если задействуется определенная лечебная схема. Так, чтобы вывести глистов врач назначает десенсибилизирующие препараты. Наиболее распространенными средствами из этой группы являются Тавегил и Супрастин. Также необходимы противоглистные препараты, самым эффективным на сегодняшний день считается препарат «Немозол».

Немозол при аскаридозе — это незаменимый препарат, с незначительными побочными эффектами, который выпускается в виде таблеток, жевательных таблеток и суспензии. Данный препарат уничтожает не только поло-

возрелых особей, но и аскарид в любой промежуточной форме.

Цель: изучить клиническую эффективность немозола в лечении больных аскаридозом.

### Материалы и методы

В исследование было включено 50 пациентов с аскаридозом. Среди них были 28 женщин и 22 мужчин. Возраст от 20 до 40 лет, с массой тела от 60 кг и более. Дозировка немозола составляла 400 мг 1 раз в сутки в течение 3 дней. Данный препарат пациенты принимали в обед, во время принятия пищи, которая богата жирами. Жиры способствуют лучшей абсорбции немозола.

Курс лечения повторяли 3 раза, с перерывом в неделю, под контролем микроскопии кала и общего анализа крови.

### Результаты и их обсуждение

Взрослые особи после приема немозола гибнут уже через 24 часа у 50% больных, у остальных через 48 часов. Таким образом, немозол является эффективным средством для дегельминтизации при аскаридозе. Применение данного препарата один раз в сутки в течение 3 дней хорошо переносится больными и обеспечивает ги-

бель гельминтов в течение 48 часов. Данное лекарственное средство не является токсичным в дозировке 400 мг 1 раз в сутки для взрослого человека и борется со всеми видами аскарид (яйца, личинки, здоровые особи). Основу препарата составляет соединение альбендазол, относящееся к химической группе карбаматбензимидазолов. Данное вещество эффективно против круглых червей. Оно воздействует на кишечный тракт гельминтов и их мышечные ткани, блокируя проходящие в них биохимические процессы. Также препарат блокирует образование яиц и личинок гельминтов. В результате глисты погибают и выводятся из организма естественным способом [3].

### Выводы

Глистные инвазии обычно доставляют больным немало неприятностей. Однако не всегда удается подобрать такое эффективное антигельминтное средство, которое бы подошло каждому пациенту. Данный препарат должен воздействовать не только на взрослых гельминтов, но и на их личинки.

Всем этим требованиям соответствует фармакологический препарат немозол. Совокупность позитивных качеств данного препарата позволяет широко использовать его в реальной клинической практике для повышения эффективности лечения пациентов с аскаридозом.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Сергиев В. П. Паразитарные болезни их профилактика и лечение // Эпидемиология и инфекционные болезни. 1997. № 2. С. 8–12.
2. Поляков В.Е., Лысенко А. Я. Аскаридоз у детей и подростков // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2005. № 6. С. 48–50.
3. Миносян Б.А., Ивашев М. Н., Сергиенко А. В. Фармакодинамика альбендазола // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 10. С. 77–78.
4. Siniarska A., Antoszewska A., Dziejewski C. Urbanization and industrialization versus biological status of human populations // Stud. Hum. Ecol. 2002. № 10. P. 335–358.
5. Schmidt G.D., Roberts L. S. Foundation of Parasitologi // The Mosby Co ST. Louis, 2007. P. 604.

© Шугаева Карина Ярагыевна (Asaprocky6677@mail.ru), Джантемиров Баммат Идрисович,  
Сулаева Мариян Закировна (Timur.Sharapov001@mail.ru), Меджидова Эльмира Мусаевна (Medzhidova007@mail.ru).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ВЫРАЖЕННОСТЬ НАРУШЕНИЙ КИШЕЧНОЙ МИКРОБИОТЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА У ПАЦИЕНТОВ ГАСТРОЭНТЕРОЛОГИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА

## SEVERITY OF INTESTINAL MICROBIOTA DISORDERS DEPENDING ON THE AGE OF THE PATIENT GASTROENTEROLOGICAL HOSPITAL PATIENTS

**T. Esaulova  
I. Kochina  
O. Bazaeva  
E. Zyazina**

*Summary.* This work is devoted to the study of intestinal microbiota in various age groups in a gastroenterological hospital. The aim of the study is to determine the severity of violations of the microbiota of the large intestine, depending on age. The method of the study was a retrospective analysis of medical records of patients' medical histories of the gastroenterological Department of the Astrakhan state hospital No. 3 from 2009–2019. As a result of the study, it was found that the most pronounced changes in the intestinal microbiota are characteristic of the age over 60 years, the least pronounced—for patients aged 40 to 60 years, patients aged 20 to 40 years in terms of the severity of dysbiosis occupy an intermediate position. This may be due to the fact that the formation of chronic diseases of the gastrointestinal tract at a young age begins to occur maladaptive processes in the intestinal microbiota, which may decrease under the influence of various factors, including treatment, normalization of the immune response, which we saw in the 1 and 2 age groups. However, if the damage to the digestive system persists for a long period, the severity of changes in the intestinal microbiota increases as much as possible.

*Keywords:* intestinal microbiota, dysbiosis, normal microflora, conditionally pathogenic microflora, aerobic bacteria, pathogenic microflora.

**Эсаулова Татьяна Алексеевна**

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий терапевтической службой, Частное учреждение здравоохранения «Медико-санитарная часть»*  
esaulovat@mail.ru

**Кочина Ирина Игоревна**

*ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации*  
freilain.kochina@yandex.ru

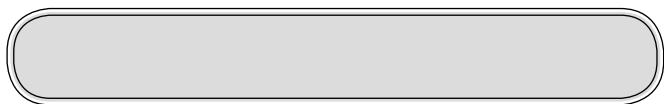
**Базаева Ольга Викторовна**

*Аспирант, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, врач-гастроэнтеролог поликлинического отделения, Частное учреждение здравоохранения «Медико-санитарная часть»*  
olga.karapetyan.89@mail.ru

**Зязина Елена Николаевна**

*Аспирант, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, врач-терапевт поликлинического отделения, Частное учреждение здравоохранения «Медико-санитарная часть»*  
enzyazina@yandex.ru

*Аннотация.* Работа посвящена изучению кишечной микробиоты в различных возрастных группах в гастроэнтерологическом стационаре. Целью исследования является определение степени выраженности нарушений микробиоты толстого кишечника в зависимости от возраста. Методом исследования стал ретроспективный анализ медицинской документации историй болезни пациентов гастроэнтерологического отделения ГКБ № 3 г. Астрахани с 2009–2019 годы. В результате проведенного исследования установлено, что наиболее выраженные изменения кишечной микробиоты характерны для возраста старше 60 лет, наименее выраженные — для пациентов в возрасте от 40 до 60 лет, пациенты в возрасте от 20 до 40 лет по степени выраженности дисбактериоза занимают промежуточную позицию. Это может быть связано с тем, что при формировании хронических заболеваний желудочно-кишечного тракта в молодом возрасте начинают происходить дезадаптивные процессы в кишечной микробиоте, которые могут уменьшаться под воздействием различных факторов, в т.ч. лечения, нормализации иммунного ответа, что мы и увидели в 1 и 2 возрастных группах. Однако при сохранении поражения органов пищеварения на протяжении длительного периода выраженность изменений в кишечной микробиоте максимально усиливается.



## Актуальность

**В** настоящее время проблема дисбактериоза кишечника чрезвычайно актуальна по причине большой распространенности этой патологии (по данным РАМН у 90% населения России отмечаются различные патологические изменения микрофлоры), существенным снижением резервов здоровья и отягощением многих хронических заболеваний, что затрудняет их лечение и ухудшает прогноз [12,16]. Кроме того, на современном этапе изучения дисбактериоза особое внимание уделяется молекулярным и биохимическим механизмам, лежащим в основе взаимного влияния микробиоты кишечника на функции человеческого организма [5,13]. Исследователями было доказано [1,2], что кишечная микрофлора играет роль в развитии синдрома инсулинорезистентности, предполагающего гиперинсулинемию и высокий риск ожирения, артериальной гипертензии, дислипидемии и сахарного диабета 2 типа [7,10]. Это связано с вызванной патологической микрофлорой продукцией провоспалительных цитокинов, влияющих на субстраты инсулиновых рецепторов и блокирующих транспорт глюкозы внутрь клетки. Описаны также характерные изменения микробного пейзажа при воспалительных заболеваниях кишечника: болезнь Крона и язвенный колит [13,14]. Предполагается, что компоненты кишечной микробиоты могут модифицировать аспекты иммунитета хозяина, в частности эффекторную дифференцировку Т-клеток, влияющую на восприимчивость к ревматоидному артриту и аутоиммунным заболеваниям вообще [3,4]. Перечисленные патологические состояния, ассоциированные с дисбактериозом, неизбежно приводят к интоксикации организма и некоторые сопровождаются развитием эндогенной интоксикации — каскадного, генерализованного процесса, способного к прогрессированию и обусловленного накоплением в крови токсических субстанций в концентрациях, превышающих функциональные возможности естественных систем детоксикации с последующим нарушением других органов и систем организма [6,15]. Исходя из этого, существование длительного анамнеза хронических поражений желудочно-кишечного тракта может приводить к значительным изменениям в кишечной микрофлоре, усугубляющимся с увеличением возраста пациента [9,17]. Поэтому изучение связей между изменениями в кишечной микробиоте и возрастом пациента при наличии у него хронических заболеваний желудочно-кишечного тракта является весьма актуальным [8,11].

*Ключевые слова:* кишечная микробиота, дисбактериоз, нормальная микрофлора, условно патогенная микрофлора, аэробные бактерии, патогенная микрофлора.

## Цель исследования

Определить степень выраженности нарушений микробиоты толстого кишечника в зависимости от возраста.

### Задачи:

1. Оценить степень отклонений в микробиоте кишечника в разных возрастных группах у пациентов гастроэнтерологического стационара.
2. Разработать критерии, способствующие разделению выявленных отклонений по степени выраженности дисбактериоза.
3. Определить взаимосвязь между возрастом и развитием нарушений микробиоты толстого кишечника.

**Материалы:** результаты исследования микробного пейзажа толстого кишечника по данным историй болезни пациентов гастроэнтерологического отделения ГКБ № 3 г. Астрахани.

**Методы:** статистический, ретроспективный — по данным медицинской документации, бактериологический (исследование микробиоценоза толстого кишечника).

## Результаты исследований

Изучены истории болезней 188 пациентов, проживающих в течение последних 10 лет (2009–2019 годы) на территории Астраханской области и проходивших лечение по поводу обострения хронических заболеваний желудочно-кишечного тракта в условиях гастроэнтерологического отделения городской больницы. Из них мужчин было 46,7% (88 человек), женщин — 53,3% (100 человек). Средний возраст пациентов — 46,9±14 лет. Все пациенты нами были разделены на 3 группы: 1 группа (60 человек) — от 20 до 40 лет со средним возрастом 30±6 лет, 2 группа (100 человек) — от 41 до 60 лет со средним возрастом 49±6 лет, 3 группа (28 человек) — старше 60 лет со средним возрастом 68±7 лет.

При анализе показателей кишечной микрофлоры у 100% пациентов нами выявлены отклонения: снижение количества лактобактерий — в 53,2% случаев (100 пациентов), снижение количества кишечной палочки с нормальной ферментативной активностью — 44,7% (88 человек), снижение количества энтерококков и избыточный их рост встречались в 40,4% случаев (76 чело-

век). Избыточный рост условно патогенной микрофлоры был отмечен у 44,7% (84 пациента).

Для удобства исследования мы разделили полученные данные по 3 степеням выраженности дисбактериоза. К 1 степени нарушений микробиоты мы отнесли результаты с выявленным снижением числа нормальных представителей микрофлоры кишечника, повышением числа аэробных бактерий или появлением атипичных форм кишечной палочки, а также комбинации этих отклонений. Таких пациентов выявлено 48,9% (92 пациента). Ко 2-й степени были отнесены результаты со всеми перечисленными выше отклонениями в кишечной микробиоте плюс те, при которых обнаруживался рост условно патогенной флоры (*Citrobacter freundii*, *Enterobacter*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus saprophyticus*). Такие изменения выявлены нами в 38,3% случаев (72 человека). В группу нарушений 3-й степени выраженности дисбактериоза выделена совокупность изменений в анализе микробиоты кишечника, где помимо ранее указанных отклонений был также отмечен рост спороносных анаэробных палочек (*Клостридии*) и грибов (*Candida albicans*, *Candida Krusei* и дрожжеподобные грибы). Таких пациентов оказалось 12,8% (24 человека).

При изучении состава кишечной микробиоты в 1 возрастной группе выявлено следующее. Снижение нормальных представителей микробиоты кишечника отмечено в 100% случаев: снижение числа кишечной палочки с нормальной ферментативной активностью выявлено в 66,7% случаев (40 пациентов), снижение числа лактобактерий — в 33,3% случаев (20 человек), снижение энтерококков — в 20% (12 человек). При этом в 53,3% случаев мы увидели избыточный рост энтерококков (32 пациента), у 6,7% (4) пациентов — избыточный рост кишечной палочки со сниженной ферментативной активностью, у 13,3% (8 человек) — избыточный рост лактозонегативной кишечной палочки. У 53,3% пациентов (32 человека) обнаружено появление условно-патогенной микрофлоры: *Citrobacter freundii* — 20% (12 человек), *Enterobacter* — 20% (12 человек), *Klebsiella pneumoniae* — 26,7% (16 человек). У 13,3% данной группы (8 человек) выявлено появление дрожжеподобных грибов. Таким образом, в первой возрастной группе мы выявили 1 степень выраженности дисбактериоза в 40% случаев (24 пациента), 2 степень — в 46,7% (28 человек), 3 степень — в 13,3% (8 человек).

Во второй возрастной группе (41–60 лет) наибольшее число отклонений проявилось снижением нормальных представителей микрофлоры кишечника — 92% (92 пациента), что проявилось снижением количества лактобактерий и энтерококков в 60% случаев (60 человек), понижением числа кишечной палочки с нормальной

ферментативной активностью в 32% случаев (32 пациента), уменьшением числа бифидобактерий в 24% случаев (24 человека). Повышение числа аэробных бактерий, связанных с избыточным ростом кишечной палочки с нормальной ферментативной активностью выявлены в 8% (8 пациентов) и энтерококков — в 28% случаев (у 28 пациентов), сочетание этих изменений отмечалось в 32% случаев (у 32 пациентов). Повышение атипичных форм кишечной палочки выявлено в 36% случаев (36 пациентов). Условно патогенная флора обнаружена нами у 36% (36 пациентов) из них: *Citrobacter freundii* — 12% (12 человек), *Enterobacter* — 16% (16 человек), *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus* и *Staphylococcus saprophyticus* — по 4% (4 человека). В 12% случаев (12 пациентов) были обнаружены грибки: в 8% (8 пациентов), из них — избыточный рост грибов рода *Candida* — в 4% (4 человека). Таким образом, в данной возрастной группе 1 степень выраженности дисбактериоза была выявлена в 60% случаев (60 пациентов), 2 степень — в 28% (28 человек) и 3 степень — в 12% случаев (12 человек).

Наиболее выраженные изменения в составе микрофлоры нами были выявлены в 3-й возрастной группе. Снижение нормальных представителей микрофлоры кишечника — 85,7% случаев (24 пациента) — были представлены снижением роста лактобактерий — 71,4% (20 человек), сниженным ростом кишечной палочки с нормальной ферментативной активностью — 57,1% (16 человек), снижением числа бифидобактерий — 28,6% (8 человек), снижением количества энтерококков — 14,3% (4 человека). Избыточный рост аэробных бактерий за счёт энтерококков отмечался в 57,1% (16 человек) случаев. Также было отмечено появление атипичных форм кишечной палочки — в 7,1% (2 человека) случаев. Избыточный рост условно патогенной флоры был выявлен в 57,1% случаев (16 пациентов), среди них: *Citrobacter freundii* и *Enterobacter* по 28,6% (8 человек), *Staphylococcus saprophyticus* — 14,3% (4 человека). Отмечался также рост грибов в 10,7% случаев (3 человека). И только в данной группе было замечено появление клостридий — 28,6% случаев (8 человек). В данной группе пациентов в 28,6% (8 человек) выраженность дисбактериоза соответствовала 1 степени, в 57,1% (16 человек) — 2 степени, в 14,3% (4 человека) — 3 степени.

## Выводы

Сопоставление исследований кишечной микробиоты среди представителей разных возрастных групп показало, что наиболее выраженные её отклонения характерны для старшей возрастной группы, наименее выраженные — для пациентов средней возрастной группы. Пациенты 1 возрастной группы по степени выраженности дисбактериоза заняли промежуточную позицию.

Это может быть связано с тем, что при формировании хронических заболеваний желудочно-кишечного тракта в молодом возрасте начинаются дезадаптивные процессы в кишечной микробиоте, которые могут уменьшаться под воздействием разных факторов, в т.ч. лечения, нор-

мализации иммунного ответа, что мы и увидели в 1 и 2 возрастных группах. Однако при сохранении поражения органов пищеварения на протяжении длительного периода выраженность изменений в кишечной микробиоте максимально усиливается.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Backhed F., Manchester J. K., Semenovitch C. F., Gordon J. I. Mechanisms underlying the resistance to diet-induced obesity in germ-free mice // *Proc Natl AcadSci US*. 2007, Jan 16; 104 (3): 979–984.
2. Turnbaugh P.J., Ley R. E., Mahowald M. A., Magrini V., Mardis E. R., Gordon J. I. An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest // *Nature*. 2006; 444 (7122): 1027–1031.
3. Turnbaugh, P.J.; Hamady, M.; Yatsunenko, T.; Cantarel, B.L.; Duncan, A.; Ley, R.E.; Sogin, M.L.; Jones, W.J.; Roe, B.A.; Affourtit, J.P.; et al. A core gut microbiome in obese and lean twins. *Nature* 2009, 457, 480–484.
4. Turnbaugh, P.J.; Backhed, F.; Fulton, L.; Gordon, J. I. Diet-induced obesity is linked to marked but reversible alterations in the mouse distal gut microbiome. *CellHostMicrobe* 2008, 3, 213–223.
5. Wellen K.E, Hotamisligil G. S. Inflammation, stress and diabetes // *J Clin Invest*. 2005; 115 (5): 1111–1119.
6. Cani P.D., Amar J., Iglesias M. A. et al. Metabolic endotoxemia initiates obesity and insulin resistance // *Diabetes*. 2007 Jul; 56 (7): 1761–1772.
7. Cani P.D., Bibiloni R., Knauf C., Waget A., Neyrinck A. M., Delzenne N. M., Burcelin R. Changes in Gut Microbiota Control Metabolic Endotoxemia-Induced Inflammation in High-Fat Diet-Induced Obesity and Diabetes in Mice // *Diabetes*. 2008, Jun; 57 (6): 1470–1481.
8. Creely S.J., McTernan P.G., Kusminski C. M. et al. Lipopolysaccharide activates an innate immune system response in human adipose tissue in obesity and type 2 diabetes // *Am J PhysiolEndocrinolMetab*. 2007 Mar; 292 (3): 740–747.
9. Ley R.E., Backhed F., Turnbaugh P.J., Lozupone C. A., Knight R. D., Gordon J. I. Obesity alters gut microbial ecology // *Proc Natl AcadSci USA*. 2005, Aug 2; 102 (31): 11070–11075.
10. Ley R.E, Turnbaugh P. J., Klein S., Gordon J. I. Microbial ecology: human gut microbes associated with obesity // *Nature*. 2006; 444 (7122): 1022–1023.
11. Samuel B.S., Gordon J. I. A humanized gnotobiotic mouse model of hostarchaeal-bacterial mutualism // *Proc Natl AcadSci USA*. 2006, Jun 27; 103 (26): 10011–10016.
12. Ridaura, V.K.; Faith, J.J.; Rey, F.E.; Cheng, J.; Duncan, A.E.; Kau, A.L.; Griffin, N.W.; Lombard, V.; Henrissat, B.; Bain, J.R.; et al. Gut microbiota from twins discordant for obesity modulate metabolism in mice. *Science* 2013, 341, 1241–1244.
13. De Caro, G.; Gaiani, F.; Duranti, S.; Fugazza, A.; Madia, C.; Milani, C.; Mancabelli, L.; Turrone, F.; de' Angelis, G.L.; Carra, M.C.; et al. Inflammatory Bowel Disease. *Am. J. Gastroenterol*. 2016, 111, S260–S336.
14. Sitkin, S.; Pokrotnieks, J. Clinical Potential of Anti-inflammatory Effects of Faecalibacteriumprausnitzii and Butyrate in Inflammatory Bowel Disease. *Inflamm. BowelDis*. 2018, inpress.
15. James, S.L.; Christophersen, C.T.; Bird, A.R.; Conlon, M.A.; Rosella, O.; Gibson, P.R.; Muir, J. G. Abnormal fibre usage in UC in remission. *Gut* 2015, 64, 562–570.
16. Rossen, N.G.; Fuentes, S.; van der Spek, M.J.; Tijssen, J.G.; Hartman, J.H.; Duflo, A.; Lowenberg, M.; van den Brink, G.R.; Mathus-Vliegen, E.M.; de Vos, W.M.; et al. Findings From a Randomized Controlled Trial of Fecal Transplantation for Patients With Ulcerative Colitis. *Gastroenterology* 2015, 149, 110–118.
17. Lee, T.; Clavel, T.; Smirnov, K.; Schmidt, A.; Lagkouvardos, I.; Walker, A.; Lucio, M.; Michalke, B.; Schmitt-Kopplin, P.; Fedorak, R.; et al. Oral versus intravenous iron replacement therapy distinctly alters the gut microbiota and metabolome in patients with IBD. *Gut* 2017, 66, 863–871.

© Эсаулова Татьяна Алексеевна ( esaulovat@mail.ru ), Кочина Ирина Игоревна ( freilain.kochina@yandex.ru ),

Базаева Ольга Викторовна ( olga.karapetyan.89@mail.ru ), Зязина Елена Николаевна ( enzyazina@yandex.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ И ВЫБОР СПОСОБА ЛЕЧЕНИЯ МЫШЕЧНЫХ ДИСФУНКЦИЙ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО СУСТАВА

## PROGNOSTICATION OF THE COURSE AND CHOICE OF TREATMENT METHOD FOR MUSCULAR DYSFUNCTIONS OF THE TEMPOROMANDIBULAR JOINT

**A. Yatsuk  
K. Sivolapov**

*Summary.* In this paper the authors use options for predicting the course and choice of treatment for muscle dysfunctions of the temporomandibular joint, and conduct myographic studies. Based on the obtained data, the recovery of physiological muscle function and relief of trigger stresses is predicted.

*Keywords:* muscle dysfunctions, method of treatment, myographic examination, high speech loads, restoration of physiological muscle function.

**Яцук Андрей Викторович**

К.м.н., главный врач, клиника  
«Ново Дент на Орджоникидзе»  
dr-yatsuk@mail.ru

**Сиволапов Константин Анатольевич**

Д.м.н., профессор, Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей — филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
chlh.ngiuv@mail.ru

*Аннотация.* В данной работе авторы используют варианты прогнозирования течения и выбор способа лечения мышечных дисфункций височно-нижнечелюстного сустава, проводят миографические исследования. На основании полученных данных прогнозируют восстановление физиологической функции мышц и купирование триггерных напряжений.

*Ключевые слова:* мышечные дисфункции, способ лечения, миографическое исследование, высокие речевые нагрузки, восстановление физиологической функции мышц.

### Введение

**П**ребладание мышечного компонента в патологии височно-нижнечелюстного сустава (по некоторым данным встречаются в 70% случаев [1,7]) заставляет искать пути решения этой проблемы на основе выбора рациональных способов лечения.

В тоже время значительную роль играет прогнозирование течения, лечения и реабилитации пациентов с хроническими мышечными дисфункциями височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС), без внутрисуставного компонента [2, 6, 7, 8].

### Цель исследования

Создание способа прогнозирования течения и выбор дифференцированного индивидуального способа лечения мышечных дисфункций ВНЧС.

### Материалы и методы

Исследование проводилось среди 55 пациентов, имеющих хронические мышечные дисфункции с наличием триггерных зон в жевательных мышцах при отсут-

ствии изменений со стороны костных структур. Из них 28 пациентов имели высокую речевую нагрузку, 27 человек — обычную речевую нагрузку.

Миографическое исследование выполнялось на электромиографе «Нейро-МВП», что позволяло регистрировать произвольную и спонтанную активность мышц поверхностными электродами. Получаемая кривая представляла собой суммарную активность возбужденных двигательных единиц, находящихся под электродами. Учитывая малый размер мышц и их многослойность на лице, для уменьшения потенциалов действия от прилежащих мышц в исследовании использовались чашечковые электроды площадью 1мм<sup>2</sup>. Порядок рекрутирования двигательных единиц зависел от наличия или отсутствия триггерных напряжений в ней, от особенностей нагрузки на мышцу при выполнении работы.

Импеданс под электродами составлял от 3 до 7 кОм. Активный электрод накладывали на двигательную точку мышцы, референтный электрод располагали в месте прикрепления сухожилий — в области угла нижней челюсти для медиальной крыловидной мышцы и за бугром верхней челюсти для латеральной крыловидной мышцы [5].

Таблица 1. Результаты электромиографического обследования

Мышцы	Высокая речевая нагрузка (n=28)		Обычная речевая нагрузка (n=27)	
	Одностороннее	Двустороннее	Одностороннее	Двустороннее
Двубрюшные	13 (46,6%)	8 (28%) <i>p</i> =0,25	6 (22,2%)	3 (11,1%) <i>p</i> =0,40
Челюстно-подъязычные	14 (50%)	10 (35,7%) <i>p</i> =0,41	5 (18,5%) <i>p</i> =0,03 <sup>^</sup>	2 (7,4%) <i>p</i> =0,41 <i>p</i> =0,02 <sup>^</sup>
Латеральные крыловидные	18 (64,3%)	10 (35,7%) <i>p</i> =0,06	17 (63%)	9 (33,3%) <i>p</i> =0,056
Собственно жевательные мышцы	20 (71,4%)	8 (28%) <i>p</i> =0,003*	20 (74,1%)	7 (25,9%) <i>p</i> =0,001*
Множественное сравнение	$\chi^2=1,1$ ; <i>df</i> =3; <i>p</i> =0,8		$\chi^2=0,5$ ; <i>df</i> =3; <i>p</i> =0,9	
Спонтанное увеличение БЭА в покое				
Двубрюшная мышца	2 (7,1%)	16 (57,1%) <i>p</i> =0,0002*	1 (3,7%)	6 (22,2%) <i>p</i> =0,1 <i>p</i> =0,02 <sup>^</sup>
Челюстно-подъязычные	3 (10,7%)	18 (64,3%) <i>p</i> =0,0001*	1 (3,7%)	4 (14,8%) <i>p</i> =0,4 <i>p</i> =0,001 <sup>^</sup>
Медиальные- крыловидные	14 (50%)	6 (21,4%) <i>p</i> =0,051	12 (44,4%)	5 (18,5%) <i>p</i> =0,08
Собственно жевательные мышцы	16 (57,1%)	5 (17,9%) <i>p</i> =0,006*	15 (55,6%)	4 (14,8%) <i>p</i> =0,004*
Множественное сравнение	$\chi^2=29,8$ ; <i>df</i> =3; <i>p</i> <0,0001#		$\chi^2=13,1$ ; <i>df</i> =3; <i>p</i> =0,004#	

Примечание: \* — статистически значимые различия между частотой возникновения одностороннего и двустороннего поражения конкретной мышцы при  $p < 0,05$  (критерий  $\chi^2$ , парное сравнение внутри группы). <sup>^</sup> — статистически значимые различия между группами (критерий  $\chi^2$ , парное сравнение групп). # — статистически значимые различия между всеми мышцами (критерий  $\chi^2$ , множественное сравнение) [3, 4]. При парном сравнении групп (<sup>^</sup>) различия выявлены для челюстно-подъязычных, двубрюшных мышц.

Всем пациентам проводилось электромиографическое исследование состояния крыловидных мышц и мышц дна полости рта правой и левой половины лица в покое, исследование повторяли трижды с интервалом 10 мин., при этом фиксировалась максимальная и средняя амплитуда произвольной биоэлектрической активности (БЭА) и при показателях БЭА в покое в пределах от 0 до 90 мкВ.

На основании чего прогнозировалось восстановление физиологической функции мышц и купирование триггерных напряжений после проведения 15 дневного курса лечебного массажа, кинезиотерапии и самостоятельного выполнения упражнений.

### Результаты исследования

В ходе миографического обследования 28 пациентов с высокой речевой нагрузкой и 27 человек с обычной нагрузкой было выявлено: болезненность при пальпации

медиальных и латеральных крыловидных мышц была отмечена у 53 пациентов.

Болевые участки в собственно жевательных мышцах мы обнаружили в 10% случаев, в переднем брюшке двубрюшной мышцы и подбородочно-подъязычной мышце у 2 пациентов. Болезненность при пальпации головки мышечного отростка наблюдали у 12 человек, болезненность при осевой нагрузке на подбородок у 16 обследованных, щелчки и другие шумы в височно-нижнечелюстном суставе у 50 человек, ограничение открывания рта у 46 пациентов. Результаты миографического обследования представлены в таблице № 1.

Среди пациентов без высоких речевых нагрузок заболевания мышечно-суставного комплекса встречаются в 56% случаев (95% ДИ 45,7–65,9%). У пациентов с высокими речевыми нагрузками заболевания встречаются в 75% (95% ДИ 65,3–83,1%), что статистически значимо выше, чем у пациентов без речевых нагрузок.



Таблица 2. Результаты лечения пациентов с заболеваниями мышечного комплекса через 6 месяцев

Симптомы	Группы			
	первая (n=21)		вторая (n=20)	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
Болезненность при пальпации медиальной крыловидной мышцы	15	1 $p<0,001^*$ ОШ= 50,0 (4,9<ОШ<1249) ОР=4,1 (1,99<ОР<8,3)#	16	6 $p=0,001^*$ ОШ=9,3 (1,8<ОШ<54) ОР=3,3 (1,3<ОР<8,1)#
Болезненность при пальпации латеральной крыловидной мышцы	16	2 $p<0,001^*$ ОШ=30,4 (4,3<ОШ<284) ОР=4,3 (1,9<ОР<9,5)#	14	7 $p=0,02^*$ ОШ=5,2 (1,1<ОШ<27) ОР=2,4 (1,07<ОР<5,4)#
Болезненность при пальпации собственно жевательных мышц	17	1 $p<0,001^*$ ОШ=85,0 (7,5<ОШ<2315) ОР=5,7 (2,3<ОР<14)#	17	8 $p=0,01^*$ ОШ=8,5 (1,6<ОШ<53) ОР=3,4 (1,2<ОР<9,7)#
Болезненность при пальпации мышц дна полости рта	15	1 $p<0,001^*$ ОШ= 50,0 (4,9<ОШ<1249) ОР=4,1 (1,99<ОР<8,3)#	16	8 $p=0,01^*$ ОШ=6,0 (1,2<ОШ<32) ОР=2,7 (1,1<ОР<6,5)#
Щелчки и другие шумы в височно-нижнечелюстном суставе	11	3 $p=0,02^*$ ОШ=6,6 (1,3<ОШ<39) ОР=2,2 (1,3<ОР<3,9)#	11	7 $p=0,2$ ОШ=2,3 (0,5<ОШ<9,9) ОР=1,5 (0,8<ОР<2,8)
Ограничение открывания рта	4	0 $p=0,11$ ОР=2,2 (1,6<ОР<3,2) #	3	2 $p=0,6$
Множественное сравнение, $\chi^2$ -тест	$\chi^2=3,6$ , $df=5$ , $p=0,61$		$\chi^2=0,7$ , $df=5$ , $p=0,98$	

Примечание: \* — различия до и после лечения статистически значимы ( $p<0,05$ ) [4]. При множественном сравнении структура показателей в основной и контрольной группах не меняется ( $p>0,05$ ). # — наличие клинически значимого эффекта (95% доверительный интервал ОШ и ОР не накладываются на единицу). В скобках значение 95% доверительного интервала ОШ и ОР.

В зависимости от результатов лечения были выделены первая группа (21 человек, чья профессия не связана с высокой речевой нагрузкой) и вторая — 20 человек, чья профессия связана с высокой речевой нагрузкой (табл. 2, 3).

## Выводы

Таким образом, при показателях БЭА в покое от 90 до 120 мкВ прогнозируется восстановление физиологической функции мышц и купирование триггерных напряжений с помощью 15 дневного курса лечебного массажа, кинезиотерапии, самостоятельного выполнения упражнений. Параллельно с применением миорелаксантов общего воздействия — мидокалм по 50 мг, постепенно повышая дозу до 150 мг 2–3 раза в сутки в течение 30 дней.

В случаях, когда у пациентов показатель БЭА находится в диапазоне от 0 до 90 мкВ — прогнозируют восстановление физиологической функции мышцы и купирование триггерных напряжений с помощью кинезиотерапии.

При показателях БЭА в покое выше 120 мкВ прогнозируется частичное восстановление физиологической функции мышц, купирование триггерных напряжений с помощью 15 дневного курса лечебного массажа, кинезиотерапии, самостоятельного выполнения упражнений совместно с применением миорелаксанта общего воздействия мидокалм по 50 мг, постепенно повышая дозу до 150 мг 2–3 раза в сутки в течение 30 дней, с последующим введением миорелаксанта местного воздействия ботулотоксин, однократно 250 ЕД в область триггерных напряжений.

Таблица 3. Появление спонтанной биоэлектрической активности и повышение тонуса мышц у пациентов с синдромом болевой дисфункции до и через 6 месяцев после лечения

Мышцы	Группы			
	Первая (n=21)		Вторая (n=20)	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
Двубрюшные	18	1 $p<0,0001^*$ ОШ=120 (9,5<ОШ<3609) ОР=7,3 (2,5<ОР<21)#	18	7 $p<0,02^*$ ОШ=5,6 (1,2<ОШ<28) ОР=2,5 (1,1<ОР<5,5)#
Челюстно-подъязычные	18	2 $p<0,0001^*$ ОШ=57 (6,8<ОШ<694) ОР=6,6 (2,3<ОР<19)#	15	8 $p=0,06$ ОШ=4,5 (0,97<ОШ<22) ОР=2,2 (1,0<ОР<4,9)
Латеральные крыловидные	15	1 $p<0,0001^*$ ОШ=50 (4,9<ОШ<1249) ОР=4,1 (1,9<ОР<8,3)#	15	9 $p=0,11$ ОШ=3,7 (0,8<ОШ<18) ОР=2,0 (0,9<ОР<4,4)
Собственно жевательные мышцы	16	2 $p<0,0001^*$ ОШ=30 (4,3<ОШ<284) ОР=4,3 (1,9<ОР<9,5)#	14	8 $p=0,11$ ОШ=3,5 (0,79<ОШ<16) ОР=1,9 (0,9<ОР<3,9)
Двубрюшная мышца	17	0 $p<0,0001^*$ ОР=6,3 (2,6<ОР<15)#	15	6 $p=0,01^*$ ОШ=7,0 (1,2<ОШ<6) ОР=2,7 (1,2<ОР<6,0) #
Челюстно-подъязычные	15	1 $p<0,0001^*$ ОШ=50 (4,9<ОШ<1249) ОР=4,1 (1,9<ОР<8,3)#	16	8 $p=0,02^*$ ОШ=6,0 (1,2<ОШ<32) ОР=2,7 (1,1<ОР<6,5) #
Медиальные- крыловидные	12	2 $p=0,003^*$ ОШ=12,6 (1,9<ОШ<104) ОР=2,7 (1,5<ОР<4,8)#	12	8 $p=0,3$ ОШ=2,3 (0,5<ОШ<9,8) ОР=1,5 (0,8<ОР<2,9)
Собственно жевательные мышцы	13	2 $p=0,001^*$ ОШ=15,4 (2,4<ОШ<128) ОР=2,9 (1,6<ОР<5,4)#	12	6 $p=0,1$ ОШ=3,5 (0,8<ОШ<16,3) ОР=1,8 (0,96<ОР<3,5)
Множественное сравнение, $\chi^2$ -тест	$\chi^2=3,42$ , $df=7$ , $p=0,84$		$\chi^2=3,9$ , $df=7$ , $p=0,79$	

Примечание: \* — различия до и после лечения статистически значимы ( $p<0,05$ ). При множественном сравнении структура показателей в основной и контрольной группах не меняется ( $p>0,05$ ) — для всех мышц характерна примерно одинаковая частота повышения тонуса. # — наличие клинически значимого эффекта снижения проявлений гипертонуса (95% доверительный интервал ОШ и ОР не накладываются на единицу). В скобках значение 95% доверительного интервала ОШ и ОР.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Величко Л.С., Шалатонина О. И., Бунина М. А. Значение электромиографии жевательных мышц в диагностике и лечении заболеваний височно-нижнечелюстного сустава // Здоровоохранение Белоруссии. 1994. № 3. С. 19–21.
2. Левей И.И., Петров Е. А. Электромиография в комплексной диагностике синдрома дисфункции височно-нижнечелюстного сустава // Материалы Всероссийской научно-практической конференции. М., 2004. С. 254–256.
3. Математическая статистика в медицине. В 2 т. Том 1: учеб. пособие для СПО / В. А. Медик, М. С. Токмачев. 2-е изд. М.: Издательство Юрайт, 2019. 471 с.
4. Петри Авива, Кэролайн Сэбин. Наглядная медицинская статистика. Учебное пособие. ГЭОТАР-Медиа. 2015. 216 с.
5. Скрыль А. В. Поверхностная электромиография жевательных мышц // Дентал Юг. 2008. № 5. С. 62–63.
6. Яцук А.В., Сиволапов К. А. Патент на изобретение № 2705240. Способ прогнозирования течения и выбор способа лечения мышечных дисфункций височно-нижнечелюстного сустава. Регистрация в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 06.11.2019.
7. Яцук А. В. Клинико-функциональные особенности диагностики и лечения заболеваний височно-нижнечелюстного сустава у педагогов: автореф. дисс.к.м.н. мед.наук / А. В. Яцук. Омск, 2013. 23 с.
8. Яцук А. В., Сиволапов К. А., Вавин В. В. Особенности функциональных расстройств височно-нижнечелюстного сустава у педагогов языковых кафедр // Современные проблемы науки и образования: электронный научный журнал. 2012. № 5. Режим доступа: <http://www.science-education.ru/105-7064>.

© Яцук Андрей Викторович ( dr-yatsuk@mail.ru ), Сиволапов Константин Анатольевич ( chlh.ngiu@mail.ru ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



«Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации

## НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

**Abanin V.** — Candidate of Technical Sciences, Professor, Ryazan Guards Higher Airborne Command School  
vlad-ac@mail.ru

**Ahmed Z.** — Post-graduate student, St. Petersburg State Electrotechnical University SPbGETU "LETI"  
zeadasaed@mail.ru

**Akhmetov V.** — Doctor of technical sciences, professor, National Research Moscow State University of Civil Engineering  
vadim.akhmetov@gmail.com

**Allahverdiyev E.** — Director, Scientific-Research Institute of Vegetable of Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan  
elmar.1985a@mail.ru

**Allahverdiyev E.** — Director of Scientific-Research Institute of Vegetable of Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan, Azerbaijan, Baku  
elmar.1985a@mail.ru

**Amosov A.** — Assistant, Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow  
lamosov@yandex.ru

**Arkhangelskaya E.** — Postgraduate Student, FGBOU VO «Privolzhsky Research Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation  
dr.arkhangelskaja@yandex.ru

**Askerly L.** — Researcher of the Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Azerbaijan, Baku  
lamiaskerli@gmail.com

**Bagatayeva P.** — Dagestan State Medical University  
Bagataeva81@mail.ru

**Bazaeva O.** — Post-graduate student, Astrakhan State Medical University of the Ministry of health of the Russian Federation; gastroenterologist of the polyclinic Department, Private health care institution "Medical-sanitary part"  
olga.karapetyan.89@mail.ru

**Bazina K.** — Mordovian State University named after N.P. Ogaryov  
bazina.98@mail.ru

**Bebyakova N.** — Northern state Medical University (Arkhangelsk)  
nbebyakova@mail.ru

**Belkharoeva R.** — Assistant, First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov of the Ministry of Health of the Russian Federation of Russia, Moscow  
molotovna93@mail.ru

**Berezina S.** — Cand. Sci.(Eng.), Assoc. Prof., Bauman Moscow State Technical University  
sberezina20008@yandex.ru

**Bespalova V.** — Candidate of Science, associate Professor, St Petersburg State Forest Technical University named after C.M. Kirov  
veronika2002@yandex.ru

**Boiko A.** — PhD, Researcher, Tomsk NRCM, Tomsk  
anastasya-iv@yandex.ru

**Buchnev O.** — Irkutsk National Research Technical University  
buchnevo81@mail.ru

**Cherkasova M.** — Bauman Moscow State Technical University  
m89163214957@inbox.ru

**Chetnev M.** — FSBOU HE "Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseeva "(NSTU), Arzamas Polytechnic Institute (branch), Arzamas

**Churilov D.** — Doctor of technical Sciences, associate Professor, Ryazan state agro technological University named after P. A. Kostychev»  
churilov.dmitry@yandex.ru

**Churilov G.** — Ph. D., associate Professor, Ryazan state medical University named after academician I. p. Pavlov»  
genchurilov@yandex.ru

**Dorju M.** — K.g.d., Associate Professor, FSBU VO "Tuvин State University", Kyzyl  
biche\_ms@mail.ru

**Dubrovin A.** — Doctor of Technical Sciences, Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia  
asd\_kiziltash@mail.ru

**Dzhantemirov B.** — FSBEI HE Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of Russia

**Esaulova T.** — Doctor of medical Sciences, Professor, Astrakhan State Medical University of the Ministry of health of the Russian Federation; head of the Department therapeutic service, Private health care institution "Medical-sanitary part"  
esaulovat@mail.ru

**Garaeva A.** — Doctor of Medical Sciences, Professor, First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov of the Ministry of Health of the Russian Federation of Russia, Moscow

**Gasumov C.** — Post graduate student, Research Institute of Crop husbandry of Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan  
azmbi@mail.ru

**Glukhova A.** — Ph.D., Associate Professor, FSBOU "Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseeva" (NGTU), Arzamas Polytechnic Institute (branch), Arzamas

**Gorchakova A.** — Candidate of biological sciences, associate professor, Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk  
goralfiya@yandex.ru

**Gorchakova L.** — Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk  
gorchakovaliliya@yandex.ru

**Gordin S.** — PhD, Federal State-Financed Educational Institution of Higher Learning "Komsomolsk-na-Amure State University"  
gordin@knastu.ru

**Gorlushkina N.** — ITMO University  
nagor.spb@mail.ru

**Gromov A.** — Candidate of medical Sciences, associate Professor, Federal state Budgetary educational Institution of Higher Education "Kursk State Medical University" of the Ministry of health of the Russian Federation  
gromov.alexandr2011@yandex.ru

**Gumbatova P.** — Chechen state University, Grozny  
petimat-lg@rambler.ru

**Gumbetov M.** — Integrated research Institute them. H. I. Ibragimova of the Russian Academy of Sciences, Grozny

**Handueva V.** — Candidate Sc. Geography, Associate Professor, East Siberian State University of Technology and Management (Ulan-Ude)  
verahandueva@mail.ru

**Huseynova G.** — Post graduate student, Research Institute of Crop husbandry of Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan  
gulnarefeyzullayeva0707@gmail.com

**Igotty I.** — Candidate of Science, associate Professor, St Petersburg State Forest Technical University named after C.M. Kirov  
igotti@yandex.ru

**Ilyukhina O.** — Chief endocrinologist of the Ministry of health of the Orenburg region; head of the endocrinology Department of the Orenburg regional clinical hospital No. 2, Orenburg  
iob9@mail.ru

**Ivanov S.** — Doctor of medical Sciences, Professor, Federal state Budgetary educational Institution of Higher Education "Kursk State Medical University" of the Ministry of health of the Russian Federation)

**Kalyazina N.** — Doctor of veterinary sciences, professor, Ogarev Mordovia State University, Saransk  
nata35349@mail.ru

**Kasparova A.** — Doctor of Science (Medicine), Professor, Surgut state University, Surgut  
anzkasparova@yandex.ru

**Kasyanova M.** — Bauman Moscow State Technical University  
tenebris.agnus@yandex.ru

**Kerimov M.** — Associate Professor, Kabardino-Balkarian state University named after H.M. Berbekov  
kerimovpulmonologkbr@mail.ru

**Khamkhoeva T.** — Ingush State University, Nazran

**Khamoshina M.** — Doctor of medical sciences, Professor, RUDN University

**Kobets E.** — Graduate student, engineer, ITMO University  
www.kobets@yandex.com

**Kochina I.** — Astrakhan State Medical University of the Ministry of health of the Russian Federation  
freilain.kochina@yandex.ru

**Kolesnikova I.** — Mordovian State University named after N.P. Ogaryov  
colesnickova.irina2013@yandex.ru

**Kolosunin I.** — Mordovian State University named after N.P. Ogaryov  
kolosunin\_ivan@mail.ru

**Kozlova L.** — Doctor of medical Sciences, Professor, Federal state budgetary educational institution of higher education "Orenburg state medical University" of the Ministry of health of Russia, Orenburg  
lilikon@list.ru

**Krasnova M.** — Junior Researcher, Federal State Budgetary Scientific Institution Research Centre for Medical Genetics, Moscow  
krasnova.m.g.0605@gmail.com

**Kuchumova I.** — Lecturer, FGCO "Kyzyl Presidential Cadet School", Kyzyl

**Kurochkina E.** — Northern state Medical University (Arkhangelsk)  
zhibort71@yandex.ru

**Lazareva A.** — Ph.D., Associate Professor, FSBOU "Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseeva" (NGTU), Arzamas Polytechnic Institute (branch), Arzamas  
lazareva@apingtu.edu.ru

**Levitsky S.** — Northern state Medical University (Arkhangelsk)  
sergeylevitski@yandex.ru

**Logareva E.** — Postgraduate, Surgut state University; Surgut district clinical hospital, Surgut  
logareva@list.ru

**Lovpache Z.** — Associate Professor, Kabardino-Balkarian state University named after H.M. Berbekov  
lovpache.zarema@mail.ru

**Magrelova L.** — Kuban state medical University  
leylya.magrelova@mail.ru

**Makaeva A.** — Chechen State Pedagogical University, Grozny

**Medzhidova E.** — FSBEI HE Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of Russia  
Medzhidova007@mail.ru

**Nalchikova M.** — Associate Professor, Kabardino-Balkarian state University named after H.M. Berbekov  
nalmt@mail.ru

**Nasyrov N.** — Graduate student, engineer, ITMO University  
pasdel@mail.ru

**Nikolenko V.** — Doctor of Medical Sciences, Professor, First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov of the Ministry of Health of the Russian Federation of Russia, Moscow

**Nikonova E.** — Candidate of medical Sciences, associate Professor, Federal state budgetary educational institution of higher education " Orenburg state medical University» Ministry Of Health Of Russia, Orenburg  
elenanikon68@mail.ru

**Obidina I.** — Doctor of biology, assistant, Ryazan state medical University named after academician I. p. Pavlov»  
inna.obidina@mail.ru

**Ogorodnikova O.** — Senior Automation Engineer, Federal State Institution "pre-trial detention center No. 2" of the Federal Punishment Service of Russia in St. Petersburg and the Leningrad Region  
Olga-ogogordnikova@yandex.ru

**Okazova Z.** — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chechen State Pedagogical University, Grozny  
okazarina73@mail.ru

**Paderina D.** — PhD student, National Research Tomsk State University; junior researcher, Tomsk NRMC, Tomsk  
osmanovadiana@mail.ru

**Panyutin A.** — Candidate of Science, associate Professor, St Petersburg State Forest Technical University named after C.M. Kirov  
alpanyutin@yandex.ru

**Parsadanyan A.** — Doctor of Science (Medicine), Professor, Surgut state University; Surgut district clinical hospital, Surgut  
doctor\_pars@mail.ru

**Polishchuk S.** — Professor, Ryazan state agrotechnological University named after P. A. Kostychev»  
svpolishuk@mail.ru

**Pozhidaev I.** — PhD student, National Research Tomsk State University; junior researcher, Tomsk NRMC, Tomsk  
craig1408@yandex.ru

**Rasulova A.** — Dermatologist, Moscow Scientific and Practical Center of Dermatovenerology and Cosmetology, Moscow

**Rondaleva A.** — Assistant, Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Ryazan state medical University named after academician I. P. Pavlov" of the Ministry of health of the Russian Federation  
arondaleva@mail.ru

**Rostov Andrey** — Candidate of medical Sciences, chief physician, Limited liability Company "Center of medical legal consulting "Rubicon"  
a\_rostov@mail.ru

**Rostov Artem** — The General Director, Limited liability Company "Center of medical legal consulting "Rubicon"  
ar-rostov@yandex.ru

**Rzayeva A.** — Senior Researcher, Doctor of Philosophy in Biology, Institute of Soil Science and Agrochemistry, Baku  
afaq.rzayeva@list.ru

**Rzayeva A.** — Teacher, Baku Engineering University, Baku, Azerbaijan  
afaqbotany@gmail.com

**Sadykov H.** — Research associate, Amudarya state University natural reserve of Turkmenistan, Seidi  
hsadykow@gmail.com

**Sanzhieva S.** — Dr. Sc. Bioscience, Professor, East Siberian State University of Technology and Management (Ulan-Ude)  
svegorsanzhieva@gmail.com

**Saparbaeva L.** — Integrated research Institute them. H. I. Ibragimova of the Russian Academy of Sciences, Grozny  
larasaparbaeva93@bk.ru

**Savinov S.** — Post-graduate student, Federal state budgetary educational institution of higher education "Vladimir state University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai Grigoryevich Stoletov"  
conf-mail@bk.ru

**Shabalina I.** — Northern state Medical University (Arkhangelsk)  
ira\_sha@mail.ru

**Shalin V.** — Mordovian State University named after N.P. Ogaryov  
vladshalin190@gmail.com

**Shantagarova N.** — Lecturer, East Siberian State University of Technology and Management (Ulan-Ude)  
n19n05v81@mail.ru

**Shirinova G.** — Scientific Associate of the Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Azerbaijan, Baku  
shirinligulnar@gmail.com

**Shugaeva K.** — Candidate of Medical Sciences, Senior Lecturer, FSBEI HE Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of Russia  
Asaprocky6677@mail.ru

**Sivolapov K.** — Doctor of medicine, Professor, Novokuznetsk State Institute of Postgraduate Medical Education - Branch of the Russian State Academy of Continuing Professional Education of the Ministry of Health of the Russian Federation  
chlh.ngiuv@mail.ru

**Stolyarov V.** — Doctor of veterinary sciences, professor, Ogarev Mordovia State University, Saransk  
Cabto12@mail.ru

**Sulaeva M.** — FSBEI HE Dagestan State Medical University of the Ministry of Health of Russia  
Timur.Sharapov001@mail.ru

**Suleymanova N.** — General practitioner, budget medical institution «Kursk regional clinical hospital»

**Sumarokova A.** — Northern state Medical University (Arkhangelsk)  
arh.alina@gmail.com

**Terichev A.** — Mordovian State University named after N.P. Ogaryov  
terichevae@rambler.ru

**Teuvova A.** — Kabardino-Balkarian state University named after H.M. Berbekov  
Teuvova99@mail.ru

**Tkachenko N.** — Maxillofacial surgeon, budget medical institution «Kursk regional clinical hospital»

**Topolnik R.** — Lecturer, Ryazan Guards Higher Airborne Command School  
topolro@mail.ru

**Troshin E.** — Mordovian State University named after N.P. Ogaryov  
Jeka.troshin@mail.ru

**Tulupova M.** — Candidate of medical sciences, Doctoral candidate, RUDN University  
paracels.kdmc@yandex.ru

**Turmuhambetova B.** — Candidate of medical Sciences, associate Professor, Federal state budgetary educational institution of higher education "Orenburg state medical University" of the Ministry of health of Russia, Orenburg  
tr2009@rambler.ru

**Vashurkina I.** — Mordovian State University named after N.P. Ogaryov  
impolyakova@yandex.ru

**Yakushev V.** — Candidate of technical Sciences, State scientific center Federal state unitary enterprise " Central Aerohydrodynamic Institute named after Professor N.E. Zhukovsky»  
YVyacheslavA@yandex.ru

**Yakushkina M.** — Candidate of biological sciences, associate professor, Mordovian State Pedagogical Institute, Saransk  
jakushkina30@yandex.ru

**Yatsuk A.** — Candidate of medical Sciences, Chief physician, Novo Dent Center clinic  
dr-yatsuk@mail.ru

**Yusifova A.** — Doctor of Philosophy in Biology, Azerbaijan State Pedagogical University, Azerbaijan  
mpanah@mail.ru

**Zakharenkova I.** — Candidate of Science, associate Professor, St Petersburg State Forest Technical University named after C.M. Kirov  
irina\_hs@bk.ru

**Zaychenko I.** — PhD, Associate Professor, Federal State-Financed Educational Institution of Higher Learning "Komsomolsk-na-Amure State University"  
zaychenko@inbox.ru

**Zhulev E.** — Doctor of Medical Sciences, professor, FGBOU VO «Privolzhsky Research Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation  
hrustalev54@mail.ru

**Zyazina E.** — Graduate student, Astrakhan State Medical University of the Ministry of health of the Russian Federation, therapist outpatient Department, Private health care institution "Medical-sanitary part"  
enyazina@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) ).

