

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№12 2020 (ДЕКАБРЬ)

Учредитель журнала
Общество с ограниченной ответственностью
«НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Журнал издается с 2011 года.

Редакция:

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

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
<http://www.nauteh-journal.ru>

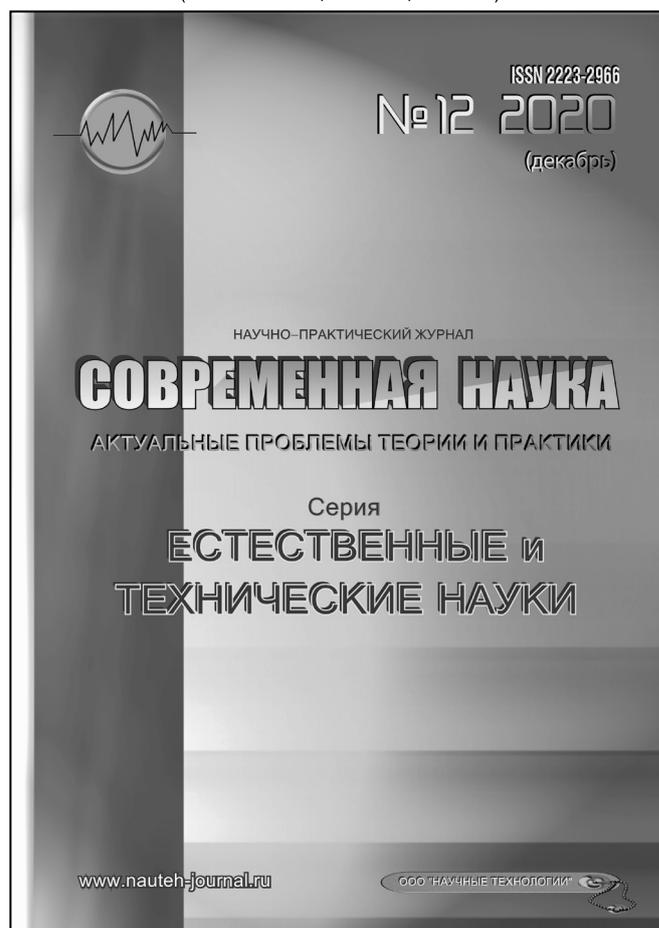
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

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 25.12.2020 г. Формат 84x108 1/16
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.

ISSN 2223-2966



Редакционный совет

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Овезов Алексей Мурадovich — 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 Ильясovich — 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

Асмолова Р. А., Дегтяренко А. Ю. — Состояние изученности Врановых (Corvidae) и Дроздовых (Turdidae) на территории южной части средней Сибири XX–XXI в.в.
Asmolova R., Degtyarenko A. — State of study of Corvidae and Turdidae on the territory of the south part of central Siberia XX–XXI centuries 7

Гасимова Мехпара Ибрагим кызы, Юсифова Анаханым Амралы кызы, Мансимли Мужгян Руфат кызы, Гасанов Азер Мирзасен оглы — Оценка фитопатогенных грибов по активности гидролитических ферментов
Gasimova M., Yusifova A., Mensimli M., Hasanov A. — Valuation of phytopathogenic fungi according to the hydrolytic enzyme system 11

Каниболоцкая Ю. М. — Использование *potentilla bifurca* L. как возможного индикатора загрязнения окружающей среды в промышленных регионах
Kanibolotskaya Yu. — Using *potentilla bifurca* L. as a possible indicator of pollution in industrial regions ... 16

Наджафли Махаббат Гумбат оглы, Гадимов Аладдин Гасан оглы, Расулова Садагат Мирбаба гызы — Осморегуляция и её роль в резистентности клеток *Dunaliella salina* при действии различных доз УФ-С излучения
Najafli M., Gadimov A., Rasulova S. — Osmoregulation and its role in resistance of *Dunaliella salina* cells under the action of different doses of UV–C radiation 24

Павлов С. И., Яицкий А. С., Минияров Ф. Т. — Стенобионтные насекомые (на примере жуков-листоедов – Coleoptera: Chrysomelidae) как индикаторы состояния окружающей среды
Pavlov S., Yaitsky A., Miniyarov F. — Stenobiont insects as environmental indicators (leaf beetles – Coleoptera: Chrysomelidae as the example) 32

Павлов С. И., Минияров Ф. Т., Яицкий А. С. — Параметры миграций типичных для Самарской области насекомых в связи с поисками ими оптимальных условий обитания
Pavlov S., Miniyarov F., Yaitsky A. — Migration parameters of insects typical for the Samara region as the result of their search for optimal habitat conditions 36

Петрова О. А., Червинец В. М., Червинец Ю. В., Григорьянц Э. О. — Формирование микробиоты доношенных и недоношенных новорожденных детей при самопроизвольных родах и оценка метаболической активности кишечных лактобацилл
Petrova O., Chervinets V., Chervinets Yu., Grigoryants E. — Formation of the microbiota of full-term and premature newborns during spontaneous delivery and assessment of the metabolic activity of intestine lactobacilli 41

Шкляр М. А., Алтынов К. С., Азаров А. В., Жукова Н. С. — Разработка наилучших доступных технологий с целью максимального снижения загрязняющих веществ в отходящих газах
Shklyar M., Altynov K., Azarov A., Zhukova N. — Developing the best available technologies for the purpose of reducing pollutants in exhaust gases 50

Информатика, вычислительная техника и управление

Борисов С. Н. — Разработка моделей данных информационной системы мониторинга телекоммуникационной сети
Borisov S. — Data models development for telecommunication network monitoring system 54

Варламов А. Д., Ложкин С. С. — Исследование методов подбора вакансий на основе ассоциативного анализа данных
Varlamov A., Lozhkin S. — Research methods for selecting vacancies based on associative data analysis 59

Дриленко М. В., Симанков В. С. — Интеграция информационных ресурсов ситуационных центров <i>Drilenko M., Simankov V.</i> — Integration of information resources in situation centers..... 62	Саитов С. И., Саитов А. И. — Модель звена сети передачи данных с градиентным резервированием канального ресурса для описания передачи многомодальной информации <i>Saitov S., Saitov A.</i> — Model of a data transmission network link with gradient redundancy of a channel resource for describing the transmission of multimodal information 110
Леонтьев Н. А. — Фонетическое преобразование заимствованных слов для синтезатора речи на якутском языке <i>Leontiev N.</i> — Phonetic conversion of borrowed words for a speech synthesizer in the Yakut language ... 68	Сексембаева М. А., Ташатов Н. Н., Овечкин Г. В. — Исследование вероятности битовой ошибки в радиоканале Релея в режиме SISO при использовании свёрточных корректирующих кодов <i>Seksembayeva M., Tashatov N., Ovechkin G.</i> — Investigation of the probability of bit error in the Rayleigh radio channel in SSO mode when using convolutional correction codes..... 118
Манаев Р. Г., Васильев И. С. — Разработка программного обеспечения системы динамической терморегуляции для носимой электроники <i>Manaev R., Vasiliev I.</i> — Development of software for dynamic thermoregulation system for wearable electronics..... 71	Смирнов С. П. — Современные телекоммуникации на острие Индустрии 4.0 – влияние изменения структуры и потребления услуг на ИТ-проекты и эксплуатацию экосистемы клиента оператора связи <i>Smirnov S.</i> — Modern telecommunications at the forefront of Industry 4.0 – the impact of changes in the structure and consumption of services on IT projects and operations of the Ecosystem of the Telecom operator’s client 126
Маханько А. В., Маханько А. А., Соколова Г. П., Благов А. Е. — Интерактивный метод расчета теплообменных аппаратов с учетом фазовых переходов <i>Makhanko A., Makhanko And., Sokolova G., Blagov A.</i> — Interactive method for heat exchangers calculating taking into account phase transitions..... 80	Толстова Е. А., Ормели А. Ф., Большелатов М. А., Селютин А. Д. — Разработка нейросетевой модели для диагностирования болезней желудочно-кишечного тракта у собак <i>Tolstova E., Ormeli A., Bolshelapov M., Selyutin A.</i> — Development of a neural network model for diagnosing diseases gastrointestinal tract in dogs 132
Мокряков А. В., Приходько Д. И. — Общие концепции и идеи теории эксплуатации в контексте вычислительной техники <i>Mokryakov A., Prikhodko D.</i> — General concepts and ideas of operation theory in the context of computer technology 88	Учватова В. П., Иноземцева В. С., Романенков А. М. — Математическое моделирование температурных режимов газа и баллона высокого давления в процессе истечения газа из баллона <i>Uchvatova V., Inozemtseva V., Romanenkov A.</i> — Mathematical modeling of gas and high-pressure cylinder temperature conditions during gas discharge from the cylinder 136
Мокряков А. В., Приходько Д. И. — Критерии анализа эксплуатационных характеристик первичных мультизагрузчиков <i>Mokryakov A., Prikhodko D.</i> — Criteria for analyzing the performance characteristics of primary multi-loaders 93	
Романова Е. Ю. — Системный подход к выявлению депрессии методами машинного обучения <i>Romanova E.</i> — System approach to detection of depression by methods of machine learning 97	
Рыбак А. В., Данилов Р. М. — Вопросы постановки цели в управленческой деятельности ОВД <i>Danilov R.</i> — Goal setting questions in the management of the Department of Internal Affairs..... 104	

Ушаков Ю. А., Ушакова Н. Ю.— О специфике применения Smath Studio в электротехнических расчетах

Ushakov Y., Ushakova N.— Smath Studio features application in electrical engineering calculations. 145

Клиническая медицина

Аленина С. И., Володин М. А., Володин Д. И., Болгов Е. Н., Перчаткин В. А.— Трансформация эндовидеохирургических методик при оперативных урологических вмешательствах (литературный обзор)

Alenina S., Volodin M., Volodin D., Bolgov E., Perchatkin V.— Change of endovideosurgical techniques in urological surgery (literary review). 156

Альросан Бадер Атеф Сулейман, Лазко Ф. Л., Беляк Е. А., Призов А. П., Лазко М. Ф.— Артроскопия коленного сустава (шов мениска)

Alrosan Bader Atef Suleiman, Lazko F., Belyak Ev., Prizov A., Lazko M.— Knee arthroscopy (meniscus suture) 163

Белюсова А. В., Емелина Г. В., Смольянинов С. И., Никонова А. В., Емелина Е. С.— Влияние несъемных ортопедических конструкций на здоровье пародонта

Belousova A., Emelina G., Smolyaninov S., Nikonova A., Emelina E.— Impact of non-removable orthopedic devices effects on periodontal health. 167

Бычковских В. А., Васильков А. Ю., Орлов В. А., Милютин А. А., Железняков Б. А.— Сравнительный анализ клинических результатов лечения доброкачественной гиперплазии простаты различными хирургическими методами

Bychkovskih V., Vasil'kov A., Orlov V., Milyutin A., Heleznyakov B.— Comparative analysis of clinical results of benign prostatic hyperplasia treatment with various surgical methods 170

Вокулова Ю. А., Жулев Е. Н.— Результаты клинической оценки качества временных ортопедических конструкций, изготовленных с помощью цифровых и традиционных технологий

Vokulova Ju., Zhulev Ev.— Results of clinical evaluation of the quality of temporary orthopedic structures made using digital and traditional technologies 176

Кацова Г. Б., Малеева Н. П.— Динамика состояния здоровья детей, посещающих детские дошкольные образовательные учреждения

Katsova G., Maleeva N.— Dynamics of the health status of children attending preschool institutions 183

Комолдинов Ойбек Равшанбек угли — SARS-CoV-2 нейтрализующее антитело LY-CoV555 у амбулаторных пациентов с Covid-19

Komoldinov Oybek Ravshanbek — SARS-CoV-2 Neutralizing Antibody LY-CoV555 in Outpatients with Covid-19 187

Кононов П. А., Курнаков А. М.— Результаты внедрения новых методов трансуретральной биполярной эндохирургии в лечении доброкачественной гиперплазии простаты

Kononov P., Kurnakov A.— Results of introduction of new methods of transurethral bipolar endosurgery in the treatment of benign prostatic hyperplasia. 192

Лавренюк В. В., Симакова А. И., Ли И. В., Ковалевский Л. О.— Клинический случай диагностики пневмонии, ассоциированной с новой коронавирусной инфекцией covid-19

Lavrenyuk V., Simakova A., Li I., Kovalevskoy L.— Clinical case of diagnosis of pneumonia associated with the new covid-19 coronavirus infection 198

Макарчук О. А., Громова С. Н.— Изменение твердых тканей зубов у детей до 3 лет, перенесших гипоксию плода внутриутробно

Makarchuk O., Gromova S.— Changes in the hard tissues of teeth in children under 3 years of age who underwent fetal hypoxia in utero 204

Максимова Н. В.— Лептотрихоз ротовой полости: современные аспекты клинического течения и принципы лечения

Maksimova N.— Oral leptotrichosis: modern aspects of clinical course and treatment principles 210

<i>Малыхина А. С., Володин М. А., Болгов Е. Н.</i> — Совершенствование техники хирургических вмешательств при лечении пациентов с доброкачественной гиперплазией предстательной железы (литературный обзор)	<i>Хубиева Б. Х., Зеленский В. А.</i> — Оценка уровня и качества стоматологических услуг
<i>Malykhina A., Volodin M., Bolgov E.</i> — Improvement of the technique of surgery in the treatment of patients with benign prostatic hyperplasia (literature review) 214	<i>Hubieva B., Zelenskiy V.</i> — Assessment of the level and quality of dental services 228
<i>Песков Н. А.</i> — Сравнение вариантов профилактики окклюзии лучевой артерии при выполнении чрезкожного коронарного вмешательства в различные временные промежутки	<i>Шнайдер С. Д., Нуриева Н. С., Сеницкий А. И., Шнайдер А. Д.</i> — Влияние стоматологических ортопедических конструкций на биохимические показатели ротовой жидкости
<i>Peskov N.</i> — Comparison of options for prevention of radial artery occlusion during percutaneous coronary intervention at different time intervals 218	<i>Schneider S., Nurieva N., Sinitsky A., Schneider A.</i> — Influence of dental prosthetics for biochemical parameters of the oral fluid 234
<i>Полевая А. В., Борисова Э. Г., Полевая Л. П.</i> — Лазерные технологии при эндодонтическом лечении гнойного пульпита и некроза пульпы	<i>Эртесян А. Р., Садыков М. И., Нестеров А. М., Арестова А. А.</i> — Обзор фотополимерных смол применяемых в стоматологии
<i>Polevaya A., Borisova E., Polevaya L.</i> — Laser technologies for endodontic treatment of purulent pulpitis and pulp necrosis 221	<i>Ertesyan A., Sadykov M., Nesterov A., Arestova A.</i> — Overview of photopolymer resins used in dentistry 238
<i>Протасов А. В., Ибрагимов Эльчин Сахават оглы, Джабиев Аяз Айдын оглы, Мекхаеэль Шехата Факхри Мекхаеэль, Мирзоев Эльмар Эльчин оглы</i> — Сравнительная характеристика методов onlay и inlay при пупочных грыжах	
<i>Protasov A., Ibragimov E., Dzhabiev A., Mekhaeel Sh., Mirzoev E.</i> — Comparative study of onlay and inlay methods for umbilical hernias 225	
	Информация
	Наши авторы. Our Authors 241
	Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале 245

СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВРАНОВЫХ (CORVIDAE) И ДРОЗДОВЫХ (TURDIDAE) НА ТЕРРИТОРИИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕЙ СИБИРИ XX–XXI В.В.

STATE OF STUDY OF CORVIDAE AND TURDIDAE ON THE TERRITORY OF THE SOUTH PART OF CENTRAL SIBERIA XX–XXI CENTURIES

*R. Asmolova
A. Degtyarenko*

Summary. The southern part of Central Siberia is an attractive and promising region for ornithologists. This region is distinguished by biodiversity, uniqueness of natural landscapes, minimal anthropogenic changes. It is known that at different time intervals the number, diversity, knowledge of the representatives of these families was unequal. Significant changes have occurred due to climate change. A distinctive feature of global warming occurring in the XX–XXI centuries is that it occurs under conditions of intense anthropogenic impact on nature. The economic development of the southern part of Central Siberia led to a change in the zoogeographic barrier, as a result of which many European species spread widely both in the eastern and northern directions. The most intense changes are characteristic of the Corvidae family. They are considered birds that spread northward. Representatives of the Vranov family (Corvidae) in the southern part of Central Siberia in the early 1900s were considered rare birds. Around the beginning of the twentieth century, representatives of the Vranov family occupied a space of at least 200 km. In recent years, there has been a wide distribution of representatives of the Vranov family to the subtaiga regions of Central Siberia. The family Thrush (Turdidae) is described as birds forming supraspecific complexes. They are characterized by such features as significant morphological differences; a certain level of reproductive isolation; independence; traits of a polytypic species (communication in areas of secondary contact through certain zones of hybridization).

Keywords: central Siberia, Corvids (Corvidae), Blackbirds (Turdidae), dispersal, supraspecific complexes, warming, biodiversity.

Асмолова Рузанна Ахмедгарифовна

*Аспирант, ФГБОУ ВО «Красноярский
государственный педагогический университет
им. В. П. Астафьева», г. Красноярск
ryzanka2010@mail.ru*

Дегтяренко Анна Юрьевна

*Аспирант, ФГБОУ ВО «Красноярский
государственный педагогический университет
им. В. П. Астафьева», г. Красноярск*

Аннотация. Южная часть Средней Сибири является привлекательным и перспективным для орнитологов регионом. Данный регион отличается биоразнообразием, уникальностью природных ландшафтов, минимальными антропогенными изменениями. Известно, что в различные временные промежутки численность, разнообразие, изученность представителей данных семейств была неодинаковой. Существенные изменения произошли в связи с изменениями климата.

Отличительная черта глобального потепления, происходящего в XX–XXI вв., заключается в том, что оно происходит в условиях интенсивного антропогенного воздействия на природу. Хозяйственное освоение южной части Средней Сибири привело к смене зоогеографического барьера, в связи с этим многие европейские виды широко распространились как восточном, так и в северном направлениях.

Наиболее интенсивные изменения характерны для семейства Врановых (Corvidae). Они рассматриваются птицы, расселяющиеся в северном направлении. Представители семейства Врановых (Corvidae) на территории южной части Средней Сибири в начале 1900-х рассматривались как редкие птицы. Примерно в начале XX века представители семейства Врановые занимали пространство не менее 200 км. В последние годы отмечается широкое распространение представителей семейства Врановых в подтаежные районы Средней Сибири.

Семейство Дроздовые (Turdidae) описывается как птицы, образующие надвидовые комплексы. Для них характерны такие черты, как существенные морфологические отличия; определенный уровень репродуктивной изоляции; самостоятельность; черты политипического вида (связь в областях вторичного контакта посредством определенных зон гибридизации).

Ключевые слова: Средняя Сибирь, Врановые (Corvidae), Дроздовые (Turdidae), расселение, надвидовые комплексы, потепление, биоразнообразие.

Южная часть Средней Сибири была и остается привлекательным и перспективным для орнитологов регионом. Данный регион отличается биоразнообразием, уникальностью природных ландшафтов, минимальными антропогенными изменениями. Это один из немногих регионов, где природные комплексы сохранились в состоянии, близком к естественному. Благодаря мозаичности условий, разнообразию среды жизни и избирательности к ней отдельных видов на территории Средней Сибири отмечается высокий уровень биоразнообразия птиц. Наиболее распространенными и многочисленными являются представители Врановых (*Corvidae*) и Дроздовых (*Turdidae*). Представители данных семейств характеризуются как очень многочисленные виды (100 и более особей/ км²) [1]. Это гнездящиеся виды, которые можно встретить на территории Средней Сибири даже в зимнее время. Многочисленность, высокая степень адаптации, широкая распространенность, и многие другие факторы, и определили интерес и актуальность выбранной темы.

Известно, что в различные временные промежутки численность, разнообразие, изученность представителей данных семейств была неодинаковой. В послеледниковый период происходили существенные изменения состояния условий обитания птиц, связанные с глобальным изменением климата и антропогенной трансформацией ландшафтов. Целый ряд видов птиц оказался очень чувствительным к происходящим процессам, что отразилось, прежде всего, на динамике границ их ареалов. Одни виды начали интенсивно расселяться, другие — сокращать область гнездования, что определенным образом отразилось на формировании своеобразных сообществ и состоянии биоразнообразия птиц южной части Средней Сибири [2].

Цель исследования

Рассмотреть состояние изученности Врановых (*Corvidae*) и Дроздовых (*Turdidae*) на территории южной части Средней Сибири XX–XXI вв.

На миграцию, численность и расселение птиц существенное влияние оказывают климатические условия. Так, для XX столетия характерно неравномерное потепление. Выделяют 3 основных периода потепления [4]:

1. Период потепления — 1910–1945;
2. Слабое похолодание — 1945–1975;
3. Интенсивное потепление — 1976 г.

При этом в качестве наиболее теплого десятилетия считают 1990-е годы. Средняя интенсивность потепления составляет 0,9 °C за период с 1901 по 2001 годы. Максимальное потепление зарегистрировано в 1995 году. Когда отклонение температур от нормы составило

в среднем 1,9 °C. Важно отметить, что интенсивность потепления неодинакова в различных регионах РФ. При этом наиболее интенсивное потепление отмечается в Средней Сибири. Наиболее выражено потепление в зимний и весенний периоды (показатели составляют соответственно 4,7 и 2,9 °C за последние 100 лет. Глобальные процессы потепления влекут за собой ряд климатических изменений, которые затрагивают различные территории РФ, в первую очередь, Сибирь. На территории Сибири глобальное потепление наиболее интенсивно себя проявляет в Средней Сибири. Так, в январе приземная температура воздуха увеличилась в среднем на 3–4 °C, то есть, зимой стало примерно в 6 раз теплее, чем на Земле в целом. Тем не менее, существенного повышения летних температур зарегистрировано не было. Тем не менее, обращает на себя внимание тот факт, что число заморозков в летний период существенно сократилось. Особенно выражена такая тенденция во второй половине XX века. Амплитуда колебаний среднесуточной температуры также резко снизилась. Все это указывает на тенденцию к смягчению континентальности климата [1].

Глобальное потепление вызывает процесс таяния ледников. Примерно на 300–350 метров отступил ледник Троговой долины, в ледник, расположенный в области Красного Белогорья, вовсе исчез. Все это, безусловно, указывает на резкое потепление климата Средней Сибири. Все это подтверждается также спутниковыми данными, которые указывают на снижение площади снежного покрова в среднем на 10%. Отличительная черта глобального потепления, происходящего в XX–XXI вв., заключается в том, что оно происходит в условиях интенсивного антропогенного воздействия на природу [3]. При этом антропогенному воздействию подвержены, как отдельные регионы, так и биосфера в целом. Все это влечет за собой трансформацию ландшафтов, а соответственно, и изменение флоры / фауны. В последние годы отмечается изменение динамики границ ареалов птиц. Наиболее выражены эти процессы в южной части Средней Сибири. Обращает на себя внимание динамика ареалов птиц европейского и монгольского типов, появились специфически орнитокомплексы. Хозяйственное освоение южной части Средней Сибири привело к смене зоогеографического барьера, в связи с чем многие европейские виды широко распространились как в восточном, так и в северном направлениях [5].

Семейство Врановые (*Corvidae*) — птицы, расселяющиеся в северном направлении

Представители семейства Врановых (*Corvidae*) на территории южной части Средней Сибири вначале

1900-х рассматривались как редкие птицы. Они встречались преимущественно в южных частях Средней Сибири. Здесь встречались большие колонии и стаи грачей. Еще в 1900 годах грач крайне редко встречался в Минусинской котловине, а в том, что здесь происходит гнездование этих птиц, не было уверенности. Уже примерно в 1914 годах численность представителей семейства Врановых резко увеличилась. Особенно часто стали встречаться грачи. Это было связано с интенсивным сельскохозяйственным освоением южных регионов Средней Сибири. Тем не менее, в Минусинской котловине их численность приближалась к нулю. Примерно в 1970-е годы численность представителей семейства Врановых резко возросла. Они рассматривались как многочисленные и очень многочисленные виды на территории лесостепи Хакасии. Широкое распространение представители данного семейства получили в тополевых посадках, возраст которых составляет в среднем 20–30 лет, и которые отличаются развитым подлеском. В качестве типичного представителя упоминается грач (*Corvus frugilegus* L.). Тем не менее, гнездование данных видов не доказано [6].

По данным на начало 1970–1980 г.г., представители семейства Врановых под Красноярском рассматриваются в основном как редкие птицы. Тем не менее, об этих птицах нет никаких сведений относительно того, обитают ли они в подтайге и южной тайге Средней Сибири. На территории Западного Саяна представители данного семейства рассматриваются как пролетные птицы. Тем не менее, уже в 1985 г., небольшие стаи представителей семейства Врановых уже встречались практически повсеместно. Примерно в 1990–1992 г.г., представители семейства Врановых, в частности, грачи, рассматривались как типичные представители. Грачи в этот период рассматривались как наиболее многочисленный вид. Наиболее интенсивно они встречались на территории Канско-Ачинской лесостепи, Чулымо-Енисейской и Минусинской котловин. Примерно с 2000 годов отмечается стремительный рост и широкое распространение грачей на всей территории Средней Сибири. Наиболее многочисленными по-прежнему оставались грачи. Было выявлено в среднем 50–150 пар. Наиболее крупные колонии грачей отмечались в 2003–2005 годах. Так, на территории Хакасии были зарегистрированы огромные стаи грачей, численность которых составляла 400–500 особей. Спорадично были разбросаны роицы [7].

Примерно в начале XX века представители семейства Врановые занимали пространство не менее 200 км. Они занимали преимущественно Северо-западные, центральные регионы. В это же время отмечалось интенсивное расселение серых и черных воронов, среди которых отмечались также грачи. Грачи входили в со-

став групп серых и черных воронов. Грачи в составе семейств серых и черных воронов интенсивно расселялись на территории Средней Сибири примерно в 1990–2000 годах. Смыкание дизъюнкций происходило преимущественно на территориях, подверженных интенсивной антропогенной трансформации. В последние годы отмечается широкое распространение представителей семейства Врановых в подтаежные районы Средней Сибири.

Примерно в 2004–2005 годах на территории Красноярского края отмечались многочисленные гнездовые колонии грачей. Малиновка представляет собой крайнюю северную точку, населенную грачами (56°30' с. ш.). Залетные грачи встречаются повсеместно, вплоть до арктических пустынь.

В последние года отмечается широкое распространение представителей семейства Врановых на территории Средней Сибири. Тем не менее, по-прежнему отмечается некоторый разрыв между европейскими и восточными видами грачей. В последние 5 лет отмечается дизъюнкция. Важно отметить, что существенная часть европейской и восточной лесостепи сомкнулась, поскольку отмечается тенденция к повсеместному распространению грачей [1].

Семейство Дроздовые (*Turdidae*) — птицы, образующие надвидовые комплексы

В последние года отмечается тенденция к образованию надвидовых комплексов, в состав которых входят различные виды. Образуются популяции птиц, среди которых доминирующими являются представители семейства Дроздовых. Обращает на себя внимание пространственно разобщенное существование нескольких форм. Для данных видов характерен неясный уровень генеалогических отношений [8]. Также важно отметить наличие ситуаций, которые складываются при возникновении вторичного пространственного контакта. Это нередко влечет за собой гибридизацию между особями таких популяций, в результате чего образуются надвиды. Под надвидом подразумевают группу особей, в состав которой входят полностью или почти аллопатрические таксоны, которые когда-либо ранее относились к представителям одной группы или одного вида, но которые сейчас видоизменились настолько, что смогли достичь отдельного видового статуса. Тем не менее, между данными таксонами отмечается репродуктивная изоляция. Это говорит о том, что изолирующие механизмы завершены, следовательно, надвидовая популяция начинает приобретать свои строго специфические черты, которые могут рассматриваться как черты отдельного вида. В данном случае можно говорить об определенном

уровне эволюционного развития и обособления популяции [1].

На территории южной части Средней Сибири, отмечаются следующие надвидовые комплексы птиц: *Buteo lagopus* — *Buteo rufinus* — *Buteo hemilasius*, *Falco rusticolus* — *Falco cherrug*, *Perdix perdix* — *Perdix dauuricae*, *Locustella naevia* — *Locustella lanceolata*, *Emberiza cia* — *Emberiza godlewskii*. Для данного надвида характерно преобладание аллопатрии, а также наличие определенных зон контакта на территории региона [7]. Все существующие на территории Средней Сибири группировки являются генеалогическими молодыми. Эволюционный возраст наблюдаемых группировок существенно ниже среднего возраста видов-двойников. Это объясняет наличие ряда сходств и различий внутри надвидовых группировок, а также указывает на наличие тесных пространственных и репродуктивных отношений. Для всех группировок, в состав которых входят представители семейства Дроздовых, характерно образование ряда специфических качеств, свойственных самостоятельному виду, прошедшему длительный путь эволюции, в частности [1]:

- ◆ существенные морфологические отличия;
- ◆ определенный уровень репродуктивной изоляции;
- ◆ самостоятельность;

- ◆ черты политипического вида (связь в областях вторичного контакта посредством определенных зон гибридизации).

Генеалогически многие группировки все еще занимают промежуточное положение между видом и подвидом, однако прослеживается тенденция к обретению отдельного видового положения [9]. К таким комплексам можно отнести: *Circus aeruginosus* — *Circus spilonotus*, *Rallus aquaticus* — *Rallus indicus*, *Motacilla alba* — *Motacilla personata*, *Lanius collurio* — *Lanius isabellinus*, *Corvus corone* — *Corvus cornix*, *Turdus ruficollis* — *Turdus atrogularis*, *Carduelis carduelis* — *Carduelis caniceps*, *Emberiza citrinella* — *Emberiza leucocephala* [5].

ВЫВОД

Таким образом, хозяйственное освоение южной части Средней Сибири привело к смене зоогеографического барьера, в связи с чем многие европейские виды широко распространились как в восточном, так и в северном направлениях. Наиболее интенсивные изменения характерны для семейства Врановых (*Corvidae*). Они рассматриваются птицы, расселяющиеся в северном направлении. Семейство Дроздовые (*Turdidae*) описывается как птицы, образующие надвидовые комплексы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов А. А. Птицы Алтай-саянского экорегиона: пространственно-временная динамика биоразнообразия: монография. т. I / под общ. ред. д-ра биол. наук, профессора Ц. З. Доржиева; Краснояр. гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева. — Красноярск, 2012. — 464 с.
2. Врановые птицы в антропогенных и естественных ландшафтах Северной Евразии: материалы 10 Междунар. конф. Москва; Казань, 2012. — 160 с.
3. Врановые птицы Северной Евразии: сб. материалов 9 Междунар. науч.-практ. конф. Омск, 2010. — 160 с.
4. Герасимчук А. В. Экологические аспекты гнездования дроздов рода *Turdus* в условиях Чулымо-Енисейской котловины: дисс. канд. биол. наук. — Красноярск: 2011. — 175 с.
5. Головань В. И. Результаты кольцевания дроздов рода *Turdus* в Псковской области // Русский орнитологический журнал. — 2013. — № 12 (211). — С. 130–135.
6. Микляева М. А., Родимцев А. С., Скрылева Л. Ф. Преадаптивный характер роста конечностей в онтогенезе сороки и серой вороны // Врановые птицы Северной Евразии: сб. материалов 9 Междунар. науч.-практ. конф. Омск, 2010. — С. 88–91.
7. Репин Д. В. Морфо-экологические особенности летательного аппарата врановых птиц степной зоны Южного Урала // Врановые птицы Северной Евразии: сб. материалов 9 Междунар. науч.-практ. конф. Омск, 2010. — С. 109–110.
8. Родимцев А. С., Рахимов И. И., Маловичко Л. В., Микляева М. А., Скрылева Л. Ф., Анисимов А. Г. Состояние изученности Врановых (*Corvidae*, *Aves*) Северной Евразии (по материалам прошедших совещаний и конференций) // Вестник ТГУ. — 2012. — Т. 17. — № 5. — С. 1476–1481.
9. Хохлова Т. Ю. Особенности сезонных миграций певчего дрозда *Turdus philomelos* в Карелии // Русский орнитологический журнал. — 2008. — Т. 17. — № 419. — С. 763–765.

© Асмолова Рузанна Ахмедгарифовна (ryzanka2010@mail.ru), Дегтяренко Анна Юрьевна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОЦЕНКА ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ ПО АКТИВНОСТИ ГИДРОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ

EVALUATION OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI ACCORDING TO THE HYDROLYTIC ENZYME SYSTEM

**M. Gasimova
A. Yusifova
M. Mensimli
A. Hasanov**

Summary. In the carried out of researches in different economic regions of Azerbaijan have identified 90 species involved in the formation of mycobiota of various plants. The recorded fungi differed in terms of ecological trophic relationships and by their manifestations, as well as enzymatic activity, phytotoxic activity. In research have observed an inverse relationship between the proteolytic activity and phytotoxic activity of fungi, primarily phytopathogens which makes it possible to use proteolytic activity as a limiting factor in the pathogenesis.

Keywords: plants, mycobiota, phytopathogenic species, enzymatic activity, phytotoxic activity.

Гасимова Мехпара Ибрагим кызы

Доктор философии по биологии, и.о. доцента,
Азербайджанский Аграрный университет (Гянджа)
qtmehpape@mail.ru

Юсифова Анаханым Амралы кызы

Доктор философии сельскохозяйственных
наук, доцент, Азербайджанский Государственный
Педагогический университет (Баку)
azmbi@mail.ru

Мансимли Мужгян Руфат кызы

Институт Микробиологии НАНА (Баку)
masimlimujgan@gmail.com

Гасанов Азер Мирзасен оглы

Научно-Исследовательских Институт Ветеринарии
Министерства Сельского Хозяйства Азербайджанской
Республики

Аннотация. В исследованиях, проведенных в различных экономических регионах Азербайджана, выявлено 90 видов грибов, участвующих в формировании микобиоты растений различного назначения. Зарегистрированные грибы различались как по эколого-трофическим связям и формам их проявления, так и по ферментативной и фитотоксической активности. Исследования также показали обратную зависимость между протеолитической и фитотоксической активностью грибов, в первую очередь, фитопатогенов, что позволяет использовать протеолитическую активность как фактор, лимитирующий патогенез.

Ключевые слова: растения, микобиота, фитопатогенные виды, ферментативная активность, фитотоксическая активность.

Как известно, все растения, независимо от их назначения, являются одним из мест обитания грибов, которые в свою очередь, состоят с этими растениями в различных отношениях [5, 9]. Для одной из таких форм отношений характерны патологии растений, вызываемые грибами [7]. В результате таких отношений могут существенно меняться морфологические, физиологические и биохимические свойства растений. В возникновении той или иной патологии растения предпосылкой и чуть ли не главным условием протекания процесса является проникновение клеток грибов в ткани растения-хозяина. Наличие у растительных клеток, также как и у всех эукариотических организмов, особой клеточной оболочки, препятствует легкому или без наличия особого механизма протеканию данного процесса. В этом отношении важное значение имеет ферментная система грибов, а в процессе патогенеза важно, чтобы возбудитель для проникновения во внутренние ткани хозяина

синтезировал различные ферменты, катализирующие разрушение клеточной стенки [8], а точнее, составляющие ее полимеры. И как результат, не вызывает сомнений и то, что широкоспекторная ферментная система этого патогена играет важную роль в проникновении и роста патогена в тканях растения-хозяина.

Так, клеточная стенка растений, т.е. оболочка, имеет сложное строение, она содержит такие сложные полимеры как целлюлоза, лигнин, гемицеллюлоза, пектин, белок и др. [11–12], которые в том или ином растении характеризуются разным количеством, механизмом разложения и взаимодействием друг с другом. Например, разложение целлюлозы, гемицеллюлозы, пектина и крахмала в тканях растений происходит за счет гидролиза, а разложение лигнина происходит за счет окисления. Поэтому среди множества ферментов особый интерес представляют ферменты, которые катализируют

разложение этих полимеров, а именно, гидролазы и оксиредуктазы [14]. Не вызывает сомнений и то, что патогены, не имеющие ферментной системы, катализирующей разложение соединений клеточной стенки растения-хозяина, слабее в борьбе за выживание и имеют меньший ареал распространения. Поэтому, изучение в этом аспекте организмов, особенно грибов, вызывающих у растений различные патологии, может иметь важное значение при разработке мер борьбы с патогенами [16]. Так, одной из основных целей в борьбе с патогенами является его физическое уничтожение, что, в свою очередь, приводит к уничтожению видов, входящих в состав эпифитной микобиоты растения и играющих роль в почве и биологической продуктивности растений. По этой причине разработка метода избирательной борьбы с патогенами [10.] уже длительное время находится в центре внимания исследователей. Следует отметить, что такой подход, хотя и химического характера, достигнут в борьбе с сорняками. Изучение ферментной системы грибов может обещать новые перспективы такой борьбы. Так, наличие веществ, которые репрессировать синтез ферментов и подавляют каталитическую активность фермента, а также тот факт, что их количество и механизм действия связаны с особенностями самого гриба, были подтверждены в ряде исследований. Поэтому, целесообразно изучить ферментную систему грибов, а также их патогенных представителей, распространенных на растениях, выращиваемых в Азербайджане, что было реализовано на примере некоторых культурных и дикорастущих растений различных регионов Азербайджана.

Материалы и методы

Исследования проводились в Апшеронском, Аранском, Гянджа-Газахском и Губа-Хачмазском экономических районах Азербайджана. Пробы были взяты с растений различного назначения (пищевые, кормовые, красильные, лекарственные, технические и др.), произрастающих и культивируемых в указанных регионах, а отобранные с них грибы были выделены в чистую культуру и проанализированы по видовому составу. В качестве питательных сред для выращивания грибов использовали агаризованное солодовое сусло (АСС), рисовый агар (РА), крахмальный (КА) и картофельный (КА) агар, агаризованную среду Чапека и Чапека-Докса. Приготовление сред, их стерилизацию и розлив в чашки Петри проводили согласно известным методам [4.]. Идентификация грибов проводилась на основе определителей, составленных на основе культурально-морфологических и физиологических признаков [7, 13, 15]. Для установления названия грибов использовались материалы с сайта Indexfungorum [17].

При определении ферментативной активности грибов для их культивирования использовали жидкую

среду Чапека, культивирование проводили при 26 °С в течение 10 дней, а активность ферментов определяли в культуральной жидкости каждые 5 дней согласно соответствующим методикам.

Количество белка в ходе исследования определяли спектрофотометрическим методом [6]. В ходе исследования определяли активность целлюлазы (эндо-1,4-β-глюканазы), ксиланазы, протеазы, амилазы и пектиназы, согласно известными методами [1, 3].

Изучение фитотоксической активности отдельных видов грибов, входящих в состав микобиоты того или иного культурного растения, проводилось нижеотмеченным способом. Грибы после выращивания в жидкой среде Чапека фильтруют и отделяют полученную биомассу. Используемые семена (при условии, что от каждого растения берется 100–150 семян) замачивают в этой культуральной жидкости на 24 часа. В контрольном варианте используется стерильная среда Чапека. Затем семена помещают на увлажненную фильтровальную бумагу и проращивают при комнатной температуре (20–22 °С) в течение 7 дней. Фитотоксическая активность грибов (в%) также определяется по формуле, где Р — это фитотоксическая активность, n — количество не проросших семян, а N — общее количество взятых семян. Во всех случаях в каждой повторности количество взятых семян составляло 100 единиц.

В ходе исследования все эксперименты проводились в 4–6 повторностях, результаты статистически обрабатывались [2], и во всех случаях достоверными считались данные, соответствующие формуле $t / M = P \leq 0,05$ (где M — среднее значение, m — стандартное отклонение, P — критерий Стьюдента).

Результаты и их обсуждения

В проведенных в различных экономических регионах Азербайджана исследованиях было зарегистрировано около 90 видов грибов. По эколого-трофическим связям среди них были обнаружены как факультативные, так и истинные (биотрофы и сапротрофы). Наличие среди них фитопатогенных, токсигенных, оппортунистических и аллергенных грибов было подтверждено в ходе исследования. В связи с этим в ходе дальнейшего процесса исследования было сочтено целесообразным изучить ферментативную активность 113 штаммов 25 видов грибов.

В результате проведенных исследований было установлено, что все использованные в исследовании грибы обладают той или иной степенью гидролазной активности, и привлекает внимание разность

Таблица 1. Ферментативная активность грибов, входящих в состав микобиоты некоторых красильных растений западного региона Азербайджана (Ед/мл)

№	Виды (число штаммов)	Целлюлаза	Ксиланаза	Амилаза	Пектиназа	Протеаза
1	<i>Aspergillus flavus</i> (5)	1,1–2,1*	20,1–28,7	1,7–2,6	5,6–7,3	3,6–7,1
2	<i>A. fumigatus</i> (5)	1,0–1,7	17,8–24,3	2,3–3,8	4,5–7,5	2,7–6,5
3	<i>A. niger</i> (5)	2,0–4,5	35,3–42,5	3,8–5,3	9,6–11,5	4,6–7,2
4	<i>A. ochraceus</i> (4)	0,4–0,7	13,2–17,6	1,2–2,3	7,1–8,9	3,2–4,5
5	<i>Alternaria alternata</i> (4)	0,9–1,7	12,7–24,5	0,7–1,3	3,1–5,1	2,2–4,7
6	<i>A. solani</i> (4)	0,5–1,2	17,8–30,1	0,5–0,8	2,7–4,3	1,9–5,7
7	<i>Botrytis cinerea</i> (4)	0,5–0,7	21,2–24,6	следы	1,2–2,5	0,7–1,2
8	<i>Favenaceum</i> (8)	1,1–1,6	16,4–22,9	1,4–2,2	1,5–3,5	следы
9	<i>F. gibbosum</i> (5)	0,8–1,3	15,6–25,3	1,8–3,0	2,6–4,8	0,3–0,8
10	<i>F. moniliforme</i> (5)	0,9–1,3	25,3–35,4	2,7–4,2	3,1–5,4	0,2–0,9
11	<i>F. oxysporum</i> (5)	0,7–1,2	20,2–31,4	2,3–3,5	2,3–4,6	следы
12	<i>F. semitectum</i> (4)	1,0–1,3	16,7–25,4	1,8–2,6	2,3–3,9	0,1–0,2
13	<i>V. dahliae</i> (5)	0,3–0,5	18,9–23,5	1,1–1,5	3,5–6,7	0,8–1,1
14	<i>V. albo-atrum</i> (4)	0,2–0,4	15,4–20,3	0,9–1,4	3,0–5,2	0,6–1,1
15	<i>P. martensii</i> (4)	0,2–0,5	23,4–31,3	следы	2,9–6,1	2,3–4,5
16	<i>P. cuslopium</i> (5)	0,3–0,7	26,5–34,5	1,2–2,4	3,4–7,4	1,1–2,2
17	<i>P. chrysogenum</i> (5)	0,8–1,3	18,9–23,4	0,6–1,4	2,1–4,3	2,9–4,6
18	<i>C. herbarum</i> (4)	1,1–1,5	19,3–28,3	0,3–0,8	2,6–4,3	1,4–1,9
19	<i>Asc. pisi</i> (4)	0,9–1,4	17,2–23,2	0,7–1,4	2,6–4,2	1,3–1,7
20	<i>Asc. betae</i> (3)	0,5–1,0	14,2–19,4	0,3–0,8	1,8–3,7	1,2–1,9
21	<i>Rh. nigricans</i> (4)	1,3–1,6	18,2–21,3	1,1–1,5	2,1–4,1	4,4–5,7
22	<i>M. mucedo</i> (5)	1,1–1,5	19,6–28,9	0,9–1,3	2,4–3,3	6,4–7,6
23	<i>M. plumbeus</i> (3)	0,9–1,7	17,2–24,3	0,7–1,5	1,6–3,9	3,6–5,9
24	<i>T. lignorum</i> (5)	2,3–4,1	29,1–36,7	0,1–0,5	1,2–1,9	4,1–5,7
25	<i>T. viride</i> (4)	2,0–3,4	25,6–34,4	0,2–0,4	1,1–1,6	3,2–5,4

*- все результаты статистически обработаны, и во всех случаях $P \leq 0,048$

количественных показателей активности ферментов этих грибов (таблица 1).

Этот факт, характеризующийся штаммовыми различиями, также следует рассматривать как фактор, играющий важную роль в патогенезе грибов. Постараемся подтвердить это следующим.

Как видно из таблицы (табл. 1), некоторые штаммы обладают высокой ферментативной активностью и по количественным показателям не отстают в этом аспекте от непатогенных штаммов (входящих в эпифитную микобиоту растений), считающихся активными продуцентами ферментов. Однако данные таблицы не позволяют уточнить роль отдельных ферментов в патогенезе, и нет четкой зависимости между опасностью грибов и высоким уровнем ферментативной активности. Например, штаммы грибов рода *Fusarium*, вызывающие фузариоз растений, по протеолитической активности уступают *A. niger*, который не считается опасным фитопатогеном.

С другой стороны, грибы рода *Trichoderma*, которые относятся к эпифитной микобиоте растений, обладают высокой целлюлолитической активностью. Количество целлюлозы среди полимеров, составляющих растительный покров, является достаточным, а точнее, превосходящим и поэтому создается впечатление, что она легче проникает в растение. Однако, как уже отмечалось, грибы, принадлежащие к роду *Trichoderma*, относятся к эпифитной микобиоте растений и в то же время имеют антагонистические отношения с фитопатогенами, благодаря чему из них получают препараты для улучшения фитосанитарного состояния почв.

Поэтому в ходе исследований было целесообразным выяснить характер взаимосвязи фитотоксической и ферментативной активности грибов. С этой целью 100 семян каждого растения выдерживались в течение 12 дней в культуральной жидкости гриба, культивированного в среде Чапека в течение 7 дней. По окончании этого периода семена помещают

Таблица 2. Влияние культуральной жидкости грибов на всхожесть некоторых растений (%)

Штаммы	Пшеница	Огурец	Арбуз	Ячмень	Фасоль	Томат
<i>Aspergillus flavus</i> M-14	79	74	84	75	82	80
<i>A. fumigatus</i> M-16	70	65	76	69	73	78
<i>A. niger</i> M-25	80	76	87	82	78	77
<i>A. ochraceus</i> M-31	78	75	85	79	72	81
<i>Alternaria alternata</i> A-07	65	63	67	72	69	64
<i>A. solani</i> A-14	61	51	56	64	55	53
<i>Botrytis cinerea</i> A-21	49	43	54	45	52	49
<i>Fusarium avenaceum</i> E-06	30	34	36	32	40	50
<i>F. gibbosum</i> E-45	39	40	42	37	44	49
<i>F. moniliforme</i> E-73	38	37	39	39	40	43
<i>F. oxysporum</i> E-96	35	29	37	36	34	32
<i>F. semitectum</i> E-75	41	35	44	40	39	43
<i>V. albo-atrum</i> E-122	50	49	48	52	52	48
<i>Verticillium dahliae</i> E-121	45	47	52	48	49	41
<i>P. martensii</i> A-32	67	64	73	70	72	68
<i>P. cuslopium</i> A-38	59	56	64	54	63	53
<i>P. chrysogenum</i> A-40	72	68	75	70	74	75
<i>C. herbarum</i> A-56	65	62	70	60	68	65
<i>Asc. pisi</i> A-39	65	60	64	68	63	67
<i>Asc. betae</i> A-38	61	59	62	70	64	63
<i>Rh. nigricans</i> E-97	76	79	81	78	80	82
<i>M. mucedo</i> E-89	85	86	89	87	90	92
<i>M. plumbeus</i> E-83	79	80	82	83	78	88
<i>T. lignorum</i> F-12	97	95	97	95	96	92
<i>T. viridei</i> F-15	94	95	94	90	91	89
Контроль	91	92	91	90	89	88

в климатическую камеру и в течение 30 дней наблюдают за их прорастанием. Полученные результаты показали, что грибы с высокой протеолитической активностью не обладают высокой фитотоксической активностью (таблица 2).

Например, протеолитическая активность гриба *Verticillium dahliae* E-121 в 5,5 раз ниже, чем у *Aspergillus flavus* M-14, но сравнение результатов, полученных при прорастании семян, показывает, что действие первого намного эффективнее, почти в 2 раза. В остальных вариантах четко проявляются аналогичные результаты, т.е. существует обратная зависимость между протеолитической и фитотоксической активностью, что позволяет использовать протеолитическую активность как лимитирующий фактор в патогенезе.

Как было отмечено выше, протеолитические ферменты деградируют белки путем гидролиза. Точнее, протеолитические ферменты разрушают пептидные связи, участвующие в образовании белков, и в конечном итоге расщепляют их на аминокислоты, т.е. белки выступают в роли субстрата для протеолитических ферментов. Все ферменты имеют белковую природу и эти ферменты также могут играть роль субстратов для протеаз, поэтому высокая активность протеолитических ферментов отрицательно влияет на активность других ферментов, что приводит к снижению активности и, следовательно, к затруднению проникновения их в клетку. Всё это позволяет говорить о том, что в будущем будет эффективно учитывать этот факт при разработке мер борьбы по нейтрализации или ограничении активности фитопатогенных грибов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клесов А.А., Рабинович М. Л., Сеницын А. П. и др. Ферментативный гидролиз целлюлозы: 1. Активность и компонентный состав целлюлазных комплексов из различных источников. //Биоорганическая химия, 1980, т. 6, с. 1225–1241.
2. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006, 816 с.

3. Лабораторный практикум по технологии ферментных препаратов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982, 240 с.
4. Методы экспериментальной микологии/Под. ред. Билай В. И. Киев: Наукова думка, 1982, 500с.
5. Сафаралиева Э.М., Алиева Г. Р., Рзаева А. Л., Мамедова Ф. Р., Бахшалиева К. Ф. Изменение видового состава грибов, распространенных на различных ценозах в условиях Азербайджана //, Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки, 2020, № 02, с. 52–57
6. Практикум по биохимии (Под. ред. Н. П. Мешковой и С. Е. Северина.). М: МГУ, 1979, 430 с.
7. Саттон Д., Фотергилл А., Риналди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов.М.: Мир, 2001, 486с.
8. Amit K.C., Shubha C., Sushmita C., Shridha C. In vitro and in vivo production of polygalacturonase, polymethylgalacturonase and cellulase enzymes by *Alternaria solani* at different incubation periods.// African Journal of Plant Science, 2014, 8(5):248–253.
9. Archana J., Surendra S., Qin W., Yuanfu L. & Jingshan Sh. A review of plant leaf fungal diseases and its environment speciation.// Bioengineered, 2019, 10,1: 409–424
10. Foddai, A.C.G., Grant, I. R. Methods for detection of viable foodborne pathogens: current state-of-art and future prospects.// Appl Microbiol Biotechnol., 2020, 104, 4281–4288
11. Franková, L., Fry, S. C. Biochemistry and physiological roles of enzymes that 'cut and paste' plant cell-wall polysaccharides.// Journal of Experimental Botany, 2013, v. 64, is. 12, p.3519–3550
12. Gilbert H. J. The Biochemistry and Structural Biology of Plant Cell Wall Deconstruction.// Plant Physiology, 2010, Vol. 153, p. 444–455
13. Kirk P.M., Cannon P.F., Minter D. W. et al. Dictionary of the fungi. 10-th edition. UK, 2008, 747 p.
14. Robinson P. K. Enzymes: principles and biotechnological applications.// Essays Biochem., 2015, 59:1–41.
15. Samson R. A., Pitt J. I. Integration of modern taxonomic methods for *Penicillium* and *Aspergillus* classification. Amsterdam: Harwood Publishers, 2000, 510p.
16. Shuping, D.S.S., Eloff J. N. The use of plants to protect plants and food against fungal pathogens: a review//Afr J Tradit Complement Altern Med., 2017, 14(4): 120–127.
17. www.indexfungorum.org/Names/fungic.asp

© Гасымова Мехпара Ибрагим кызы (qmehpare@mail.ru),

Юсифова Анаханым Амралы кызы (azmbi@mail.ru), Гасанов Азер Мирзасен оглы (masimlimujgan@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Баку

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ POTENTILLA BIFURCA L. КАК ВОЗМОЖНОГО ИНДИКАТОРА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНАХ

USING POTENTILLA BIFURCA L. AS A POSSIBLE INDICATOR OF POLLUTION IN INDUSTRIAL REGIONS

Yu. Kanibolotskaya

Summary. Due to the significant impact of anthropogenic factors on the environment in man-made regions, *Potentilla bifurca* L. is considered as an indicator of pollution of industrial areas by some heavy metals (Ti, Mn, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb and Sr). Their content in plant (*P. bifurca*) and soil samples selected in the suburbs of Pavlodar and Aksu (Pavlodar region, Kazakhstan) at various distances from existing industrial enterprises was analyzed; geobotanical studies have also been carried out. It was found that Zn and Cr accumulate in *P. bifurca* more actively than Sr and Mn, and Ni, Pb, Cu, Ti, Fe — in rather small quantities. There is no obvious negative effect on *Potentilla bifurca* of high concentrations of these metals. In this regard, *Potentilla bifurca*'s accumulation capacity, for example, Zn and Cr, can be used (taking into account various factors) to determine the presence of environmental pollution in man-made regions, in particular in areas where metallurgical plants are located.

Keywords: heavy metals in soil, heavy metals in vegetation, *Potentilla bifurca* L., biological absorption coefficient, hazard coefficient; Digression-active species, pollution indicator.

Каниболоцкая Юлия Михайловна

К.б.н., доцент, Сибирский университет
потребительской кооперации (г. Новосибирск)
yu_leonova@mail.ru

Аннотация. В связи со значительным воздействием антропогенных факторов на окружающую среду в техногенных регионах рассматривается возможность использования *Potentilla bifurca* L. в качестве индикатора загрязнения промышленных территорий некоторыми тяжелыми металлами (Ti, Mn, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb и Sr). Проанализировано их содержание в растительных (*P. bifurca*) и почвенных пробах, отобранных в пригородах городов Павлодара и Аксу (Павлодарская область, Казахстан) на различных расстояниях от действующих промышленных предприятий; проведены и геоботанические исследования. Выявлено, что Zn и Cr накапливаются в *P. bifurca* более активно, чем Sr и Mn, а Ni, Pb, Cu, Ti, Fe — в довольно незначительных количествах. Очевидного негативного эффекта от воздействия на *P. bifurca* высоких концентраций этих металлов не наблюдается. В связи с этим способность лапчатки вильчатой к аккумуляции, например, Zn и Cr можно использовать (с учетом действия различных факторов) для определения наличия загрязнения среды в техногенных регионах, в частности, в районах расположения металлургических предприятий.

Ключевые слова: тяжелые металлы в почве, тяжелые металлы в растениях, лапчатка вильчатая, *Potentilla bifurca*, коэффициент биологического поглощения, коэффициент опасности, дигрессионно-активные виды, индикатор загрязнения.

Введение

В настоящее время одной из важнейших задач как для России, так и для других стран мира является решение экологических проблем, формировавшихся и накапливавшихся со второй половины XX века, в процессе осуществления активного природопользования и развития промышленности. На данный момент необходимо хотя бы не допускать разрастания и углубления этих проблем, поскольку решить их полностью мы, к сожалению, не в состоянии. По крайней мере, на современном этапе развития науки, техники и технологий.

При упоминании об экологических проблемах в основном говорят о загрязнении окружающей среды, поскольку этот аспект напрямую касается населения Земли, его здоровья и благополучия. Загрязнение же среды обуславливается нашим стремлением жить лучше, поль-

зоваться всеми благами цивилизации, что подразумевает функционирование многочисленных промышленных объектов, которые и обеспечивают создание привычного для нас комфорта и удобства (напрямую — обеспечением подачи электроэнергии в наши дома, либо же в процессе производства привычных нам вещей).

Так, например, среди крупных индустриальных центров Казахстана город Павлодар, в промзонах которого — Павлодарский алюминиевый (АО «Алюминий Казахстана»), Казахстанский электролизный (КЭЗ) и нефтехимический (ПНХЗ) заводы, ТЭЦ-1,2,3, Аксуский завод ферросплавов (АО ТНК Казхром), Аксуская электростанция (АО ЕЭК — Евразийская Энергетическая Корпорация), ПФ ТОО Кастинг — переплавка стали и АО Каустик (на базе ранее существовавших тракторного и химического заводов) и многие другие предприятия, является одним из самых загрязненных (Панин, 2002) [1].

Для определения состояния окружающей среды в таких — техногенных — регионах достаточно простым и действенным методом может стать использование живых организмов, «умеющих» жить на загрязненных территориях без потери жизнеспособности. Причем растения в этом случае более предпочтительны, поскольку они не покидают места своего обитания, как это характерно для животных либо насекомых. Используя растительные организмы в качестве индикаторов, мы можем понимать, насколько насыщена та или иная территория, допустим, тяжелыми металлами. Возможность же проводить сопоставление и анализ содержания поллютантов в нескольких средах, в нашем случае — в почве и растениях, дает для выявления «состояния здоровья» окружающей среды много больше, чем контроль аккумуляции загрязнителей, например, только почвой, т.к. появляется возможность делать более обоснованные выводы о состоянии территории.

Вопросами поглощения и накопления тяжелых металлов (ТМ) растениями занимаются ученые разных стран [2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12]. В основном в таких исследованиях изучается древесно-кустарниковая растительность, гораздо меньше работ, где в качестве индикаторов загрязнения среды выступали бы травы, и оценивалась трансформация растительного покрова регионов в результате влияния на него всего комплекса антропогенных факторов. Поэтому мы рассматриваем и состояние растительного покрова территорий, находящихся в зоне действия промышленных предприятий (энергетики, черной и цветной металлургии, нефтехимической промышленности) [13,14,15], и отдельные виды растений (доминанты или субдоминанты) в качестве возможных аккумуляторов поллютантов. Так, в Павлодарской области *Potentilla bifurca* L. часто является субдоминантом в растительных сообществах (дигрессионно-активный вид; несколько десятков лет назад, в отсутствие интенсивного антропогенного воздействия, в регионе она почти не встречалась). К тому же, *P. bifurca* достаточно стойко переносит воздействие механических антропогенных факторов, в частности — выпаса, активно здесь осуществляемого.

Цель работы

Изучить возможность использования *Potentilla bifurca* L. (лапчатки вильчатой) в качестве индикатора загрязнения окружающей среды в промышленных регионах.

Объекты и методы

С 2006 по 2016 год мы исследовали состояние растительного покрова нескольких районов Павлодарской области (Казахстан). Обследовано более 50 участков, вы-

бранных на разных расстояниях (1–3–5–10–20–50 км — на север, юг, восток и запад) от промзон городов Павлодара и Аксу, с учетом розы ветров и транспортной либо пешей доступности, согласно стандартным методическим рекомендациям [16,17]. Пробы для химических анализов отбирались в 2006, 2011, 2013, 2015–2016 годах. Почву брали из слоев 0–5 см и 10–15 см (в первом случае выявляли текущее, а во втором — многолетнее загрязнение). Точки отбора проб приурочены к преобладающим растительным сообществам, в которых проводились детальные геоботанические описания (с использованием классических методов геоботаники) [18].

Определение содержания элементов в почве и растениях осуществлялось методом рентгенофлуоресцентного анализа (для почвы — с отжигом, для растений — с предварительным озолением) на РФА-спектрометре «Спектроскан GF-1Е» (Россия, 2000г/в). Пробы анализировали в лаборатории Физико-технического института МОиН РК (поселок Алатау, Алма-атинская область, Казахстан). Сопоставление предельно-допустимых концентраций элементов в почве устанавливалось согласно нормативам предельно допустимых концентраций (ПДК) [19,20,21], концентрации железа в почве сравнивали с содержанием его на условно-фоновом участке.

Для почвенных проб был рассчитан коэффициент опасности K_o , демонстрирующий концентрацию металла в почве в долях ПДК. коэффициент опасности определяли по формуле [22]:

$$K_o = \frac{c}{\text{пдк}},$$

где: C — фактический уровень содержания рассматриваемого элемента в почве, ПДК — предельно допустимые концентрации данного элемента в почве.

Для выявления уровня аккумуляции растениями поллютантов мы использовали *P. bifurca*, так как фитоценозы с ее участием имеют широкое распространение не только на территории наших исследований, но и во многих других регионах. В частности, этот вид лапчатки произрастает и в Новосибирской области — в качестве компонента аборигенной флоры — например, по границе с Павлодарской областью, и сорного (дигрессионно-активного) вида.

Для выявления уровня перехода тяжелых металлов из почвы в растения определяли коэффициент биологического поглощения (КБП) A_x по формуле [23]:

$$A_x = \frac{l_x}{n_x},$$

где l_x — содержание элемента x в золе растения, n_x — содержание того же элемента в почве. Рассчиты-



Рис. 1. Относительные концентрации Cr в почве (K_{Cr}) и растениях (A_{Cr} *Potentilla bifurca*)



Рис. 2. Относительные концентрации Zn в почве (K_{Zn}) и растениях (A_{Zn} *Potentilla bifurca*)



Рис. 3. Относительные концентрации Pb в почве (K_{Pb}) и растениях (A_{Pb} *Potentilla bifurca*)

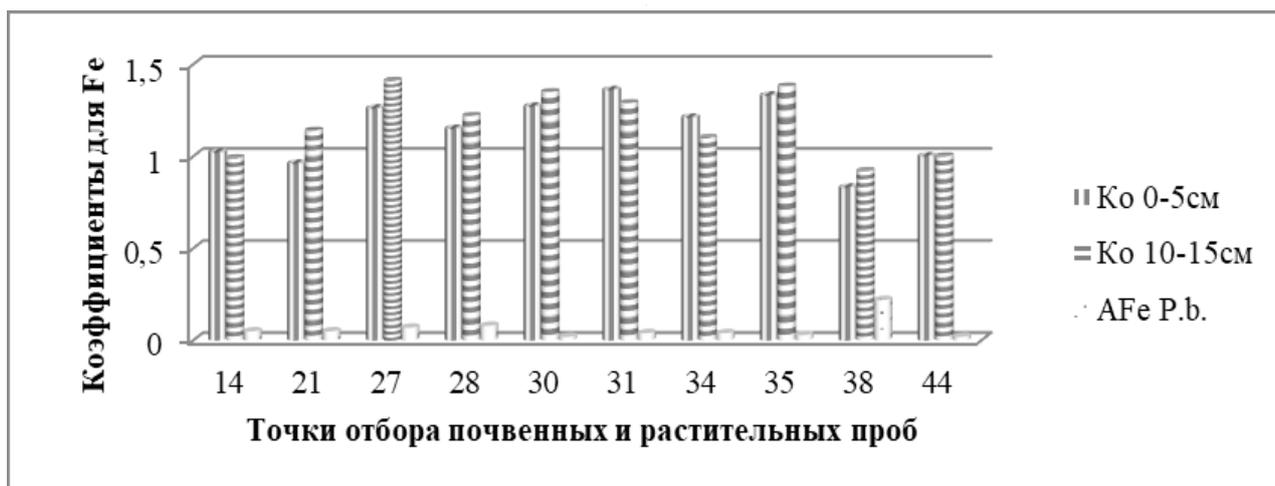


Рис. 4. Относительные концентрации Fe в почве (K_0) и растениях (A_{Fe} *Potentilla bifurca*)

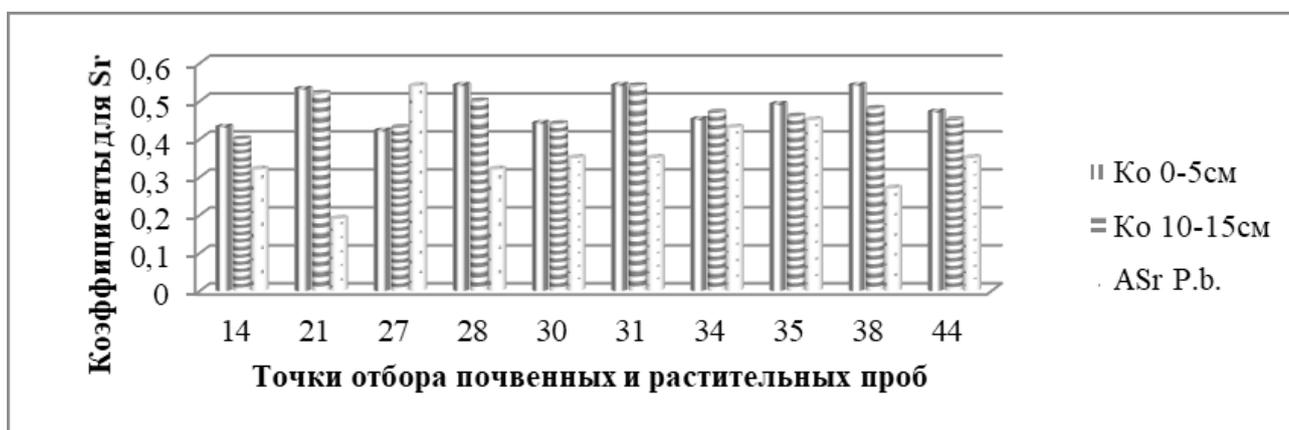


Рис. 5. Относительные концентрации Sr в почве (K_0) и растениях (A_{Sr} *Potentilla bifurca*)



Рис. 6. Относительные концентрации Ni в почве (K_0) и растениях (A_{Ni} *Potentilla bifurca*)

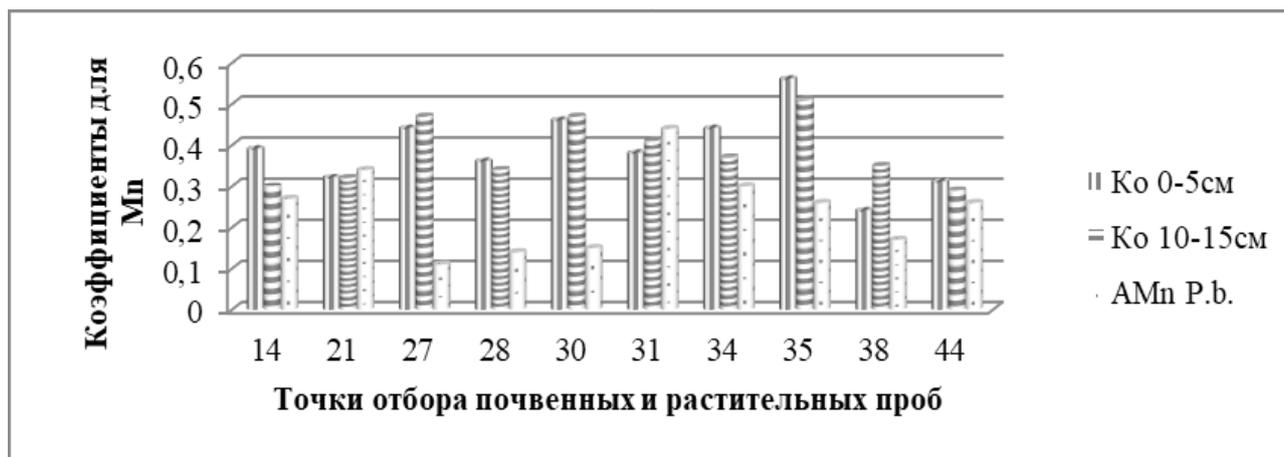


Рис. 7. Относительные концентрации Mn в почве (K_Mn) и растениях (A_{Mn} *Potentilla bifurca*)

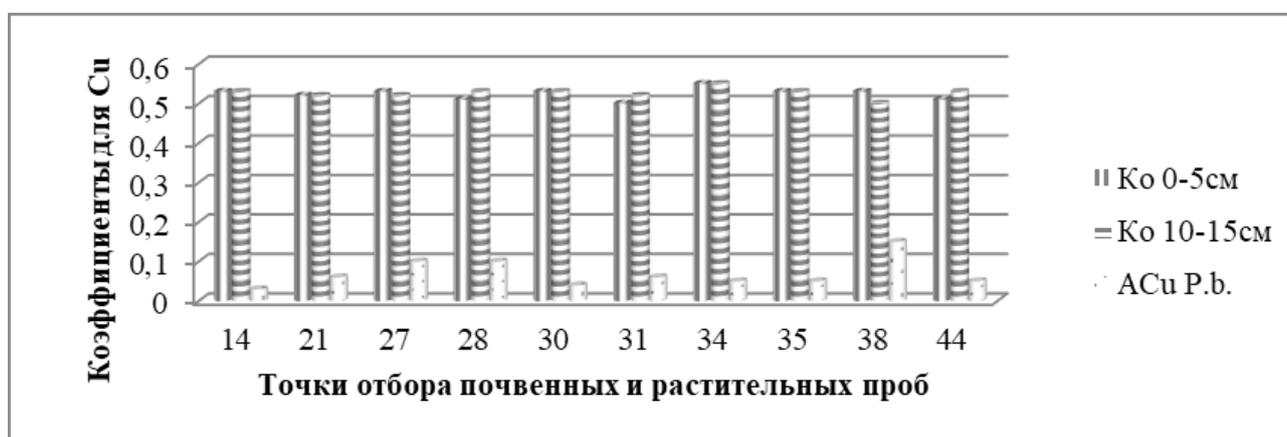


Рис. 8. Относительные концентрации Cu в почве (K_{Cu}) и растениях (A_{Cu} *Potentilla bifurca*)

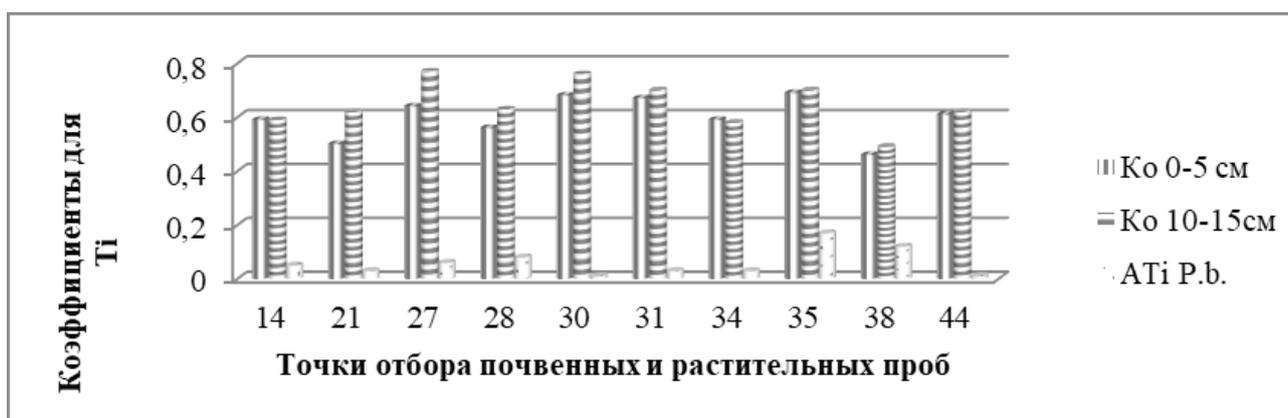


Рис. 9. Относительные концентрации Ti в почве (K_{Ti}) и растениях (A_{Ti} *Potentilla bifurca*)

вали среднее значение содержания каждого металла в почве для каждой пары проб (в слое 0–5 см и 10–15 см).

Результаты и обсуждение

В диаграммах (рис. 1–9) представлены коэффициент опасности K_o (для Ti, Mn, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb и Sr в почве, в каждом из рассмотренных слоев) и коэффициент биологического поглощения A_x тех же металлов *P. bifurca* (приведены точки, для которых проанализированы содержания ТМ и в почвенных пробах, и в образцах лапчатки вильчатой) для сравнения аккумуляции ими поллютантов.

Участки отбора почвенных и растительных проб, обозначенные на рисунках 1–9: т14–2 км к северу от ТЭЦ-3, 1 км на с–в от ПНХЗ, 7,5 км к северу от ПФ ТОО Кастинг; т21–3,6 км на запад от ТЭЦ-3 и ПНХЗ, 6 км к с–з от ПФ ТОО Кастинг; т27–5 км к северу от АО ТНК Казхром, 3 км к северу от АО ЕЭК, 20 км к западу от АО АК; т28–3 км к северу от АО ТНК Казхром, 1 км к северу от АО ЕЭК, 20 км к западу от АО АК; т30–1,5 км к северу от АО ТНК Казхром, 1 км к югу от АО ЕЭК; т31–0,5 км к востоку АО ТНК Казхром, 2,5 км к югу от АО ЕЭК; т34–8 км к югу от АО ТНК Казхром, 10 км к югу от АО ЕЭК; т35–25 км к югу от АО ТНК Казхром, 27 км к югу от АО ЕЭК; т38–5 км южнее АО АК; условно-фоновая точка т44–50 км к северу от Павлодара, 40 км к северу от ПНХЗ, 46 км на север от ПФ ТОО Кастинг.

Для Cr максимумы содержания металла в почвенных и растительных пробах отмечаются в т31, несколько менее — в т27 и т30; среднее значение коэффициента биологического поглощения (КБП) A_{Cr} составляет 1,1 (максимальное значение — 8,34, минимальное — 0,08), что означает достаточно высокую способность *Potentilla bifurca* накапливать данный элемент. Содержание этого поллютанта велико и в большей части почвенных проб (максимум — 10,44, минимум — 0,96 ПДК).

Для Zn также есть точки совпадений максимальных/повышенных значений рассматриваемых коэффициентов и для почвы, и для растений — т31 и т34, но при этом в почве содержание металла — чуть более 0,6 ПДК, тогда как в растениях среднее значение A_{Zn} составляет 1,3, что свидетельствует о высокой аккумуляционной способности *P. bifurca* в отношении и этого поллютанта (максимум $A_{Zn} = 3,41$).

Концентрации Pb в почве — 0,75–1,55 ПДК (максимум — в т30, т27). При этом для лапчатки коэффициент биологического поглощения невысок (средний A_{Pb} равен 0,11, максимальное значение — в т38), т.е. для Pb совпадений точек с высокими/низкими концентрациями в почве и растениях не отмечается, *P. bifurca* этот элемент аккумулирует слабо.

Fe — содержание в почве ниже фоновых только в т38, в остальных — равны концентрациям в т44 или превышают их; в растениях по сравнению с ними — весьма малы (средний A_{Fe} равен 0,06); и этот металл *P. bifurca* аккумулирует незначительно, совпадений в точках с наибольшими / наименьшими концентрациями также не обнаружено.

Sr — содержание в почве не слишком значительно (около 0,55 ПДК), при этом в растениях среднее значение A_{Sr} составляет 0,36 (что выше, чем аналогичный показатель для Mn, Ni, Pb, Cu, и особенно — Fe и Ti). То есть аккумулировать стронций *P. bifurca* способна, но при этом точек совпадений минимальных или максимальных концентраций элемента для растительных и почвенных проб не отмечается.

Содержание Ni в почве выше (от 0,53 до 0,82 ПДК), чем в растениях — коэффициент биологического поглощения составляет от 0,06 до 0,37, среднее значение A_{Ni} невелико — 0,13, но совпадают наибольшая (в т31) и одна из меньших (в т44) концентраций поллютанта в почве и растительных пробах. Все же *P. bifurca* аккумулирует этот металл слабо.

Mn — и в почве (от 0,3 до 0,56 ПДК), и в образцах лапчатки вильчатой концентрируется не слишком активно (среднее A_{Mn} составляет 0,24), совпадений минимума / максимума содержания этого элемента в одних точках в почве и в растениях мы не отмечаем.

Концентрации Cu в почве находятся в пределах от 0,5 до 0,55 ПДК, в растениях содержания этого металла очень малы (среднее $A_{Cu} = 0,07$, что чуть выше, чем для Fe и Ti).

Для Ti коэффициент опасности перехода его из почвы в растения — примерно на уровне Ni (от 0,46 до 0,77 ПДК); среднее значение КБП *P. bifurca* этого элемента составляет 0,06 и так же, как и среднее значение КБП для Fe, является самым невысоким из всех рассмотренных нами металлов; совпадений в точках минимума/максимума концентраций Fe для проб почв и растений нами не выявлено.

Высокие значения A_{Zn} показаны в 6 из 10 рассмотренных нами точек (т14, т34, т31, т21, т27, т35), для A_{Cr} — в 3 из 10 (т31, т34 и т27), совпадения высоких концентраций, таким образом, наблюдаются в точках т27, т31, т34; при этом значения КБП выше 1 для Cr — в диапазоне от 1,28 до 8,34, а для Zn — от 1,03 до 3,41. Среднее значение КБП выше для Zn, чем для Cr (1,3 и 1,1 соответственно). Также среднее значение КБП выше для Sr (0,36) и Mn (0,24), чем для остальных металлов.

Чаще всего максимальный/очень высокий уровень (среди рассматриваемых нами концентраций) содержания в образцах растений и почв анализируемых элементов показан для т31 (Cr, Zn, Pb и Ni). Mn — только в растительных пробах; Fe, Ti и Sr — в почвенных. Для т38 — Cu, Ti и Fe в лапчатке. Для т30 — Cr, Pb, Zn, Fe, Ti, Ni, Mn в почве.

Невысокие концентрации Ni в образцах и растений, и почв отмечены в т44, Cr — в т14; для остальных поллютантов совпадений концентраций в системе «почва — растение» нет. Наименьшие (или одни из минимальных среди наших проб) уровни Cr, Zn, Pb, Fe, Ni в лапчатке — в т44; в т30 — Zn, Pb, Fe, Ti, Ni. В почвенных образцах минимумы концентраций Zn, Pb, Fe, Ti, Ni — в т38; в т14 — Cr, Sr, Ni.

В рассмотренных слоях почвы загрязняющие вещества распределяются следующим образом: в 48% случаев K_o , а, значит, и концентрация металла в почвенной пробе выше в слое 10–15 см; в 40% случаев — в слое 0–5 см, и в 12% — концентрации в слоях одинаковы. В техногенных территориях (без учета типа почв), максимальные концентрации поллютантов, поступающих от ТЭЦ и предприятий металлургии, отмечаются в верхнем почвенном горизонте (до 10–20 см), контактирующем с приземным слоем атмосферы [24,25,1,26]. Этому способствует подщелачивание среды за счет ингредиентов, присутствующих в выбросах [27].

Меньшие значения поглощения *P. bifurca* поллютантов отмечаются в основном 50 км к северу от Павлодара (40 км к северу от ПНХЗ, 46 км на север от ПФ ТОО Кастинг) — для Cr, Zn, Pb, Fe, Ni; в 1,5 км к северу от АО ТНК Казхром (1 км к югу от АО ЕЭК) — для Zn, Pb, Fe, Ti, Ni; K_o в почве — в основном — в 5 км южнее АО АК (Zn, Pb, Fe, Ti, Ni) и в 2 км к северу от ТЭЦ-3 (1 км на с-в от ПНХЗ, 7,5 км к северу от ПФ ТОО Кастинг) — Cr, Sr, Ni. То есть точек совпадений минимальных значений K_o и A_x практически нет.

Наибольшие значения коэффициента биологического поглощения отмечаются в 0,5 км к востоку АО ТНК Казхром (2,5 км к югу от АО ЕЭК) для Cr, Zn, Pb и Ni — и в *P. bifurca*, и коэффициента опасности K_o в почве. Там же — для Mn — только в *P. bifurca*; для Fe, Sr и Ti — только K_o в почве. В 5 км южнее АО АК — для Cu, Ti и Fe в *P. bifurca* (там же — минимумы K_o в почве для Zn, Pb, Fe, Ti, Ni). В 1,5 км к северу от АО ТНК Казхром (1 км

к югу от АО ЕЭК) — для K_o , Cr, Zn, Pb, Fe, Ti, Mn, Ni в почве (там же — минимумы КБП Zn, Pb, Fe, Ti, Ni *P. bifurca*).

Заключение

Высокие значения коэффициента опасности загрязнения почв металлами K_o отмечаются на расстоянии до 5 км от промзон. Наибольшие значения коэффициента биологического поглощения A_x *P. bifurca* Cr, Zn, Pb, Ni, а также Cu, Ti и Fe показаны на участках в 0,5–5 км от действующих предприятий. Распространение поллютантов соответствует направлению преобладающих ветров, в основном снижаясь с увеличением расстояния от источников загрязнения.

Zn и Cr накапливаются в *P. bifurca* более активно, чем Sr и Mn, а Ni, Pb, Cu, Ti, Fe — в довольно незначительных количествах. Так, среднее значение A_{Cr} составляет 1,1 (максимальное — 8,34, минимальное — 0,08); среднее значение $A_{Zn} = 1,3$ (максимум — 3,41, минимум — 0,47). При этом очевидного эффекта от воздействия на лапчатку высоких концентраций этих металлов не наблюдается (вероятно, есть какие-то изменения на уровне анатомии, но этот аспект нами не исследовался). Отмечены металлы, которые почти не накапливаются в растительных организмах даже при их значительном содержании в почве (Pb: при среднем K_o в почве, равном 1, среднее значение A_{Pb} *P. bifurca* составляет всего 0,11).

Potentilla bifurca, как вид дигрессионно-активный, в техногенных регионах часто становится субдоминантом вторичных растительных сообществ, хотя в естественных фитоценозах этих территорий она практически не встречалась. Способность лапчатки вильчатой к аккумуляции Zn и Cr можно использовать для определения наличия загрязнения среды в техногенных регионах, в частности, в районах расположения металлургических предприятий. При этом необходимо учитывать возраст растений, расстояние от источника выброса загрязняющих веществ, погодные условия, особенности нанорельефа.

Результаты

наших исследований могут быть использованы при изучении состояния окружающей среды регионов Казахстана, России и других стран при совпадении условий и факторов воздействия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панин М. С. Химическая экология / [Ред. С. Е. Кудайбергенова]. — Семипалатинск: СГУ им. Шакарима, 2002. — 852 с.
2. Ворихина Н. М. Аккумуляция тяжелых металлов почвами и растениями под воздействием природных и техногенных факторов в районе угольного месторождения «Каражыра» (Республика Казахстан, Восточно-Казахстанская область): автореферат дис. ... канд. биол. наук. — Самара, 1998. — 24 с.

3. Панин М. С. Аккумуляция тяжелых металлов растениями Семипалатинского Прииртышья. — Семипалатинск: ГУ «Семей», 1999. — 309 с.
4. Султанова Б. М. Антропогенная трансформация растительности Семипалатинского испытательного полигона: дис. . . . канд. биол. наук: спец. 03.00.05 Ботаника. — Алматы, Институт ботаники и фитоинтродукции, 2000. — 250 с.
5. Бигалиев А.Б., Шаймарданова Б. Х. Городская растительность в качестве биоиндикаторов техногенной нагрузки // Вестник КазНУ им. Аль Фараби. Серия экологическая. — 2005. — № 1 (16). — С. 20–25.
6. Демич Ю. А. Содержание тяжелых металлов в объектах окружающей среды и состояние растительных популяций // Вестник Самарского государственного университета. Естественнонаучная серия. — 2006. № 7 (47). — С. 45–53.
7. Копылова Л. В. Накопление тяжелых металлов в древесных растениях на урбанизированных территориях Восточного Забайкалья: автореферат дис. . . . канд. биол. наук: 03.02.08. — Улан-Удэ, 2012. — 24 с.
8. Корельская Т.А., Попова Л. Ф. Тяжелые металлы в почвенно-растительном покрове селитебного ландшафта города Архангельска // Арктика и север. — 2012. — № 7. — С. 1–17.
9. Гашкова Л.П., Иванова Е. С. Аккумуляция тяжелых металлов в растениях-доминантах антропогенно-нарушенных участков болот на территории Томской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2014. — Том 16, № 1 (3). — С. 732–735.
10. Каротеева Е.В., Веселкин Д. В., Куянцева Н. Б. и др. Накопление тяжелых металлов в разных органах березы повислой возле Карабашского медеплавильного комбината // Агрохимия. — 2015. — № 3. — С. 88–96.
11. Хачатрян Л.Р., Нерсисян Г. С., Григорян М. А. О концентрации тяжелых металлов в листьях вяза малого, произрастающего на территории г. Еревана // Антропогенная трансформация природной среды. — Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2016. — № 2. — С. 250–254.
12. Ташекова А.Ж., Торопов А. С. Использование листьев растений как биогеохимических индикаторов состояния городской среды // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. — 2017. — Т. 328, № 5. — С. 114–124.
13. Леонова Ю. М. Антропогенная трансформация растительности в зоне влияния промышленных объектов г. Павлодара: дис. . . . канд. биол. наук: спец. 03.00.05 Ботаника. — Алматы: Институт ботаники и фитоинтродукции, 2010. — 157 с.
14. Козыренко М.А., Каниболоцкая Ю. М. Тяжелые металлы в почве и растениях // XII Сатпаевские чтения: Матер. междунар. науч. конф. (Павлодар, 12 апреля 2012 г.). — Павлодар, 2012. — С. 182–185.
15. Берикова А.Т., Каниболоцкая Ю. М. Антропогенная трансформация растительного покрова в зоне воздействия АО «ЕЭК» и АО «ТНК «Казхром» // IX Торайгыровские чтения: Матер. междунар. науч. конф. (Павлодар, 10 октября 2017 г.). — Павлодар, 2017. — С. 75–78.
16. Биогеохимические и геоботанические исследования. — Л.: Недра, 1972. — 280 с.
17. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв при контроле загрязнения окружающей среды металлами. — М.: Гидрометеиздат, 1981. — 109 с.
18. Полевая геоботаника в 4-х томах / [Ред. Е. М. Лавренко и А. А. Корчагин]. — М. — Л.: Наука, 1959–1972. — 1805 с.
19. Kloke A. Richwerte 80. Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden // Mitteilungen VDLUFA. — 1980. — Н. 1–3. — Р. 9–12.
20. Научно-методические указания по мониторингу земель Республики Казахстан. — Алматы: Галым, 1993. — 108 с.
21. Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве. Сан и П, № 2546–82 от 13.05.83.
22. Руководство по санитарно-химическому исследованию почвы (нормативные материалы). — М.: ЦНИИ Электроника, 1993. — 129 с.
23. Перельман А. И. Геохимия ландшафта. — М.: Географгиз, 1961. — С. 23–481.
24. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе «почва-растение». — Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1991. — 151 с.
25. Мудрый И. В. Тяжелые металлы в системе «почва — растения — человек» // Гигиена и санитария. — 1997. — № 1. — С. 14–17.
26. Лузгин Б. Н. Загрязнение почв металлами (на примере Алтайского региона) // География и природные ресурсы. — 2004. — № 3. — С. 151–154.
27. Сает Ю.Е., Ревич Б. А., Смирнова Р. С. и др. Город как техногенный субрегион биосферы // Труды биогеохимической лаборатории. — М.: Наука, 1985. — Т. 20. — С. 133–165.

© Каниболоцкая Юлия Михайловна (yu_leonova@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСМОРЕГУЛЯЦИЯ И ЕЁ РОЛЬ В РЕЗИСТЕНТНОСТИ КЛЕТОК *DUNALIELLA SALINA* ПРИ ДЕЙСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ УФ-С ИЗЛУЧЕНИЯ

OSMOREGULATION AND ITS ROLE IN RESISTANCE OF *DUNALIELLA SALINA* CELLS UNDER THE ACTION OF DIFFERENT DOSES OF UV-C RADIATION

**M. Najafi
A. Gadimov
S. Rasulova**

Summary. In *Dunaliella salina* IPPAS D-294 cells which isolated from Absheron salt lakes and introduced into the culture, the regulation of functional activity and the state of the primary light reactions of photosynthesis of *Dunaliella* cells grown with 1.5 m NaCl and transferred to a medium with 3.0 m NaCl and on the contrary, the state of initial light reactions of photosynthesis in the cells of *Dunaliella salina* IPPAS D-294. It was shown that increasing the concentration of sodium chloride in the growth condition stimulates the biosynthesis of carotenoids, which exhibit increased resistance of *Dunaliella salina* IPPASD-294 cells to UV-C radiation, and glycerin, in addition to the main osmoregular function also acts as a protector at extremely elevated temperatures.

Keywords: *dunaliella salina* IPPASD-294, carotenoid biosynthesis, photosynthetic activity, delayed fluorescence, UV-C radiation, glycerin biosynthesis.

Наджафли Махаббат Гумбат оглы

Доктор философии по биологии, доцент, Бакинский
Государственный Университет
Mohobbatnecefli@gmail.com

Гадимов Аладдин Гасан оглы

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

Расулова Садагат Мирбаба гызы

Доктор философии по биологии, доцент, Институт
Ботаники НАНА
Sadaqat65@mail.ru

Аннотация. В клетках *Dunaliella salina* IPPAS D-294, выделенных из соленых озер Апшерона и введенных в культуру исследована регуляция функциональной активности, и состояние первичных световых реакций фотосинтеза клеток *Dunaliella*, выращенных при 1,5 м NaCl и перенесенных в среду с 3,0 м NaCl и наоборот, а также выявление устойчивости клеток к острому облучению различными дозами УФ-С света. Показано, что повышения концентрации хлористого натрия в среде выращивания, стимулируют биосинтез каротиноидов, которые проявляют повышенную резистентность клеток *Dunaliella salina* IPPASD-294 к УФ-С излучению, а глицерин кроме основной осморегулярной функции, выполняет также роль протектора в экстремально повышенных температурах.

Ключевые слова: *dunaliella salina* IPPASD-294, биосинтез каротиноидов, Фотосинтетическая активность, замедленная флуоресценция, УФ-С излучения, биосинтез глицерина.

Описанные настоящему времени механизмы осморегуляции у водорослей можно условно разделить на два основных типа: «метаболический» связанный с синтезом и расщеплением в клетках целого ряда специфических осмотически активных органических соединений, и «ионный» осуществляемый за счет поглощения и выделения клетками тех или иных неорганических ионов [1,3,6]. Механизмы первого типа локализованы в цитоплазматических структурах, так как синтез органических осмолитов непосредственно связан с общими процессами метаболизма. Подобные осмолиты осуществляют протекторную функцию, предотвращая

инактивацию внутриклеточных структур при обезвоживании клеток, вызываемым повышением осмотического давления среды. «Ионный» же тип осморегуляции осуществляется, по-видимому, только в вокуолярных полостях, а механизмы его связаны с действием трансмембранных насосов.

Разумеется, изменение внутриклеточной концентрации глицерина или катионов, вызванное изменением общей концентрации солей в среде, сдвигает практически все физико-химические параметры клетки [4]. Поэтому лишь весьма условно, упрощая реальную кар-

тину происходящих изменений, можно выделить изо всей этой цепи взаимосвязанных реакции изменения внутриклеточного осмотического давления. В принципе у каждого организма должны существовать оба типа осморегуляции и что они могут функционировать одновременно. Однако данных об относительной роли, каждого из этих типов осморегуляции в общем осморегуляторном процессе организма очень немного. К тому же в зависимости от морфологической структуры клеток функционирование одного из типов осморегуляции всегда в той или иной мере маскируется действием механизма другого типа. Поэтому функционирование механизмов «метаболического» типа исследуют, как правило, на таких водорослях, как *Dunaliella*, тогда как исследования механизмов «ионного» типа проводят в основном на гигантских одноклеточных водорослях типа *Valonia*, у которых центральная вакуолярная полость может занимать до 99% общего объема организма. Во всех известных нам исследованиях процесс адаптации различных видов *Dunaliella* к изменению солености (осмотического давления) среды всегда сопровождался большим или меньшим осмотическим шоком при перенесении водорослей в иную среду [3]. В сочетании с нежелательным воздействием на клетки процессов центрифугирования и отмывки в изотоническом растворе иного состава осмотический шок приводит к торможению в течение некоторого периода процессов роста и размножения водорослей (лаг период). При этом вследствие гетерогенности популяции водорослей как по ее генетическому, так и по возрастному составу обратимое торможение процессов жизнедеятельности наблюдается не у всех клеток-часть из них погибает. Несомненно, что соотношение между числом погибших клеток и числом клеток, процессы жизнедеятельности в которых только на время заторможены, зависит как от физиологических особенностей самой культуры, так и от характера воздействия на нее при перенесении клеток в иную среду [2,5].

Целью настоящей работы является исследования регуляции функциональной активности, и состояния первичных световых реакций фотосинтеза клеток *Dunaliella*, выращенных при 1,5 м NaCl и перенесении в среду с 3,0 м NaCl и наоборот, а также выявлении устойчивости клеток к острому облучению различными дозами УФ-С света.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования служила клетки *Dunaliellasalina* IPPAS D- 294, выделенные из соленых озер Апшерона и введенная в культуру. Культуру водорослей выращивали на установке типа «УВКВ» (установка для выращивания культур микроводорослей). Водоросли

выращивали при 27° С в 1-литровых цилиндрах, наполовину заполненных средой следующего состава (г/л): KNO₃-5,0; KH₂PO₄-1,25; MgSO₄-50; FeSO₄-0,009; ЭДТА, раствор микроэлементов в количестве 1 мл/л. Среда кроме того содержала 1,5 М и 3М NaCl. Культуры непрерывно продували смесью воздуха с 1,5% O₂ и освещали белым светом люминесцентных ламп (24вт/м²) 24 часа в сутки.

Темп роста культуры определяли периодическим подсчетом числа клеток в камере Горяева под микроскопом и нефелометрические, измерением оптической плотности суспензии клеток на фотоэлектроколориметре КФК-2. Фотосинтетическую активность клеток измеряли на полярографической установке с применением платинового электрода Кларка, освещая суспензию в термостатированной ячейке белым светом насыщающей интенсивности 100 вт/м².

Регистрацию индукционных кривых замедленной флуоресценции (ЗФ) в миллисекундной диапозоне проводили на квантометрической установке с фосфороскопом. В работе даны результаты быстрых и медленных компонент индукционных кривых замедленной флуоресценции и рассчитаны амплитуды индукционного максимума ЗФ (A_m), стационарного уровня ЗФ (I_{cm}) и параметра (A_m / I_{cm}) клеток галофильной зеленой микроводоросли *Dunaliellasalina*.

Получение модифицированных клеток *Dunaliella* и их облучение УФ-С светом

В работе были использованы также модифицированные клетки *Dunaliella* после гипер- и гипоосмотического солевого шока. Клетки, выращенные в среде с 1,5 М NaCl, осаждали центрифугированием и суспендировали в среде с 3 М NaCl (1,5→3М, гиперосмотический солевой шок) и наоборот, выращенные в 3 М NaCl суспендировали в 1,5 М NaCl (3→1,5М, гипоосмотический солевой шок). После гипер- и гипоосмотического солевого шока и 90 минутной инкубации [1] в темноте (необходимое и достаточное время для частичного восстановления функции клеток) измеряли скорость выделения кислорода модифицированных контрольных и облученных непосредственно прямыми УФ-С лучами клеток.

Для этого по 25 мл суспензии брали для каждой дозы УФ-С облучения, переносили в термостатированную кварцевую емкость, которая обхватывает поверхность УФ лампы (БУВ- 30). Толщина слоя суспензии в кварцевой емкости для облучения составляла 3 мм, а расстояние между поверхностью суспензии и лампой 5 мм. Облучение проводили в затемненном боксе (7,10,11). Облученная суспензия переносилась в термостатированную ячейку полярографической установки, где измеряли

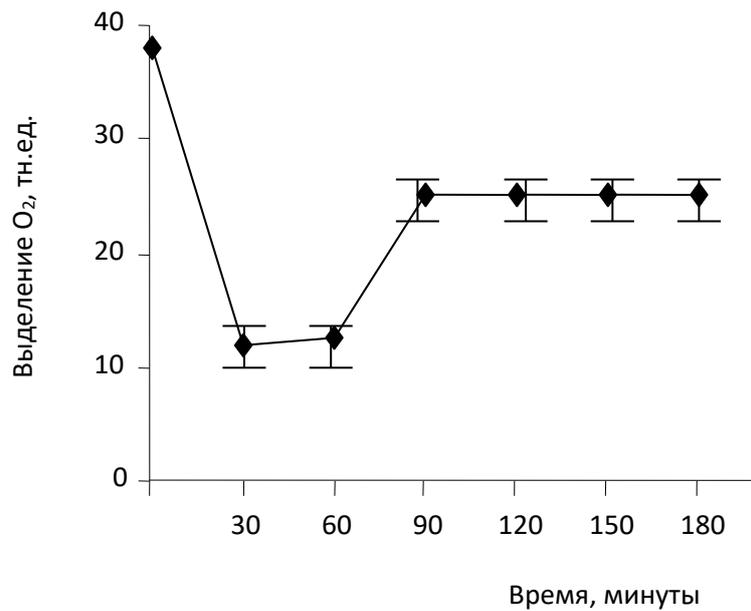


Рис. 1. Зависимость скорости выделения кислорода клетками *DunaliellasalinalPPASD-294* при гиперосмотическом солевым шоке от времени инкубации в темноте. Температура 40°C, интенсивность света 100 Вт/м²

скорость выделения кислорода. Контролем служили необлученные модифицированные клетки.

Результаты и обсуждение

По полученным нами ранее данным клетки *DunaliellasalinalPPASD-294* могут выдерживать резкие концентрационные сдвиги NaCl в обоих направлениях (1M ↔ 5M) и размножаться в широких пределах концентраций (0,5–5 M) NaCl в среде (2,3).

Также известно, что при гиперосмотическом солевым шоке (повышение в среде концентраций NaCl и соответственно наружного осмотического давления) в клетках *Dunaliella* стимулируются процессы, направленные на биосинтез глицерина, выполняющего осморегуляторную и протекторную функции, а при гипоосмотическом солевым шоке (понижение в среде концентраций NaCl и наружного осмотического давления) снижение концентраций глицерина в цитоплазме [9]. Резкие перепады наружного осмотического давления вызывают соответствующие изменения в цитоплазме в связи с гидратацией и дегидратацией последней, а это в свою очередь может сказываться на фотосинтетической активности клеток.

На рисунке 1 представлены зависимость фотосинтетической активности клеток *Dunaliella* при гиперосмотическом солевым шоке от времени инкубации в темноте. Как видно из рисунка при гиперосмотическом

солевым шоке впервые 30 минут, фотосинтетическая активность клеток резко падает до 30–35%. В интервале 30–60 минут, фотосинтетическая активность клеток остается в пределах 35–40%. Начиная с 60 минут и выше в отобранных пробах наблюдается процесс восстановления фотосинтетической активности клеток, которая заканчивается через 30 минут. Последующая инкубация 90–180 минут сохраняет уровень фотосинтетической активности модифицированных клеток на уровне 68–70% от контроля. Динамику фотосинтетической активности клеток.

Dunaliella при гиперосмотическом солевым шоке от времени инкубации в темноте можно разделить на четыре фазы. Первая фаза, быстрая до 30 минут, связанная с дегидратацией клеток, проникновения ионов внутрь, увеличения внутриклеточного осмотического давления и которая показывает на сколько глубоко подвергается

Фотосинтетическая активность клеток гиперосмотическому солевым шоку. Глубина подавления фотосинтетической активности быстрой фазы зависит от состояния и активности первоначально выращенных клеток. Вторая фаза, 30–60 минут, в основном вероятно, связанная с биосинтезом глицерина, который необходим для увеличения внутриклеточного осмотического давления в ответ на гиперосмотический солевой шок.

Эта фаза проявляется на кривой фотосинтетической активности клеток как нижний стационарный уровень.

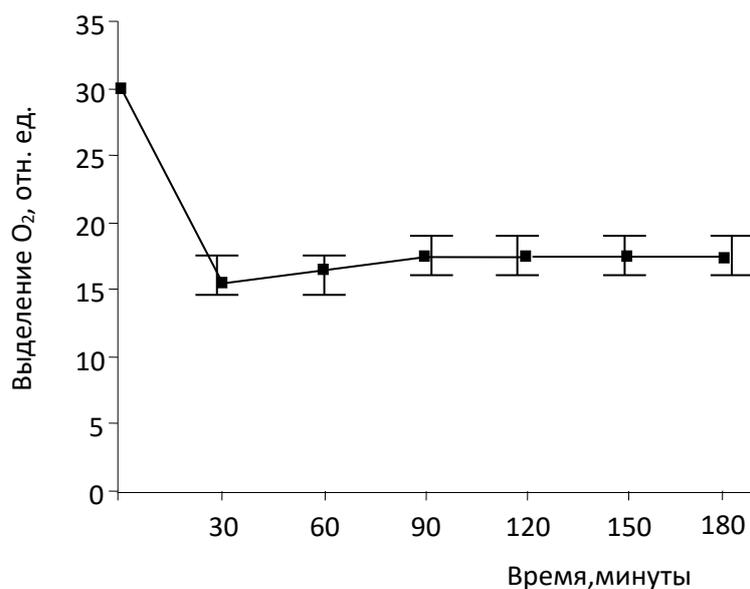


Рис. 2. Зависимость фотосинтетической активности клеток *Dunaliellasalinal*PPASD-294 от времени инкубации в темноте, после гипоосмотического солевого шока. Температура 40°C, интенсивность света 100 Вт/м²

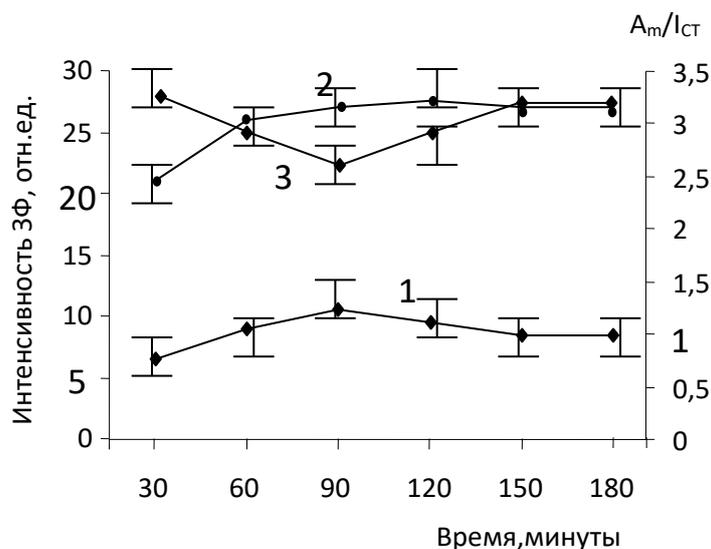


Рис. 3. Изменение параметров (3Ф), от времени инкубации в темноте, клеток *Dunaliellasalinal*PPASD-294 после гиперосмотического солевого шока.

- 1 — стационарный уровень 3Ф (I_{ст});
- 2 — амплитуда индукционного максимума 3Ф (A_m);
- 3 — показатель энергизации фотосинтетических мембран (A_m/I_{ст})

Третья фаза, 60–90 минут по мере накопления глицерина, поглощенные в быстрой фазе, ионы транспортируются обратно в наружную среду, и мы наблюдаем рост фотосинтетической активности модифицированных клеток. Четвертая фаза, 90–180 минут, верхний стационарный уровень фотосинтетической активности, которая на наш

взгляд является фазой стабилизации адаптивных реакций модифицированных клеток на гиперосмотический солевой шок.

На рисунке 2 представлены результаты фотосинтетической активности клеток *Dunaliella* при гипоосмотиче-

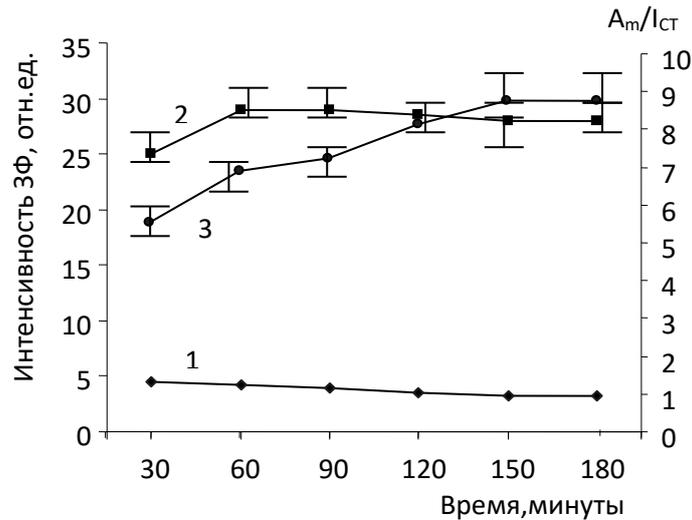


Рис. 4. Изменение параметров замедленной флуоресценции (ЗФ), от времени инкубации в темноте, клеток *Dunaliellasalinal*PPASD-294 после гипоосмотического солевого шока.

- 1 — стационарный уровень ЗФ (I_{ct});
- 2 — амплитуда индукционного максимума ЗФ (A_m);
- 3 — показатель энергизации фотосинтетических мембран (A_m/I_{ct}).

ском солевым шоке. Как видно из рисунка, на кривой зависимости фотосинтетическая активность первой фазы (до 30 минут, связанная с гидратацией клеток и выходом ионов наружу) претерпевает менее глубокому спаду 50–55% от контроля. Стационарный уровень фотосинтетической активности клеток устанавливается, в третьей фазе 60–90 минут по мере деградации глицерина. Следует отметить, что фотосинтетическая активность модифицированных клеток после гипоосмотического солевого шока была на уровне 58–60% от контрольных. Сравнение стационарных уровней при гипер- и гипоосмотическом солевым шоке показали, что в первом случае фотосинтетическая активность после глубокого спада (30–35%) устанавливается на уровне 68–70%, а во втором при менее глубоком спаде 50–55% устанавливается на сравнительно низком стационарном уровне 58–60% модифицированных клеток. Несмотря на это, время 60 минут инкубации в темноте является необходимым и достаточным для достижения стационарного уровня фотосинтетической активности модифицированных клеток после обоих солевых шоков.

В отличие от характерного изменения фотосинтетической активности клеток, в первые 90 минут инкубации в темноте после гиперосмотического солевого шока, стационарный уровень на кривой замедленной флуоресценции (I_{ct}) значительно увеличивается, по сравнению с контролем (рис. 3).

Последующие 90 минут инкубации в темноте приводит к незначительному снижению стационарного уров-

ня. Как видно из рисунка 4, амплитуда индукционного максимума (A_m) замедленной флуоресценции изменяется практически со стационарным уровнем и после 90 минут инкубации в темноте достигается определенный стационарный уровень индукционного максимума A_m . Параметр, характеризующий относительные изменения индукционного максимума ЗФ (A_m/I_{ct}), медленно уменьшается до 70% в течение 90 минут, затем восстанавливается до определенного уровня, что указывает на снижение и дальнейший рост энергизации фотосинтетических мембран.

Иная картина наблюдается при гипоосмотическом солевым шоке, так стационарный уровень замедленной флуоресценции (I_{ct}) монотонно уменьшается при инкубации в темноте (рис. 4) Амплитуда индукционного максимума A_m при этом резко уменьшается в первые 30 минут, по сравнению с контрольными клетками, но по мере увеличения времени инкубации в темноте наблюдается рост с последующим выходом на стационарный уровень. В условиях гипоосмотического солевого шока параметр A_m/I_{ct} уменьшаясь в первые 30 минут не только восстанавливаются, но и превышает на 40% контрольные клетки. Поскольку усиление энергизации фотосинтетических мембран A_m/I_{ct} происходит на фоне уменьшения нециклического потока электронов в электрон-транспортной цепи (фотосинтетическая активность модифицированных клеток была ниже контрольных), то оно может быть связано с замедлением потребления АТФ в результате торможения темновых процессов фотосинтеза.

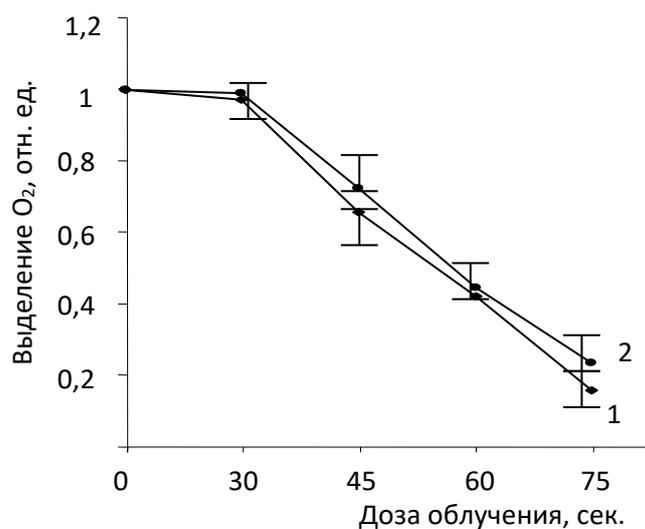


Рис. 5. Зависимость фотосинтетической активности клеток *Dunaliella salina* PPASD-294 от дозы УФ-С облучения.

1 — выращенных в 1,5 М NaCl

2 — выращенных в 3,0 М NaCl

3 — Температура 400С, интенсивность света 100 Вт/м².

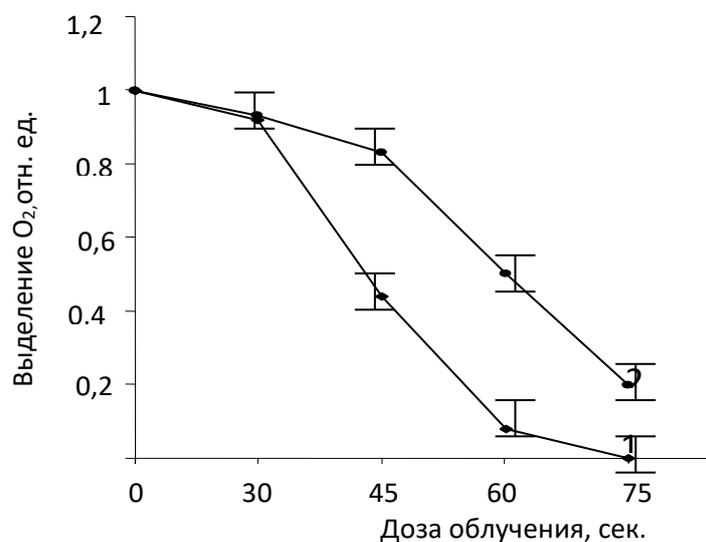


Рис. 6. Зависимость фотосинтетической активности модифицированных после гиперосмотического (1) и гипоосмотического (2) солевого шока, клеток *Dunaliella salina* PPASD-294 от дозы УФ-С облучения.

Таким образом, при гипер- и гипоосмотическом солевым шоке происходит изменение световых реакций фотосинтеза в клетках *Dunaliella*, в частности изменяется скорость транспорта электронов на акцепторной части фотосистемы II, усиливается энергизация тилакоидных мембран и ингибирование фотосинтеза. Инкубирование клеток в темноте позволяет выявить время (90 минут), при котором частично восстанавливаются первичные

реакции фотосинтеза, являющиеся частью и кусковым механизмом всей разветвленной системы метаболизма фотосинтезирующих организмов.

Увеличение концентрации хлористого натрия в среде при интенсивно-накопительном режиме культивирования в клетках *Dunaliella* повышает содержание глицерина и каротиноидов [3,8]. Это приводит к умень-

шению соотношения хлорофиллы/каротиноиды и в конечном счете, снижению фотосинтетической активности клеток [2]. Несмотря на снижение фотосинтетической активности и скорости роста культуры, повышается устойчивость клеток к УФ-С излучению (рис. 5).

На рисунке 5 представлены кривые зависимости фотосинтетической активности клеток, выращенных в среде с 1,5 М (кривая 1) и 3 М (кривая 2) хлористого натрия и с последующим облучением различными дозами УФ-С излучения [10,11]. Как видно из рисунка, устойчивость клеток УФ-С излучению заметно отличаются друг от друга. Так при малых дозах (30 сек) фотосинтетическое выделение кислорода клетками (кривая 2) не подвергается существенному изменению.

Иная картина с клетками, выращенными в среде с 1,5 М NaCl, малые дозы заметно подавляют фотосинтетическое выделение кислорода (кривая 1). По мере увеличения дозы функции клеток подавляются и при дозах (60 сек) на кривых снова наблюдается граница устойчивости. Разная резистентность к УФ-С излучению на наш взгляд, вероятно, связано с количеством синтезированных каротиноидов и глицерина клетками, в ответ на повышение концентрации хлористого натрия. Это можно объяснить следующим предположением: а) наблюдаемый эффект обусловлен участием каротиноидов клетки, определяющих их устойчивость; б) участие в метаболических процессах клетки глицерина, который выполняет осморегуляторные и протекторные функции. Для исключения возможного вклада глицерина были использованы модифицированные клетки, полученные после гипер- и гипоосмотического солевого шока.

Клетки *Dunaliella* синтезируют (60–90 минут) глицерин (после гиперосмотического солевого шока 1,5 →3 М) или теряют его (после гипоосмотического соле-

вого шока 3 М →1,5 М). Пигментный состав модифицированных клеток после гиперосмотического солевого шока остаются неизменными и идентичны клеткам, выращенным в среде с 1,5 М NaCl, и пигментный состав модифицированных клеток после гипоосмотического солевого шока соответствует выращенным в среде с 3 М NaCl.

На рисунке 6 представлены дозовые зависимости действия УФ-С излучения на фотосинтетическую активность модифицированных клеток. Как видно из рисунка, устойчивость модифицированных клеток при малых дозах УФ-С излучения в обоих случаях снизилась, но корреляция между кривыми 1 и 2 с увеличением дозы сохранилась. Модифицированные клетки 3 М → 1,5 М оказались и в данном случае устойчивее, чем модифицированные клетки (1,5 М 3 М). Полученные данные говорят о том, что внутриклеточный и вновь синтезированный глицерин в клетках не проявляют протекторные функции по отношению к УФ-С лучам.

Влияние экстремальных температур на фотосинтетическую активность модифицированных клеток показали, что синтезированный глицерин после гиперосмотического солевого шока, смещает температурный максимум фотосинтетического выделения кислорода с 400С до 42,50С, это дает нам основание считать, что глицерин в клетках *Dunaliella* выполняет роль протектора, при экстремально повышенных температурах.

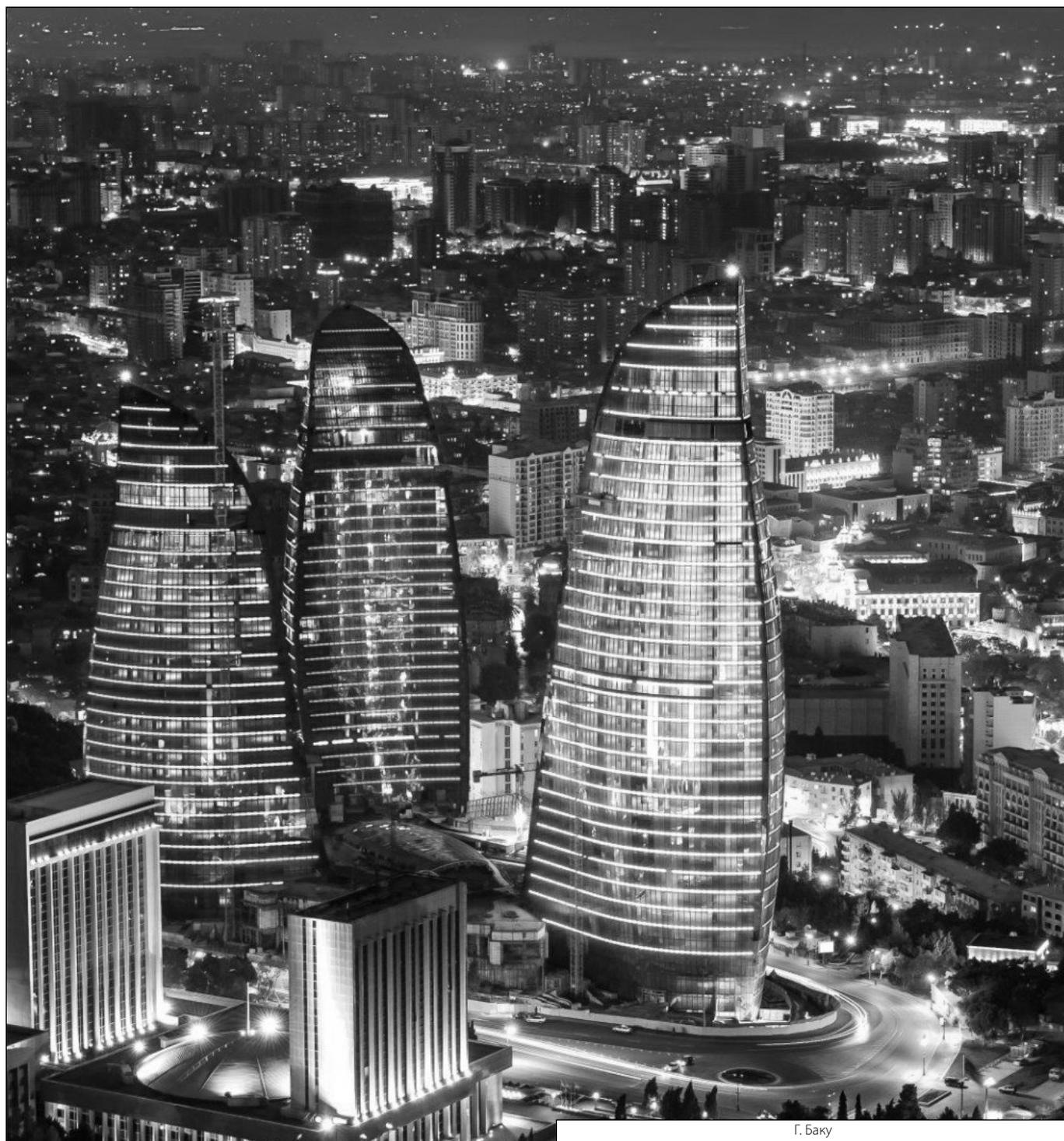
Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что повышение концентрации хлористого натрия в среде выращивания, стимулируют биосинтез каротиноидов, которые проявляют повышенную резистентность клеток *Dunaliellasalinal*PPASD-294 к УФ-С излучению, а глицерин кроме основной осморегуляторной функции, выполняет также роль протектора в экстремально повышенных температурах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ализде Г.И., Абдуллаев Х. Д., Наджафов М. Г. Ответные реакции клеток галофильной водоросли *Dunaliellasalinal*PPASD-294 на гипер- и гипоосмотический солевой шок. //Вестник Бакинского Университета, № 2, 2002, стр. 71–77
2. Наджафли М. Г. Влияние солености среды на рост, пигментный состав и функциональную активность клеток *Dunaliella salina*.// Научно-технический и производственный журнал, Экология и водное хозяйство. № 5, декабрь, 2011, стр.18–22.
3. Масюк Н. П. Морфология, систематика, экология, географическое распространение рода *Dunaliellasalina*. //Наумова думка, Киев, 1973, стр. 242
4. Масюк Н.П., Посудин Ю. И., Лилицкая Г. Г. Фотодвижение клеток *Dunaliella*Teod. (*Dunaliellales*, *Chlorophyceae*, *Viridiplantae*). — Киев, 2007. — 264 с.
5. Карнаухова В. Н. Функции каротиноидов — объект биофизических исследований. //Биофизика, 2000, том 45, вып. 1. с. 364–384.
6. Курочкина В. А. Внутрипопуляционная изменчивость функциональных и морфологических параметров водорослей *Conticribraweissflogi*и *Attheyaussurensis*при осмотическом стрессе. Дисс. на соиск. Уч. Степ. Кандид. Биол. Наук. Москва, МГУ- 2019. 135 с.
7. Ладьгин В.Г., Ширишкова Г. Н. Влияние состава каротинов на устойчивость клеток водорослей к действию УФ-С излучению. //Физиология растений, т. 40, № 4, 1993, стр. 644–649
8. Ларсен Х. Биохимические факторы влияющие на галотолерантность у *Dunaliella*. //Сб. научных трудов «Фототрофные микроорганизмы», Пущино, 1988, стр. 28–35

9. Najafli M.H., A. G. Gadimov, Z. I. Abbasova, S. M. Rasulova and Gani-zade, S.I. 2019. Effect of Low Positive Temperature and Salinity on the Catalase Ferments Activity and Proliferation of *Dunaliella Salina* Ippas D-294 Cells. *Int.J.Curr.Res.Aca.Rev.* 7(7), 45–50.
10. Hollosy F. Effect of ultraviolet radiation on plant cells. // *J.Micron* 33, 2002, pp. 179–197
11. Kovacs E, Keresztes A. Effect of gamma and UV-B/C radiation on plant cells. // *J. Micron* 33, 2002, pp. 199–210

© Наджафли Махаббат Гумбат оглы (Mohobbatnecefli@gmail.com),
Гадимов Аладдин Гасан оглы (agadimov@mail.ru), Расулова Садагат Мирбаба гызы (Sadaqat65@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Баку

СТЕНОБИОНТНЫЕ НАСЕКОМЫЕ (НА ПРИМЕРЕ ЖУКОВ-ЛИСТОЕДОВ — COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) КАК ИНДИКАТОРЫ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

STENOBIONT INSECTS AS ENVIRONMENTAL INDICATORS (LEAF BEETLES — COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE AS THE EXAMPLE)

**S. Pavlov
A. Yaitsky
F. Miniyarov**

Summary. In this paper, we consider 5 natural situations (observed by the authors in years 1987 to 2016 on the territory of Samara region), when favorable or unfavorable changes of external environment affects rather mobile populations of 5 species (*Gastrophysa polygoni* Linnaeus, *Cryptocephalus moraei* Linnaeus, *Timarcha tenebricosa* Fabricius, *Pyrrhalta luteola* Müller, *Oulema melanopus* Linnaeus) of leaf beetles, influencing their behavior and number. In two cases the population of indicator species decreases, in one case it remains stable (but the daily activity of adults changes), and in two cases population increases. Paper also analyses causes and trends of environmental processes.

Keywords: leaf beetles; Chrysomelidae; habitat; stenobiont; amount of insect; Samara Oblast.

Павлов Сергей Иванович

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Самарский
государственный социально-педагогический
университет»
pavlov@sgspsu.ru

Яицкий Андрей Степанович

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

Минияров Фарит Талгатович

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Астраханский
государственный университет»
fminiyaarov@mail.ru

Аннотация. В предлагаемой работе рассмотрено 5 закономерных природных ситуаций (наблюдаемых авторами в 1987–2016 гг. на территории Самарской области), когда меняющаяся (в благоприятную или неблагоприятную сторону) внешняя среда воздействует на, более или менее, мобильные популяции 5 видов жуков-листоедов (*Gastrophysa polygoni* Linnaeus, *Cryptocephalus moraei* Linnaeus, *Timarcha tenebricosa* Fabricius, *Pyrrhalta luteola* Müller, *Oulema melanopus* Linnaeus), влияя на их поведение и численность. В двух вариантах случаев население видов-индикаторов сокращается, в одном — остается стабильным (но меняется режим суточной активности имаго), в двух случаях — увеличивается. Анализируются также причины и тенденции экологических процессов.

Ключевые слова: жуки-листоеды; Chrysomelidae; условия обитания; экологические условия; стенобионтные насекомые; численность насекомых; Самарская область.

Введение

Окружающая (внешняя) среда оптимизирует обитание профильных для нее видов. Изменение привычной среды корректирует условия обитания всех компонентов сообщества, провоцируя их либо к бурному развитию, либо к активному вымиранию, либо к частным адаптациям к меняющимся условиям среды.

По нашим данным, из 286 видов жуков-листоедов Самарской области 95 — редко встречающиеся, а 28 (относящихся к наземным биотопам) — стенобионты (т.е.

весьма перспективны для использования их в качестве индикаторов состояния местообитаний).

Редко встречающиеся виды своей численностью (точнее, ее убылью), безусловно, могут иллюстрировать влияние на популяцию негативных и деструктивных факторов, которые сокращают и без того немногочисленное население. Однако, они (особенно, очень редкие), сами по себе, встречаются почти эпизодически, поэтому судить о состоянии среды и степени разбалансировки тех или иных ее процессов, сложно без сравнения с динамикой количества соседних численно более

представленных видов (стенобионтных и фоновых, местами редких).

Стенобионтные виды жуков — более многочисленны в природе, но малопластичны, «запрограммированные» на рамки каких-то конкретных условий (более чуткие к изменениям этих рамок). Стенобионтность вида может быть связана со следующими причинами:

1. со спектром и запасами имеющихся кормовых растений;
2. с тяготением насекомого к конкретному типу биотопа;
3. с его терпимостью к микроклиматическим режимам среды в целом или к их отдельным (избранным) параметрам;
4. с предпочтениями в сочетании фенологических фаз и природной среды биотопа, и ее экологических условий в определенный период времени.

Все это делает стенобионтные виды, «зажатые» в довольно узких границах определенных экологических условий, вполне надежными для мониторинга видами-индикаторами.

Общеизвестно, что окружающая среда по разным причинам постоянно изменяется. Агентами, влияющими на ее трансформацию, являются абиотические, биотические и антропогенные факторы. Любой из них либо может действовать отдельно, либо все факторы способны «работать» в комплексе (причем, часто с противоположным вектором: один — улучшает условия обитания, а другой — осложняет их).

Постепенная трансформация (тем более, резкая «ломка» условий) среды в первую очередь регистрируется ее отдельными, сильно зависимыми элементами (редкими и стенобионтными видами). Часто, еще до того, как бывает отмечено изменение самой среды (сложного комплекса величин), регистрируются случаи уменьшения (постепенного), сокращения (довольно заметного) или падения (существенного) поголовья индикаторных видов.

Отдельные аспекты взаимодействия окружающей среды и организма жуков-листоедов были, в разной степени, рассмотрены в работах разных авторов [1–6]. Мы же, в свою очередь, рассматриваем 5 реальных вариантов закономерных состояний воздействия трансформации среды на численность насекомых-фитофагов.

Цель работы

Анализ зарегистрированных нами вариантов закономерных ситуаций, когда внешние условия заметно корректируют численность перспективных для индикации

динамики природных процессов видов насекомых (на примере Coleoptera: Chrysomelidae).

Материал и методика исследования

Нами было использовано 5 перспективных (достаточно редко встречающихся и в то же время заметных) видов (*Gastrophysa polygoni* Linnaeus, *Cryptocephalus moraei* Linnaeus, *Timarcha tenebricosa* Fabricius, *Pyrrhalta luteola* Müller, *Oulema melanopus* Linnaeus) жуков-листоедов (Coleoptera: Chrysomelidae).

Нами были применены следующие методы исследования:

- ♦ учеты имаго на трансекте;
- ♦ учеты на стационарных модельных площадках;
- ♦ анализ динамики численности жуков в зависимости от условий среды.

По поводу последнего метода существуют противоположные суждения: одни исследователи [7] считают его малоперспективным, другие [8–10] — вполне подходящим. Еще 30–35 лет назад нами было отмечено [11], что, независимо от причин деградации коренных местообитаний, вызывающих сокращение трофической базы, численность даже, казалось бы, местных фоновых видов листоедов чутко реагирует на возникший дефицит корма и заметно снижается.

Латинские наименования видов жуков приводятся по работе Ю. М. Зайцева, Л. Н. Медведева [12].

Результаты исследования и их обсуждение

Ниже мы рассмотрим 5 наблюдавшихся нами в 1987–2016 гг. вариантов закономерностей, связанных с изменением поведения и численности жуков-листоедов, в результате преобразований состояния окружающей среды.

Закономерность 1. В условиях меняющейся среды (неблагоприятные условия перезимовки кормовых растений в результате малоснежья, последующий сухой летний сезон), когда площадь проективного покрытия фитоценоза *Polygonum aviculare* L. сократилась на 30%, а площадь листовой пластинки — почти на 20% от среднестатистического размера, при стабильном положении изолированной популяции *Gastrophysa polygoni* (фоновый для европейской части России, местами редкий вид), численность жуков убывает в 4–5 раз.

Закономерность 2. При изменении условий внешней среды (негативные условия перезимовки кормовых растений в результате сильных морозов, крайне сухой

последующий летний сезон), в поисках недостающего корма имаго *Cryptocephalus moraei* (редкий, местами фоновый для Самарской области вид, трофически связанный только с *Hypericum perforatum* L.) начинают перемещаться в радиусе 30–70 м вокруг границ прежнего местообитания (первоначально насекомые рассеиваются в пространстве), в итоге их численность сокращается, по меньшей мере, в 2 раза.

Закономерность 3. В условиях трансформирующейся среды (частые и обильные летние дожди, повышенная влажность воздуха, более прохладные условия обитания, чем в сухие сезоны), при стабильном положении изолированной популяции *Timarcha tenebricosa* в Самарской области (редкий, реликтовый, малоподвижный и бескрылый вид, трофически связанный только с ксероморфной вариацией *Galium verum* L. [13]), численность жуков, если и убывает, то не столь значительно, зато насекомые сменяют периоды суточной активности (сумеречную, утренне-вечернюю — на исключительно дневную), становясь очень заметными и местами даже многочисленными в дневной период (примерно с 11 до 16 часов).

Закономерность 4. В условиях меняющейся среды (благоприятные условия перезимовки 2004 г. кормовых растений — *Ulmus laevis* Pall. и *Ulmus parvifolia* Jacq., последующая теплая и влажная весна в год повышенной солнечной активности [14]), когда количество листьев на деревьях возросло примерно на 15%, а площадь листовой пластинки — почти на 10% (от среднегодового показателя), при стабильном положении изолированной популяции (в границах г. Самары) *Pyrrhalta luteola* (фоновый, местами редкий вид), численность жуков резко увеличилась примерно в 6 раз (за 2 месяца ими было уничтожено до 40% объема крон кормовых растений — *Ulmus laevis* и *Ulmus parvifolia*).

Закономерность 5. В условиях меняющейся среды (последовательная активная вегетация растений

Triticum L. на пониженных и возвышенных участках поля в условиях короткой, теплой весны), когда площадь проективного покрытия агроценоза возрастает, расселение из мест зимовки жуков *Ouleta melanopus* (фоновый, местами многочисленный, местами редкий вид для Самарской области) идет в 2 этапа:

1. на стадии «всходов-кущения» насекомые концентрируются на закрытых от ветра, более пониженных участках рельефа с загущенной растительностью;
2. на стадии «стеблевания» пшеницы происходит переселение имаго на более разреженные и лучше прогреваемые возвышенные пространства, где иногда группируется до 80–90% всей популяции жуков данного вида.

Аналогичную ситуацию (локализацию очагами) наблюдала Е. В. Гуськова [15], после массового вылета перезимовавших жуков *Ouleta melanopus* на поля.

Заключение

Следует отметить, что, если объективно оценить поголовье редко встречающихся видов сразу затруднительно, то просчитать плотность не слишком многочисленных (но достаточно заметных) стенобионтных насекомых вполне возможно. Именно после регистрации их значительного убывания, следует обратить внимание на состояние популяции заведомо редких видов [16, с. 178], в результате чего можно сделать объективный вывод об определенной подвижке процессов деградации экологических условий, повлиявших на динамику численности видов-индикаторов.

Зная предельные рубежи оптимальных условий обитания индикаторных видов, имея возможность оценить колебания их численности (отклонение от нормы), можно отчетливо представить себе степень и причины трансформации внешней среды, а также перспективы возврата условий к оптимальному природному уровню.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуськова Е. В. Ареалогический анализ жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) Южного Урала // Энтомологические исследования в Северной Азии: мат-лы VII Межрегионального совещания энтомологов Сибири и Дальнего Востока в рамках Сибирской зоологической конференции. Новосибирск, 20–24 сентября 2006 г. Новосибирск, 2006. С. 53–55.
2. Mahani M.K., Hatami B., Seyedoleslami H. Host preference of three elms and hackberry for elm leaf beetle, *Xanthogaleruca* (= *Pyrrhalta*) *luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae) // Forest Ecology and Management. 2003. Vol. 186, № 1–3. P. 207–212.
3. Беньковский А. О. Жуки-листоеды европейской части России: дис. ... д-ра биол. наук: 03.02.05. М., 2011. 517 с.
4. Беньковский А. О., Орлова-Беньковская М. Я. Трофическая специализация жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) Приволжской возвышенности // Поволжский экологический журнал. 2014. № 2. С. 175–183.
5. Беньковский А. О., Орлова-Беньковская М. Я. Фауна жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) хвалынского Приволжья (Саратовская область) (все подсемейства, кроме Alticinae) // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2013. Т. 118, № 4. С. 15–20.
6. Исаев А. Ю. Определитель жесткокрылых Среднего Поволжья. Ч. III. Polyphaga — Phytophaga. Ульяновск: Издательство «Вектор-С», 2007. 256 с.

7. Богачева Н. И. Антропогенные изменения членистоногих мезофауны почвы и подстилки в березовых редколесьях Нижнего Приобья // Фауна и экология насекомых Урала: межвуз. сб. науч. тр. / отв. ред. А. С. Уточкин. Пермь: ПГУ, 1993. С. 8–19.
8. Лапин Е. И., Израилевич С. В. Индикация техногенных загрязнений по фаунистическим комплексам жесткокрылых // Успехи энтомологии в СССР: мат-лы 10-го съезда Всесоюз. энтомол. об-ва, Ленинград, 11–15.09.1989. СПб.: ЗИН РАН, 1993. С. 37–38.
9. Хотько Э. И., Чумаков Л. С., Селявко Т. М. Функциональная структура населения жулици как показатель степени антропогенной нагрузки на экосистемы // Успехи энтомологии в СССР: мат-лы 10-го съезда всесоюз. энтомол. об-ва, Ленинград, 11–15.09.1989. СПб.: ЗИН РАН, 1993. С. 72–74.
10. Schneider K. Verteilungsmuster von Curculioniden (Coleoptera — Insecta) in einem Transekt unterschiedlich immissionsbelastetel Kiefernforste der Dübener Heide // Hercynia. 1984. Vol. 21, № 2. P. 162–178.
11. Павлов С. И. Редкие виды жуков-листоедов Куйбышевской области и причины сокращения их численности // Охрана животных в Среднем Поволжье: межвуз. сб. науч. тр. Куйбышев: КГПИ, 1988. С. 51–56.
12. Зайцев Ю. М., Медведев Л. Н. Личинки жуков-листоедов России. М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2009. 246 с.
13. Медведев Л. Н., Рогинская Е. Я. Каталог кормовых растений жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) фауны СССР. М.: ИЭМЭЖ им. А. Н. Северцова АН СССР, 1988. С. 49–66.
14. Шабалин И. М. Самарский лес. Самара: СКИ, 2005. 76 с.
15. Гуськова Е. В. Особенности биологии и экологии листоедов *Ouleta melanopus* L. в условиях Южного Урала // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. Сер. 10. Экология. Валеология. Педагогическая психология. 2003. № 4. С. 49–59.
16. Чернов Ю. И. Природная зональность и животный мир суши. М.: Мысль, 1975. 222 с.

© Павлов Сергей Иванович (pavlov@sgspsu.ru),

Яйцкий Андрей Степанович (yaitsky@sgspsu.ru), Минияров Фарит Талгатович (fminiayarov@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Самара

ПАРАМЕТРЫ МИГРАЦИЙ ТИПИЧНЫХ ДЛЯ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ НАСЕКОМЫХ В СВЯЗИ С ПОИСКАМИ ИМИ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ОБИТАНИЯ

MIGRATION PARAMETERS OF INSECTS TYPICAL FOR THE SAMARA REGION AS THE RESULT OF THEIR SEARCH FOR OPTIMAL HABITAT CONDITIONS

**S. Pavlov
F. Miniyarov
A. Yaitsky**

Summary. The article analyzes main parameters of insects spatial migration process (mainly based on the example of leaf beetles). The process includes more than 10 different aspects that characterize migration: causes, genetic and energy bases, mechanisms, regularity, length, direction, obstacles for a movement, height of movement, influence of the environment climate component on migration, threats, risks and efficiency. Mentioned aspects are in turn subdivided into smaller elements.

Keywords: leaf beetles; Chrysomelidae; habitat; migration of insects; cause of migration; migration characteristics; geographical migrations; ecological migrations; Samara Oblast.

Павлов Сергей Иванович

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Самарский
государственный социально-педагогический
университет»
pavlov@sgspsu.ru

Минияров Фарит Талгатович

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Астраханский
государственный университет»
fminiyarov@mail.ru

Яицкий Андрей Степанович

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

Аннотация. В настоящей статье анализируются основные параметры процесса пространственной миграции насекомых (в первую очередь, жуков-листоедов — Chrysomelidae), включающего в себя более 10 различных аспектов, характеризующих миграции (причины; генетическая и энергетическая основы; механизмы; регулярность; протяженность; направленность; препятствия для перемещения; высота перемещений; влияние климатической компоненты среды на миграции; угрозы; риски; результативность), которые, в свою очередь, подразделяются на более мелкие элементы.

Ключевые слова: жуки-листоеды; Chrysomelidae; условия обитания; миграции насекомых; причины миграций; характеристики миграций; географические миграции; экологические миграции; Самарская область.

Изучение проблемы миграций насекомых интересно и весьма актуально. Миграции известны у чешуекрылых, стрекоз, саранчовых, перепончатокрылых, тлей, жесткокрылых [1]. Однако, единого мнения по поводу причин, типов и характеристик миграционных процессов до сих пор нет. Детально изучив особенности пространственных перемещений жуков-листоедов, их сроки и механизмы, и добавив к этому итоги наших наблюдений и результаты экспериментов над другими таксонами насекомых (наблюдение и мечение кокцинеллид и визуальное наблюдение за рядом видов чешуекрылых), мы предлагаем своё видение данной проблемы.

Отдельные аспекты миграционного поведения насекомых, анализ динамики их численности и обсужде-

ние влияния климата на поведение насекомых рассматриваются в ряде известных публикаций [2–9], однако наша работа является попыткой обобщить уже опубликованную информацию и вновь приобретенную нами в процессе нативных наблюдений и полевых экспериментов.

Цель исследования

изучение особенностей миграций разных таксонов насекомых (главным образом, жуков-листоедов) и уточнение механизмов их расселения в пространстве (соотношение долей географических и экологических мигрантов; особенности подходов к классификации мигрантов по дальности расселения).

Материал и методика исследования

Исследования закономерных и случайных миграций насекомых в Самарской области проводятся нами более 30 лет (с 1986 г.).

Регулярные экологические эксперименты по мечению проводились нами на 21 модельном участке площадью примерно от 50 м² до 270 м², занятом естественной растительностью, которая включает кормовые растения, предпочитаемые данными видами жуков-листоедов.

В экспериментах было задействовано 10 фоновых (для южного сектора Среднего Поволжья) видов жуков-листоедов: *Donacia crassipes* Fabricius, *Oulema melanopus* Linnaeus, *Labidostomis pallidipennis* Gebler, *Timarcha tenebricosa* Fabricius, *Plagioderma versicolora* Laicharting, *Chrysomela populi* Linnaeus, *Leptinotarsa decemlineata* Say, *Gastrophysa polygoni* Linnaeus, *Galeruca tanacetii* Linnaeus, *Cassida rubiginosa* Müller.

Имаго мы собирали вручную и отлавливали сачком; после их маркировки цифрами, выполненными белой краской на переднеспинке, выпускали в местах поимки. Всего было помечено 450 особей (по 45 — каждого вида). В дальнейшем (в среднем через 5 дней) меченых жуков вновь отлавливали и учитывали их размещение в пространстве. Из числа выпущенных насекомых, 293 (65,1%) пойманы повторно 1 раз, 86 особей (19,1%) найдены 2 раза, а 67 (14,9%) — 3 раза.

В момент начала агрегации представителя кокцинеллиды — *Coccinella septempunctata* Linnaeus — перед залеганием на зимовку, мы четырежды метили (описанным выше способом) по 50 особей из каждого скопления, и в течение последующих 2 дней искали меченые особи в направлении их перемещения в сторону возвышенных склонов.

Одновременно проводилась фото- и видеорегистрация эксперимента.

Параллельно оценивались сопутствующие экологические параметры среды.

Латинские наименования видов жуков-листоедов в статье приводятся по работе Ю. М. Зайцева, Л. Н. Медведева [10].

Результаты исследования и их обсуждение

По мнению М. С. Гилярова (цит. по: [11]), «один из двух возможных путей успешного выживания вида — миграция в другие условия обитания». В настоящем исследо-

вании нас, в первую очередь, интересует именно эта особенность биологии данных видов.

По нашему мнению, под термином «миграция» следует понимать закономерные перемещения животных, выработанные в ходе филогенеза, реализуемые в конкретное время, и, по большей части, по закономерным направлениям.

С точки зрения М. Коха, все насекомые делятся на 2 группы [12]:

1. близко расселяющиеся;
2. истинные мигранты.

По нашему мнению, близко расселяющихся насекомых уместно называть экологическими мигрантами, а истинных (дальних) мигрантов — географическими. По этой причине логично выделить 2 типа одноименных миграций: экологические и географические.

Экологические мигранты перемещаются, регулярно или эпизодически, но внутри своего же генерационного ареала. Мы отмечали сезоны, когда динамика популяций была стабильной, т.е. реального расселения не наблюдалось.

Для *географических* мигрантов характерны следующие признаки:

1. осуществляют дальние перемещения ежегодно;
2. покидают область генерации, куда потом возвращаются вновь;
3. способны за короткое время преодолевать большие расстояния;
4. не могут зимовать в средних широтах;
5. перелеты их ориентированы только с севера на юг (и обратно).

Характеристики миграций

Причины миграций. Предполагается, что происхождение географических (дальних) миграций следует связывать с изменениями климата в недалеком геологическом прошлом планеты [13].

Состояния среды, корректирующие *географические* миграции:

1. сезонное потепление среды;
2. сезонное похолодание среды.

Состояния среды, корректирующие *экологические* миграции:

1. расселение с мест зимовки;
2. уход на зимовку;
3. дефицит и поиски корма;
4. репродуктивные агрегации;

5. влияние эффекта массы (потребность насекомых рассредотачиваться в пространстве при избыточной плотности в «очагах скопления»).

Нами отмечены частые массовые кочевки особей отдельных популяций листоедов в поисках корма на расстоянии 30–70 м (за границы прежних местообитаний).

Кроме Chrysomelidae, мы наблюдали предзимовочные перемещения Coccinellidae в Жигулёвских горах на 300–450 м в сторону возвышенных склонов и карстовых поноров. В результате в каждой меченой группе (численностью в 50 особей) кокцинеллид, мы отмечали следующую нисходящую закономерность:

- ◆ 1-й стометровый участок: 8–11 найденных меченых кокцинеллид (разброс объясняется разным количеством найденных меченых особей в результате каждого последующего акта маркировки);
- ◆ 2-й стометровый участок: 5–6 особей (из 50);
- ◆ 3-й стометровый участок: 2–3 особей (из 50);
- ◆ 4-й стометровый участок: 0,6–0,9 особей (из 50).

Подобная особенность распределения жуков объясняется целым рядом причин (расстоянием до будущих зимовочных «затаек», влиянием хищников-энтомофагов, бескормицей, сильным ветром или осадками, а, главное — рассредоточением меченых особей среди основной массы немеченых жуков).

Генетическая основа миграций. Установлено, что географические мигранты формируются, в первую очередь, в перенаселенных популяциях, а экологические мигранты — в популяциях с довольно низкой плотностью [14].

Энергетическая основа миграций. Насекомые, географические мигранты (в особенности, бабочки и тли), имеют больше жировых запасов, чем экологические мигранты, но меньшее число заканчивающих развитие эмбрионов [14].

Механизмы миграций

1. *Пешие* кочевки (переползание):

- а) *под влиянием абиотических факторов:* при движении к свету и от него; при поисках температурного оптимума; из области повышенной влажности воздуха; из зоны раздражающего ветрового потока;
- б) *под влиянием биотических факторов:* поиски индивидом кормового растения или брачного партнера; внедрение *внутрь* скопления (действие «эффекта группы» — при спаривании или уходе на зимовку); *наружу из очага* скопления (дей-

ствие «эффекта массы» — при расселении, поисках корма и т.п.) [15].

2. *Воздушные* перемещения (перелёты):

- а) *закономерные:* при рассредоточении в результате «эффекта массы» в пространстве;
- б) *случайные* (дисперсии): под действием ветра (в момент дрейфа во время полёта).

3. *Водные* перемещения (переплывание). Все жуки-листоеды, кроме радужниц, избегают воды, но случается, что они непроизвольно попадают в воду, и в этом случае расселяются пассивно:

- а) в результате непосредственного падения в воду;
- б) в результате попадания в воду во время ухода от подтопления на более высокий субстрат;
- в) на плавучей основе — «паводковом шламе», ветках, стволах деревьев-топляков [11].

Регулярность миграций

- 1. *регулярные:* 2 раза в год — весной на север, в конце лета на юг;
- 2. *нерегулярные:* в любом направлении, иногда несколько раз за вегетационный сезон.

Протяженность миграций

- 1. *дальние* — на расстояние в 1 тыс. км и более (некоторые чешуекрылые и прямокрылые);
- 2. *ближние* — на расстояние от нескольких десятков до нескольких сотен метров (прочие таксоны насекомых). Установлено, что радиус репродуктивных перемещений за сезон значительно превышает даже радиус кормовых кочевок; так, по данным В.М. Соломатина, листоед *Chrysochloa cacaliae* Schrnk в первом случае преодолевает 2–3 км за сезон, а во втором — только 1,0–1,1 км (а совокупная протяженность его кочевок может достигать от 3,0 до 4,1 км за сезон) [16].

В то же время, данная классификация у экологических мигрантов осложняется особенностями влияния сезонных или суточных параметров среды:

- 1) *сезонные (горизонтальные)* перемещения:
 - а) весна — осень (дальние миграции);
 - б) лето: 1-я половина — 2-я половина (локальные миграции);
 - в) лето: 2-я половина (локальные миграции).
- 2) *суточные (вертикальные)* перемещения:

- а) утро (выход гелиофилов в верхнюю часть кроны) — день (максимум их активности) — вечер (их уход на ночевку);
 б) день — сумерки (активность умброфилов);
 в) день — ночь (активность умброфилов).

Из общего списка энтомофауны на долю географических мигрантов приходится, по нашей оценке, около 34%, а экологических мигрантов — 66%.

Направленность миграций

1. *закономерные* (направление с севера на юг и обратно): вектор полетов отдельных особей хорошо летающих насекомых (в первую очередь, бабочек) близок к единому «коридору» географической сезонной миграции, который практически неизменен в течение светового дня и мало варьирует за вегетационный сезон;
2. *дисперсные* (случайные) — в любую сторону для реализации тактической программы (поисков брачного партнера, корма, укрытия).

Препятствия для перемещения. Хорошо летающие бабочки преодолевают естественные и искусственные древостои [1], не меняя своего курса следования и перелетая их сверху. По нашим наблюдениям, для многих жуков-листоедов (удельный вес которых значительно больше, чем у бабочек одинакового с ними размера), лес (высокий и частый вертикальный барьер), обширное водное зеркало (горизонтальный барьер) — являются серьезными препятствиями в ходе их перемещения.

Высота перемещений:

1. *значительная* — от 25 до 150–200 м;
2. *в приземном слое* — от 1,5–2,0 до 8–12 м.

Разумеется, чёткую границу провести затруднительно, поскольку при сильном встречном или боковом ветре хорошо и высоко летающие бабочки стремятся уйти из его потока, опускаясь ниже, а при высокой влажности воздуха или тумане низко летающие насекомые стремятся подняться выше своего нормального «потолка» полёта в зону более сухого воздуха.

Влияние климатической компоненты среды. Возможность и качество миграций жестко корректируется климатом:

1. *Температурой воздуха* (по нашей оценке, оптимум заключен в интервале от +20 °С до +27 °С).
2. *Интенсивностью солнечного излучения.* По наблюдениям Ф.С. Кохманюка [17], колорадский жук мигрирует в ясную погоду. Это подтверждается и нашими наблюдениями, согласно которым большинство видов насекомых (и не только жу-

ков-листоедов) наиболее активны и мобильны в ясную погоду.

3. *Ветром.* Нами замечено, что во время дальних перелетов бабочки с высокой точностью «выдерживают» постоянный вектор движения, несмотря на встречный или боковой довольно сильный ветер; а саранчовые, тли и колорадский жук, в основном, «дрейфуют» в шлейфе ветровых потоков. Ряд наблюдений Ф.С. Кохманюка за колорадским жуком доказывают устойчивую склонность вида расселяться по направлению ветра [17].
4. *Осадками.* Даже при слабом дожде полёты мигрантов прекращаются; при облачности от 30% до 45% пролёт идёт с малой интенсивностью, а при более чем 45% пролёт не наблюдается.

Угрозы и риски, сопутствующие миграциям. Внезапные похолодания, тепловой удар, ливневые и затяжные дожди, сильный, резко меняющий направление ветер, насекомоядные птицы, рукокрылые, жажда и бескормица — являются основными негативными факторами. Есть данные о средней ежедневной гибели мигрирующих насекомых: из каждых 100% учтенных особей на 2-й день сохранялось лишь 33 особи, на 3-й — 21, на 4-й — 16, на 5-й — 10, на 6-й — 3,5, на 7-й — 2,2 [18].

Нами выявлен высокий уровень консерватизма (стенобионтности) жуков в приуроченности к биотопам. Только 28 (т.е. чуть больше 6%) особей 4-х видов были найдены за пределами мест выпуска.

Результативность (успех) миграций. В штилевую погоду перелёт жука-листоеда на 300 м занимает около 15 мин. (успешная результативность больших расстояний перемещения по воздуху для жуков-листоедов имеет уже, на наш взгляд, весьма случайный характер). Установлено, что самцы-мигранты более активны и мобильны (поскольку помимо только «программы расселения» им приходится выполнять параллельную «программу поиска брачного партнёра», что требует от них более высокой оперативности).

Заключение

В результате наших нативных наблюдений и полевых экспериментов выявлены основные составляющие процесса пространственной миграции насекомых (главным образом, Coleoptera: Chrysomelidae, и в некоторой степени — Coccinellidae), включающего в себя более 10 различных определяющих аспектов (причины; генетическая и энергетическая основы; механизмы; регулярность; протяженность; направленность; препятствия для перемещения; высота перемещений; влияние климатической компоненты среды на миграции; угрозы; риски; результативность).

ЛИТЕРАТУРА

1. Smithers C. N. Insect migration // *The Australian Museum Magazine*. 1961. Vol. 13, № 11. P. 350–353.
2. Голубев А. В. Миграции в динамике численности популяций фитофагов // *Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник*. 2003. № 2. С. 83–86.
3. Исаев А. С., Березовская Ф. С., Давыдова Н. В., Карев Г. П., Хлебопрос Р. Г. Волны миграции и пространственная динамика насекомых-фитофагов // *Сибирский экологический журнал*. 1999. Т. 6, № 4. С. 45–53.
4. Борисов С. Н. Особенности осенних миграций стрекоз (Odonata) на перевале Чокпак в западном Тянь-Шане: видимые и реальные масштабы перелётов // *Евразийский энтомологический журнал*. 2010. Т. 9, № 1. С. 7–12.
5. Воробьева О. В. Анализ распределения уязвимых энтомокомплексов по территории Белгородской области // *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. 2007. № 5 (36). С. 54–60.
6. Кузнецова В. В., Пальникова Е. Н. Факторы динамики численности боярышницы (*Aporia crataegi* L.) в пригородных насаждениях г. Красноярска // *Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии*. 2014. № 207. С. 4–9.
7. Ключко Е. М., Ключко З. Ф. Электронные информационные системы для мониторинга популяций и миграций насекомых // *Biotechnologia Acta*. 2018. Т. 11, № 5. С. 5–25.
8. Соколов Л. В. *Климат в жизни растений и животных*. СПб.: Тесса, 2010. 343 с.
9. Шелабина Т. А., Берим М. Н. Динамика численности и видовой состав тлей на посадках семенного картофеля в Ленинградской области // *Аграрная Россия*. 2020. № 4. С. 3–7.
10. Зайцев Ю. М., Медведев Л. Н. *Личинки жуков-листоедов России*. М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2009. 246 с.
11. Павлов С. И., Яицкий А. С. Фауна жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) изолированных волжских островов и механизмы их вторичного заселения // *Самарский научный вестник*. 2018. Т. 7, № 4 (25). С. 97–103.
12. Koch M. Zur Gruppeneinteilung der Wanderfalter // *Wiener Entomologische Gesellschaft*. 1964. Vol. 75, № 9–10. P. 131–134.
13. Gaskin D. E. Comments on the nature and origins migrations of Lepidoptera to Bermuda // *The Journal of the Lepidopterists' Society*. 1994. Vol. 48, № 4. P. 388–393.
14. Kidd N. A. C., Cleaver A. M. The relationship between pre-flight reproduction and migratory urge in alatae of *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae) // *Bulletin of Entomological Research*. 1984. Vol. 74, № 3. P. 517–527.
15. Павлов С. И., Яицкий А. С. Динамика плотности жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) в агроценозах злаковых культур Самарской области // *Самарский научный вестник*. 2018. Т. 7, № 2 (23). С. 94–102.
16. Соломатин В. М. Экологическая дифференциация и система скрещиваний у *Chrysochloa calaliae* Schrnk. (Coleoptera, Chrysomelidae) на Карпатах: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.15. М., 1977. 140 с.
17. Кохманюк Ф. С. О миграциях имаго колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) // *Механизмы поведения животных: мат-лы 3-й всесоюз. конф. по поведению животных*. Т. 1. М.: Наука, 1983. С. 203–204.
18. Sanders C. I. Local dispersal of male spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae) moths determined by mark, release and recapture // *Canadian Entomologist*. 1983. Vol. 115, № 9. P. 1065–1070.

© Павлов Сергей Иванович (pavlov@sgspsu.ru),

Минияров Фарит Талгатович (fminiyarov@mail.ru), Яицкий Андрей Степанович (yaitsky@sgspsu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОБИОТЫ ДОНОШЕННЫХ И НЕДОНОШЕННЫХ НОВОРОЖДЕННЫХ ДЕТЕЙ ПРИ САМОПРОИЗВОЛЬНЫХ РОДАХ И ОЦЕНКА МЕТАБОЛИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КИШЕЧНЫХ ЛАКТОБАЦИЛЛ

FORMATION OF THE MICROBIOTA OF FULL-TERM AND PREMATURE NEWBORNS DURING SPONTANEOUS DELIVERY AND ASSESSMENT OF THE METABOLIC ACTIVITY OF INTESTINE LACTOBACILLI

**O. Petrova
V. Chervinets
Yu. Chervinets
E. Grigoryants**

Summary. Goal. To monitor the composition of the microflora oral fluid, stomach and colon contents in full-term and premature newborns during spontaneous delivery and evaluate the metabolic activity of intestine lactobacilli.

Material and methods. The study included the main group (60 preterm infants) and the control group (40 full-term infants). A bacteriological study was performed using optimal nutrient media (HiMedia) and identification systems (bio Mérieux Vitek, Inc). Primary material sampling was performed in the first 3–6 days of the child's life.

Results. Gastro intestinal tract and oral fluid of premature newborns were characterized by dysbiosis of 1–2 degrees. Opportunistic microorganisms predominate in the oral fluid of premature newborns. The frequency of Bifidobacterium spp. in the stomach contents in premature infants was 3 times less than in full-term infants, and Lactobacillus spp. were allocated 1.5 times more than premature newborns. Bifidobacterium spp. in the contents of the large intestine in premature infants were allocated approximately 2 times less than full-term, and Lactobacillus spp. 1.3 times also less than full-term. In premature infants, fungi of the genus Candida were detected, which were practically not found in full-term infants. In the course of their life, lactobacilli produce gas molecules. Among them, nitric oxide (NO) was the most predominant, and was produced 10 times more in premature newborns.

Conclusion. Gestational age effects on the formation the microbiota. In premature newborns in the oral fluid and in the gastrointestinal tract, was detected a decrease in the frequency and amount in normal microflora (bifidobacteria, lactobacilli), and an increase of the same parameters of opportunistic microflora: *S. aureus*, *Clostridium* spp., *Klebsiella* spp., *Bacteroides* spp., *Veillonella* spp., *Candida albicans*. *Lactobacillus* spp.

Петрова Ольга Александровна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ollgar@mail.ru

Червинец Вячеслав Михайлович

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
chervinets@mail.ru

Червинец Юлия Вячеславовна

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
julia_chervinets@mail.ru

Григорьянц Элина Олеговна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
lina.grigo@gmail.com

Аннотация. Цель. Провести мониторинг состава микробиоты ротовой жидкости, содержимого желудка и толстого кишечника у доношенных и недоношенных новорожденных детей при самопроизвольных родах и оценить метаболическую активность кишечных лактобацилл.

Материал и методы. В исследование включена 60 недоношенных и 40 доношенных новорожденных детей. Проводили бактериологическое исследование с применением оптимальных питательных сред (HiMedia) и идентификационных систем (bio Mérieux Vitek, Inc). Первичный забор материала произведен в первые 3–6 суток жизни ребёнка.

Результаты. Желудочно-кишечный тракт недоношенных новорожденных, включая ротовую жидкость, характеризуется дисбактериозом 1–2 степени. В ротовой жидкости у недоношенных новорожденных преобладают условно-патогенные микроорганизмы. В содержимом желудка у недоношенных новорожденных встречаемость Bifidobacterium spp. в 3 раза меньше, чем у доношенных, а Lactobacillus spp. — в 1,5 раза чаще. В содержимом толстого кишечника у недоношенных детей выделяемость Bifidobacterium spp. примерно в 2 раза реже, Lactobacillus spp. — в 1,3 раза реже. У недоношенных детей выявлялись грибы рода Candida, которые практически не встречались у доношенных новорожденных. В процессе своей жизнедеятельности кишечные лактобациллы вырабатывают газовые сигнальные молекул. Среди них самым преобладающим является оксид азота (NO), причем он вырабатывался в 10 раз больше у лактобацилл недоношенных детей.

isolated from the gastrointestinal tract and *Staphylococcus* spp. from GIT of premature babies secrete nitric oxide in greater quantities than in full-term babies.

Keywords: microbiota, newborns, premature babies, spontaneous labor, lactobacilli.

Введение

Результаты многочисленных исследований продемонстрировали, что микробиом определяет особенности течения метаболических процессов. Процесс формирования микробиоценоза кишечника начинается внутриутробно. Ведущее значение на процессы становления микробиоценоза имеет характер вскармливания младенца, способ родоразрешения, прием антибиотиков [1,2,3,4,5,6,7,8].

По данным норвежских ученых установлено, что кишечная микробиота у детей, родившихся недоношенными, отличается низким разнообразием и пониженным содержанием анаэробных бактерий. Традиционные факторы риска раннего дисбактериоза не связаны с выявленными различиями между недоношенными и доношенными детьми. Выявлено наличие у недоношенных детей специфической микробиоты, не зависящей от неонатальной среды [9].

Исследованиями ученых Вашингтонского университета отмечено, что родившиеся до срока младенцы обладают иным набором кишечных бактерий, чем доношенные дети. В кишечнике новорожденных спектр микроорганизмов гораздо ниже. Независимо от возраста ребенка в момент рождения, независимо от типа диеты, от применяемых антибиотиков, микробная популяция развивалась достаточно стандартно. Исследователи обнаружили, что три основных класса бактерий — бациллы, гаммапротеобактерии и клостридии, колонизировали кишечник недоношенных детей. У доношенных детей кишечная микрофлора зависит от множества факторов (были ли они рождены естественным путем или путем кесарева сечения, вскармливались грудным молоком или смесью) [10].

Заключение. Гестационный возраст влияет на формирование микробиоты. У недоношенных новорожденных в ротовой жидкости и в желудочно-кишечном тракте на фоне снижения частоты и количества нормальной микрофлоры (бифидумбактерий, лактобактерий) отмечается увеличение условно-патогенной микрофлоры: *S. aureus*, *Clostridium* spp., *Klebsiella* spp., *Veillonella* spp., *Candida albicans*. Лактобациллы, изолированные из желудочно-кишечного тракта, а также стафилококки, выделенные из ЖКТ, недоношенных детей в большем количестве, чем у доношенных выделяют оксид азота.

Ключевые слова: микробиота, новорожденные, недоношенные, самопроизвольные роды, лактобациллы.

Представляет интерес метаболиты, выделяемые нормальной микрофлорой, и оказывающие влияние на центральную и периферическую нервные системы, сердечно-сосудистую деятельность, иммунитет и т.п. [11,12, 13].

Различия количественного и качественного состава микрофлоры новорожденных детей может меняться в широких пределах у детей разных регионов, поэтому представляет интерес изучение особенностей формирования микробиома в сравнительном аспекте у новорожденных детей Тверского региона.

Цель

Провести мониторинг состава микрофлоры ротовой жидкости, содержимого желудка и толстого кишечника у доношенных и недоношенных новорожденных детей при самопроизвольных родах и оценка метаболической активности кишечных лактобацилл.

Материалы и методы

Проведено исследование микрофлоры указанных биотопов 40 доношенных (контрольная группа) и 60 недоношенных (основная группа) новорожденных детей. Первичный забор материала производился в первые 3–6 суток жизни ребёнка. Работа проводилась с разрешения этического комитета ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России. Материал собирали в стерильные пробирки, в течение 2 часов доставляли в бактериологическую лабораторию Тверского ГМУ. Для выделения факультативно анаэробных и аэробных бактерий использованы следующие питательные среды: хромогенный селективный агар для уропатогенных кишечных бактерий, маннит-солевой агар (M118) — для стафилококков, агар Баэрда-Паркера — для выявления лецитиназной актив-

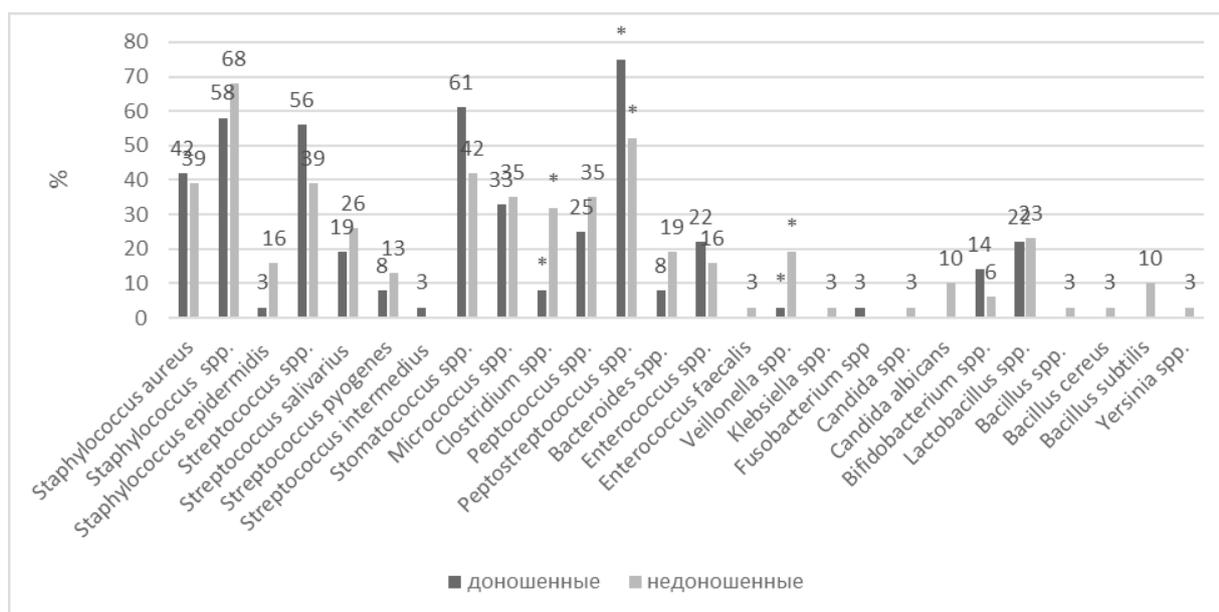


Рис. 1. Частота встречаемости микроорганизмов ротовой жидкости у доношенных и недоношенных новорожденных при самопроизвольных родах. Примечание: * — достоверно значимые значения для микроорганизмов при $p < 0,05$.

ности, HiCrome Bacillus Agar для обнаружения и идентификации бацилл, МРС лактоагар — для лактобацилл, HiCrome Enterococcus faecium Agar — для энтерококков, желчно-эскулиновый агар — для бактероидов, шоколадный агар — для нейссерий, хромогенные среды для выявления дрожжевых грибов рода *Candida*, HiCrom Listeria Agar — для листерий, Mitis Salivarius Agar — для стрептококков (HiMedia). Для культивирования анаэробов использованы бифидоагар и кровяной агар Шедлера.

Идентификация выделенных микроорганизмов проводилась по культуральным, морфологическим, тинкториальным свойствам. Биохимический анализ всех образцов, в том числе и чистых изолятов лактобацилл был осуществлен благодаря системам API (*bioMérieux, France*). Количество выделенных микроорганизмов выражали в Ig КОЕ/мл или КОЕ/г.

Метаболическую активность лактобацилл определяли с помощью метода газовой хроматографии на приборе Хроматэк-Кристалл 5000.2, позволяющий оценить продукцию таких газовых сигнальных молекул как: H_2 , O_2 , N_2 , CO , CH_4 , CO_2 , NO , H_2S .

Статистическую обработку материала проводили с помощью программы «STATISTICA» (StatSoftRussia). Статистическую обработку результатов проводили с использованием критерия Фишера, различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты

В ротовой жидкости у доношенных новорожденных (рис. 1) выделялись в 75% *Peptostreptococcus spp.*, в 61% *Stomatococcus spp.*, в 58% *Staphylococcus spp.*, в 56% *Streptococcus spp.*, в 42% *Staphylococcus aureus*, в 33% *Micrococcus spp.*, в 25% *Peptococcus spp.*, в 22% *Enterococcus spp.*, в 22% *Lactobacillus spp.*, в 19% *Streptococcus salivarius*, в 14% *Bifidobacterium spp.* Менее распространенными (8% и менее) оказались: *Bacteroides spp.*, *Streptococcus pyogenes*, *Clostridium spp.*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus intermedius*, *Veillonella spp.*, *Fusobacterium spp.*

Наибольшее количество 6,8 Ig КОЕ/мл было у *Staphylococcus epidermidis*. В большом количестве (от 4 Ig КОЕ/мл до 6 Ig КОЕ/мл) выделялись: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus pyogenes*, *Stomatococcus spp.*, *Micrococcus spp.*, *Clostridium spp.*, *Peptococcus spp.*, *Peptostreptococcus spp.*, *Bacteroides spp.*, *Enterococcus spp.*, *Fusobacterium spp.*, *Bifidobacterium spp.* и *Lactobacillus spp.* В меньшем количестве (менее 4 Ig КОЕ/мл) выделялись *Veillonella spp.* и *Streptococcus intermedius*.

У недоношенных новорожденных в ротовой жидкости (рис. 1) выделялись *Staphylococcus spp.* в 68%, *Peptostreptococcus spp.* в 52%, *Stomatococcus spp.*

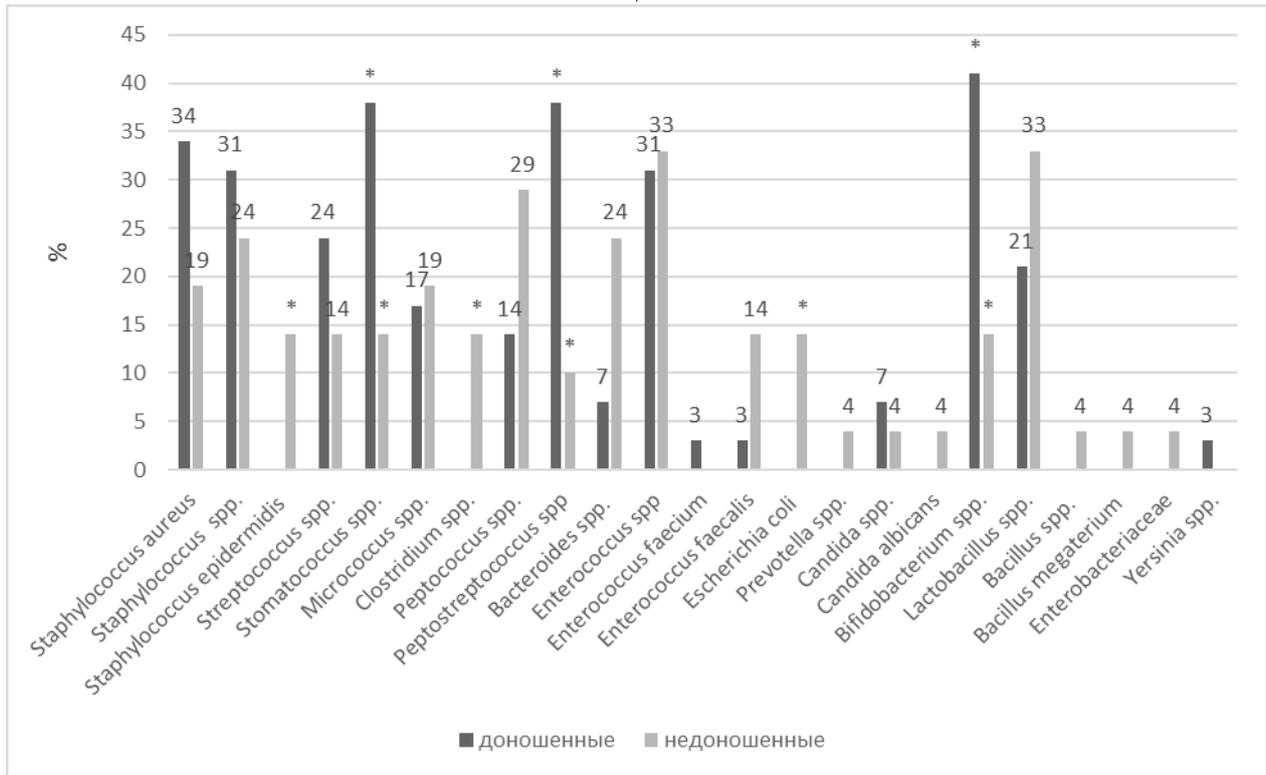


Рис. 2. Частота встречаемости микроорганизмов содержимого желудка у доношенных и недоношенных новорожденных при самопроизвольных родах. Примечание: * — достоверно значимые значения для микроорганизмов при $p < 0,05$.

в 42%, *Staphylococcus aureus* и *Streptococcus spp.* в 39%, *Peptococcus spp.* и *Micrococcus spp.* в 35%, *Clostridium spp.* в 32%, *Streptococcus salivarius* в 26%, *Lactobacillus spp.* в 23%, *Bacteroides spp.* и *Veillonella spp.* в 19%, *Enterococcus spp.* и *Staphylococcus epidermidis* в 16%, *Streptococcus pyogenes* в 13%. Менее распространенными (10% и менее) оказались: *Bacillus subtilis*, *Candida albicans*, *Bifidobacterium spp.*, *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella spp.* и *Yersinia spp.*

Количественный состав микробиоты колебался от 4 lg КОЕ/мл до 6 lg КОЕ/мл: *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Streptococcus salivarius*, *Stomatococcus spp.*, *Micrococcus spp.*, *Clostridium spp.*, *Peptococcus spp.*, *Peptostreptococcus spp.*, *Bacteroides spp.*, *Enterococcus spp.*, *Enterococcus faecalis*, *Veillonella spp.*, *Candida spp.*, *Bifidobacterium spp.*, *Lactobacillus spp.* и *Yersinia spp.* В меньшем количестве (менее 4 lg КОЕ/мл) выделялись *Streptococcus pyogenes*, *Klebsiella spp.*, *Candida albicans*, *Bacillus spp.*, *Bacillus cereus* и *Bacillus subtilis*.

В содержимом желудка у доношенных новорожденных (рис. 2) выделялись: *Bifidobacterium spp.*

41%, *Peptostreptococcus spp.* и *Stomatococcus spp.* по 38%, *Staphylococcus aureus* 34%, *Staphylococcus spp.*, *Enterococcus spp.* 31%, *Streptococcus spp.* 24%, *Lactobacillus spp.* 21%, *Micrococcus spp.* 17%, *Peptococcus spp.* 14%. Менее встречаемыми (7% и менее) оказались: *Bacteroides spp.*, *Candida spp.*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis* и *Yersinia spp.*

Наибольшее количество 8,3 lg КОЕ/мл было у *Bacteroides spp.* В большом количестве (от 4 lg КОЕ/мл до 6 lg КОЕ/мл) выделялись: *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Peptococcus spp.*, *Peptostreptococcus spp.*, *Bifidobacterium spp.* и *Lactobacillus spp.* В меньшем количестве (менее 4 lg КОЕ/мл) изолировались *Staphylococcus aureus*, *Stomatococcus spp.*, *Micrococcus spp.*, *Enterococcus spp.*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Candida spp.* и *Yersinia spp.*

У недоношенных новорожденных в содержимом желудка (рис. 2) выделялись *Enterococcus spp.* и *Lactobacillus spp.* в 33%, *Peptococcus spp.* в 29%, *Staphylococcus spp.* и *Bacteroides spp.* в 24%, *Staphylococcus aureus* и *Micrococcus spp.* в 19%,

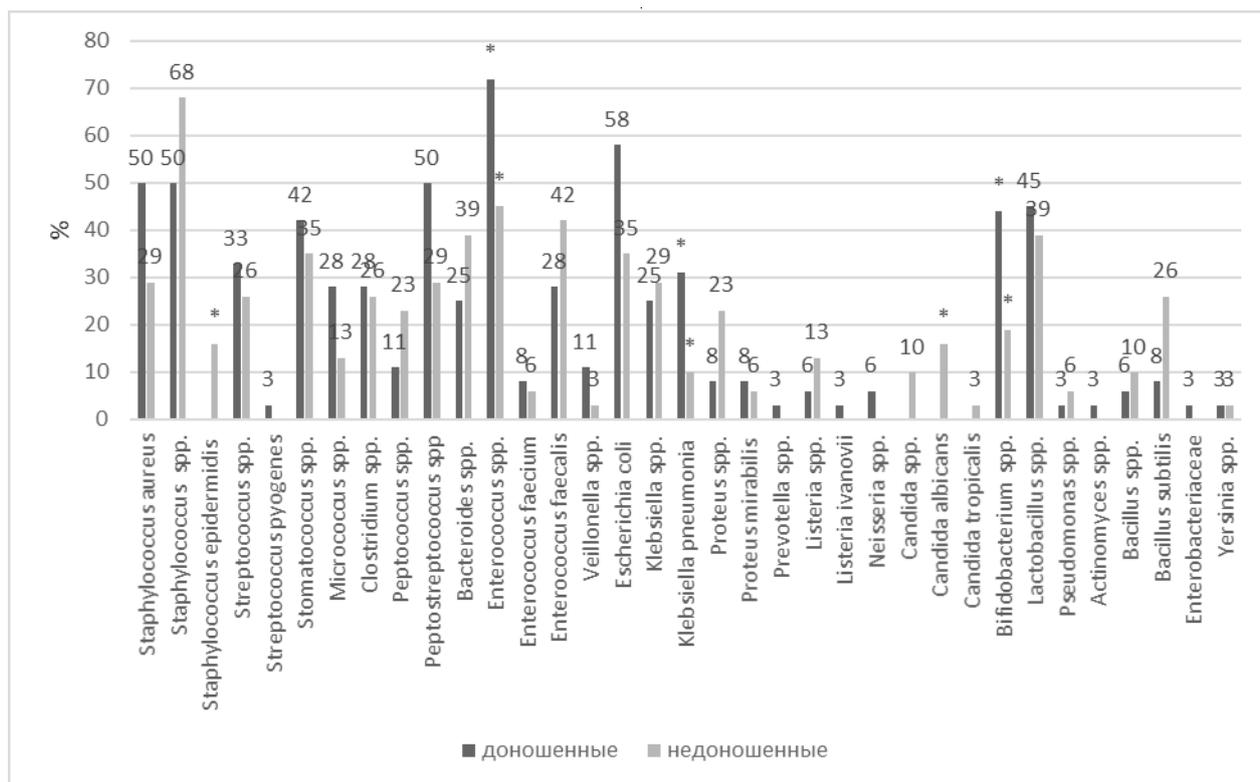


Рис. 3. Частота встречаемости микроорганизмов в содержимом толстой кишки у доношенных и недоношенных новорожденных при самопроизвольных родах. Примечание: * — достоверно значимые значения для микроорганизмов при $p < 0,05$.

Stomatococcus spp., *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus epidermidis*, *Clostridium spp.*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* и *Bifidobacterium spp.* в 14%. Менее встречаемыми (10% и менее) оказались: *Peptostreptococcus spp.*, *Prevotella spp.*, *Candida albicans*, *Bacillus megaterium* и *Enterobacteriaceae*.

Количественный состав микробиоты колебался от 4 lg КОЕ/мл до 6 lg КОЕ/мл: *Staphylococcus spp.*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus spp.*, *Micrococcus spp.*, *Clostridium spp.*, *Peptococcus spp.*, *Peptostreptococcus spp.*, *Bacteroides spp.*, *Enterococcus spp.*, *Escherichia coli*, *Prevotella spp.*, *Bifidobacterium spp.*, *Lactobacillus spp.* и *Enterobacteriaceae*. В меньшем количестве (менее 4 lg КОЕ/мл) изолировались *Staphylococcus aureus*, *Stomatococcus spp.*, *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans*, *Bacillus megaterium*.

В содержимом толстой кишки доношенных новорожденных (рис. 3) выделялись *Enterococcus spp.* в 72%, *Escherichia coli* в 58%, *Staphylococcus aureus*, *Peptostreptococcus spp.* и *Staphylococcus spp.* в 50%, *Bifidobacterium spp.* в 44%, *Stomatococcus spp.* и *Lactobacillus spp.* в 45%, *Streptococcus spp.*

в 33%, *Klebsiella pneumonia* в 31%, *Micrococcus spp.* в 28%, *Clostridium spp.* и *Enterococcus faecalis* в 28%, *Bacteroides spp.* и *Klebsiella spp.* в 25%, *Peptococcus spp.* и *Veillonella spp.* в 11%. Менее встречаемыми (8% и менее) оказались: *Enterococcus faecium*, *Proteus mirabilis*, *Bacillus subtilis*, *Neisseria spp.*, *Prevotella spp.*, *Listeria ivanovii*, *Actinomyces spp.*, *Yersinia spp.* и *Enterobacteriaceae*.

Количественный состав микробиоты колебался от 6 lg КОЕ/мл до 9 lg КОЕ/мл: *Clostridium spp.*, *Peptococcus spp.*, *Peptostreptococcus spp.*, *Bacteroides spp.*, *Enterococcus spp.*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Veillonella spp.*, *Klebsiella pneumonia*, *Listeria ivanovii*, *Neisseria spp.*, *Bifidobacterium spp.*, *Lactobacillus spp.*, *Actinomyces spp.*, *Enterobacteriaceae* и *Yersinia spp.* Немного в меньшем количестве (от 4 lg КОЕ/мл до 6 lg КОЕ/мл) изолировались: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Streptococcus pyogenes*, *Stomatococcus spp.*, *Micrococcus spp.*, *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.*, *Proteus mirabilis*, *Prevotella spp.*, *Listeria spp.*, *Pseudomonas spp.* и *Bacillus subtilis*.

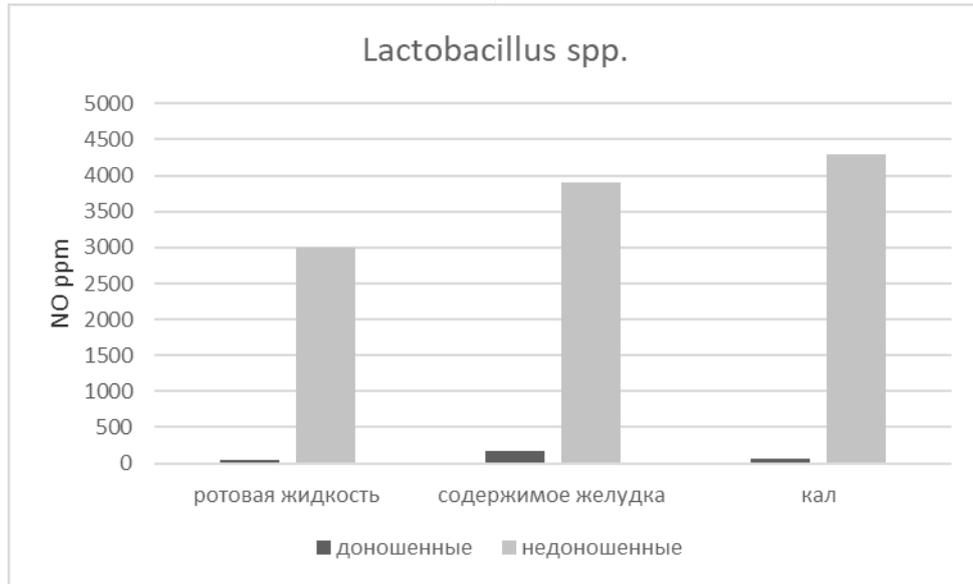


Рис. 4. Продукция NO у лактобацилл, выделенных из кишечника новорожденных.

В содержимом толстой кишки у недоношенных новорожденных (рис. 3) выделялись *Staphylococcus spp.* в 68%, *Enterococcus spp.* в 45%, *Enterococcus faecalis* в 42%, *Bacteroides spp.* и *Lactobacillus spp.* в 39%, *Stomatococcus spp.* и *Escherichia coli* в 35%, *Peptostreptococcus spp.*, *Klebsiella spp.* и *Staphylococcus aureus* в 29%, *Streptococcus spp.*, *Clostridium spp.* и *Bacillus subtilis* в 26%, *Peptococcus spp.* и *Proteus spp.* в 23%, *Bifidobacterium spp.* в 19%, *Staphylococcus epidermidis* и *Candida albicans* в 16%, *Micrococcus spp.* и *Listeria spp.* в 13%. Менее распространенными (10% и менее) оказались: *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus spp.*, *Candida spp.*, *Enterococcus faecium*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas spp.*, *Veillonella spp.*, *Candida tropicalis* и *Yersinia spp.*

Количественный состав микробиоты колебался от 6 lg КОЕ/мл до 8 lg КОЕ/мл: *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus spp.*, *Clostridium spp.*, *Peptococcus spp.*, *Peptostreptococcus spp.*, *Bacteroides spp.*, *Enterococcus spp.*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Veillonella spp.*, *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.*, *Bifidobacterium spp.*, *Lactobacillus spp.*, *Bacillus subtilis* и *Yersinia spp.* Немного в меньшем количестве (от 4 lg КОЕ/мл до 6 lg КОЕ/мл) изолировались: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus spp.*, *Stomatococcus spp.*, *Micrococcus spp.*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Listeria spp.*, *Candida spp.*, *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Pseudomonas spp.*, *Bacillus spp.*

Взаимоотношения между растущим организмом и его микробиотой является важным фактором, опреде-

ляющим рост, развитие, здоровье ребенка. В процессе своей жизнедеятельности **лактобациллы**, как представители нормобиоты человека, вырабатывает простые газовые молекул, которые регулируют внутри- и межклеточной коммуникации (H_2 , NO, H_2S , CH_4 , CO). Среди них самыми преобладающими являлись оксид азота и диоксид углерода (NO и CO_2). Углекислый газ участвует в метаболизме бактерий, а NO являются газовыми сигнальными молекулами, которые вырабатывались в 30–40 раз больше у лактобацилл недоношенных детей, чем доношенных детей (рис. 4).

Стафилококки, также, как и лактобациллы, продуцируют газовые сигнальные молекулы (рис. 5). Одни из них участвуют в прямом метаболизме бактерий (O_2 , N_2 , CO_2), другие выполняют координирующую функцию, участвуя в межмикробном обмене информации, а также влияя на функциональную активность основных систем органов.

Преобладающей и значимой газовой сигнальной молекулой является NO, которая в 1,3 раза больше выделяется у стафилококков, изолированных у недоношенных детей, чем доношенных детей.

Обсуждение

В ротовой жидкости у недоношенных детей высевались больше следующие микроорганизмы по сравнению с доношенными: *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus pyogenes*, *Clostridium spp.*, *Bacteroides spp.* и *Veillonella spp.* в 1,5 раза, но в количестве на 1–1,5 lg КОЕ/мл меньше; а также *Clostridium spp.*, *Bacteroides*

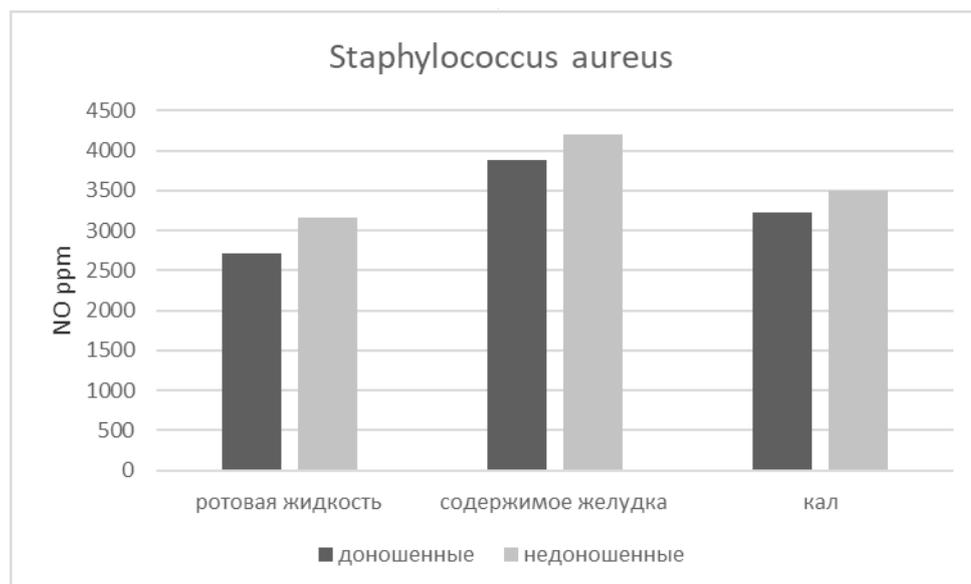


Рис. 5. Продукция NO у *Staphylococcus aureus*, выделенных из кишечника новорожденных.

spp. и *Veillonella spp.* в 2–3 раза. В 2–10% случаях выявлялись микроорганизмы, не встречаемые у доношенных новорожденных: *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella spp.*, *Candida spp.*, *Bacillus spp.* и *Yersinia spp.* в количестве 3,1–5,5 lg КОЕ/мл. У недоношенных новорожденных выделялись меньше следующие микроорганизмы по сравнению со второй группой: *Peptostreptococcus spp.* и *Stomatococcus spp.* примерно на 20%, а также *Bifidobacterium spp.* в 2 раза и в количестве 4,7 lg КОЕ/мл.

В содержимом желудка у недоношенных новорожденных выделялись меньше следующие микроорганизмы по сравнению с доношенными детьми: *Peptostreptococcus spp.* в 3,5 раза, *Staphylococcus spp.* и *Streptococcus spp.* в 1,5 раза, *Bifidobacterium spp.* в 3 раза. В группе недоношенных детей высевались больше следующие микроорганизмы по сравнению со второй группой: *Peptococcus spp.*, *Bacteroides spp.*, *Enterococcus faecalis* в 2 раза, а также *Lactobacillus spp.* в 1,5 раза. В 4–14% случаях выявлялись микроорганизмы, не встречаемые у доношенных новорожденных: *Staphylococcus epidermidis*, *Clostridium spp.*, *Escherichia coli*, *Prevotella spp.*, *Bacillus spp.* в количестве 3,3–5,1 lg КОЕ/мл.

В содержимом толстого кишечника у доношенных в отличие от недоношенных новорожденных спектр микрофлоры был более разнообразным за счет присутствия *Streptococcus pyogenes*, *Prevotella spp.* и *Listeria ivanovii*, *Neisseria spp.*, *Actinomyces spp.* и *Enterobacteriaceae*. У недоношенных новорожденных выделялись меньше следующие микроорганизмы по сравнению с доношенными детьми: *Bifidobacterium*

spp. в 2 раза и в количестве 6,7 lg КОЕ/г., *Staphylococcus aureus* в 2 раза и в количестве 4,6 lg КОЕ/г., *Peptostreptococcus spp.* и *Enterococcus spp.* в 1,5 раза. В группе недоношенных детей высевались больше следующие микроорганизмы по сравнению со второй группой: *Proteus spp.* и *Bacillus spp.* в 3 раза, стафилококки (кроме *Staphylococcus aureus*) чаще примерно на 20%. У недоношенных детей выявлялись микроорганизмы, которые не встречались у доношенных новорожденных: *Staphylococcus epidermidis*, *Candida spp.*, *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Pseudomonas spp.* в 5–15% и в количестве у *Staphylococcus epidermidis* 6,1 ± 0,8 lg КОЕ/г и *Candida spp.* 4–5,1 lg КОЕ/г.

Среди разнообразных регуляторов внутри- и межклеточной коммуникации в организме млекопитающих помимо известных сигнальных молекул (аминокислот, биогенных аминов, пептидов, катехоламинов, эндорфинов, гормонов и т.д.) особая роль принадлежит простейшим по химической структуре газообразным соединениям микробного происхождения (оксид азота-NO, оксид углерода-CO, сероводород- H₂S, водород -H₂, метан- CH₄, аммиак- NH₃ и другие). Хотя точные концентрации газов в тканях до настоящего времени отсутствуют, доказано, что многие из них способны проявлять разнообразные физиологические эффекты практически в каждом органе человека, а в определенных условиях участвовать и в патофизиологии тех или иных заболеваний. Оксид азота регулирует региональный ток крови, перистальтику кишечника, транспорт воды и электролитов, иммунитет, энергетический метаболизм. Оксид углерода имеет кардиопротективный эффект: защищает ткани от гипоксии и реперфузионных повреждений;

подавляет формирование атеросклеротических бляшек и противовоспалительный эффект: ингибирует активацию и пролиферацию E-эффекторных клеток, подавляет образования гистамина базофилами, ингибирует миграцию полиморфоядерных клеток.

Lactobacillus spp., выделенные из кишечника недоношенных в большем количестве, чем у доношенных выделяют сигнальные молекулы, в частности NO и CO₂, и таким образом участвуют в регуляции обменных процессов у ребенка. Причем это разница между доношенными и недоношенными по NO заметна в ротовой жидкости и желудочно-кишечном тракте. В верхних дыхательных путях продукция NO практически отсутствуют в обеих группах новорожденных. *Staphylococcus aureus* продуцирует CO₂ примерно одинаково в обеих группах. Сигнальные молекулы NO продуцируются чаще у стафилококков, изолированных у недоношенных детей, чем у доношенных детей, особенно выделенных из верхних дыхательных путей (в 1,4 раза больше).

Вывод

Гестационный возраст влияет на формирование микробиоты. У недоношенных новорожденных в ротовой жидкости и в желудочно-кишечном тракте на фоне снижения нормальной микрофлоры (бифидумбактерий, лактобактерий) отмечается увеличение частоты и количества патогенной и условно-патогенной микро-

флоры: *S. aureus*, *Clostridium spp.*, *Klebsiella spp.*, *Bacteroides spp.*, *Veillonella*, *Candida albicans*. В ротовой жидкости у недоношенных новорожденных отмечается дисбактериоз с преобладанием условно-патогенной микрофлоры *Clostridium spp.*, *Veillonella spp.*, *Bacillus spp.* и *Candida albicans*, в количестве 3,4–5,5 Ig КОЕ/мл. У недоношенных новорожденных в желудке явной картины дисбактериоза не отмечено, хотя встречаемость *Bifidobacterium spp.* была в 3 раза меньше, чем у доношенных, а *Lactobacillus spp.* — в 1,5 раза больше. У недоношенных детей в толстом кишечнике выявлено наличие дисбактериоз 1–2 степени, о чем свидетельствует выделение *Bifidobacterium spp.* примерно в 2 раза реже, *Lactobacillus spp.* — в 1,3 раза реже, *Escherichia coli* — в 1,8 раз реже, а *Bacteroides spp.* и *Enterococcus faecalis* в 1,5 раза чаще. Только у недоношенных изолировались *Candida spp.* (в 10–16%).

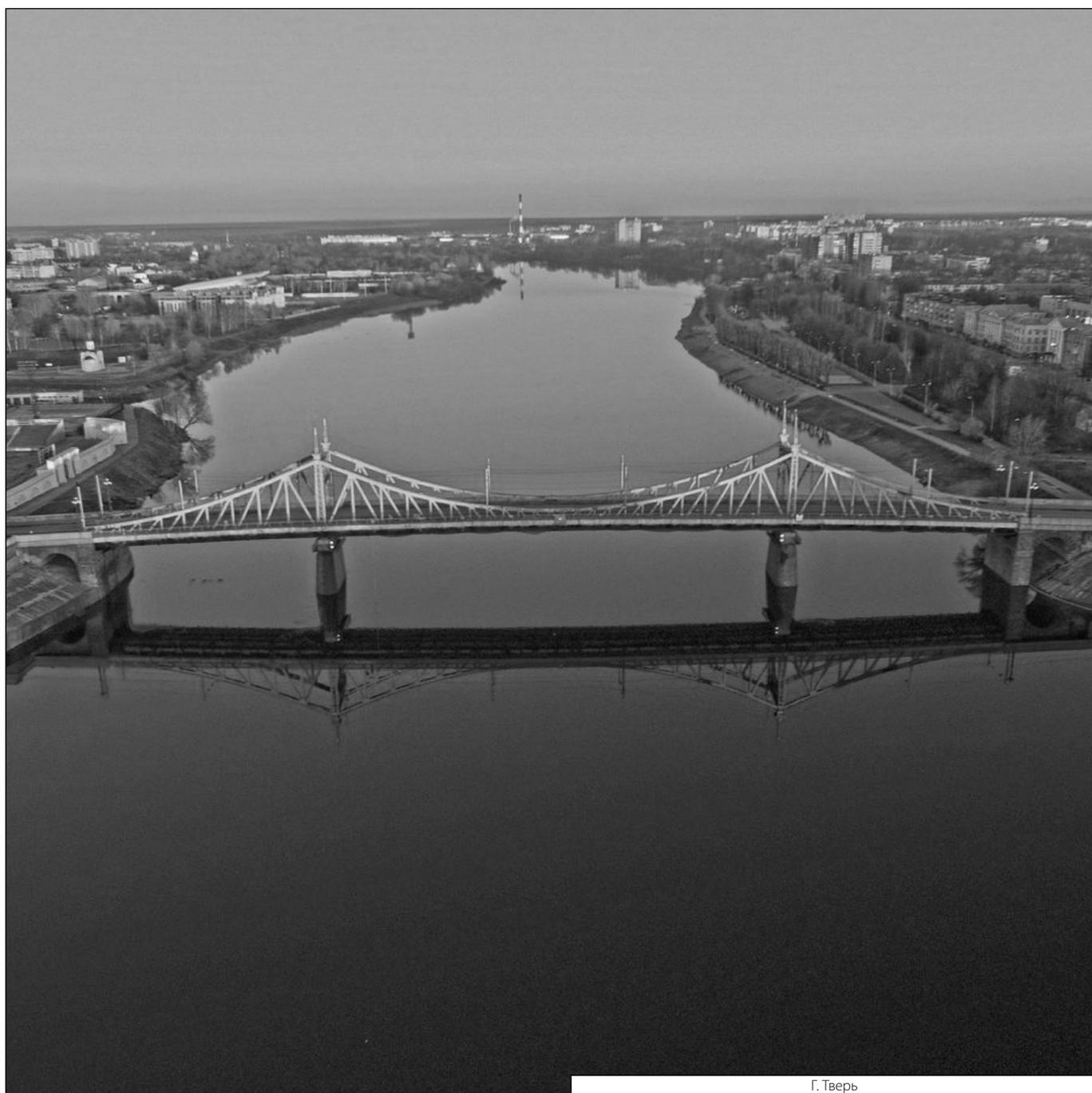
Лактобациллы, изолированные из желудочно-кишечного тракта, а также стафилококки, выделенные из верхних дыхательных путей и ЖКТ, недоношенных детей в большем количестве, чем у доношенных продуцируют оксид азота, превалирующую газовую сигнальную молекулу, и таким образом, оказывают большое влияние на региональный ток крови, перистальтику кишечника, транспорт воды и электролитов, иммунитет, энергетический метаболизм, а также сердечно-сосудистую и другие системы новорожденных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gregory K. E. Influence of maternal breast milk ingestion on acquisition of the intestinal microbiome in preterm infants / K. E. Gregory, B. S. Samuel, P. Houahtelina, G. Shan, F. M. Ausubel, R. I. Sadrejev, W. A. Walker // *Micrpbjome*. — 2016. — Vol. 4. — P. 68. PMID: PMC5200970. doi: 10.1186/s40168-016-0214-x.
2. Малыгина О. Г. Формирование микробиоценоза толстой кишки у недоношенных детей с низкой и экстремально низкой массой тела в условиях стационара / О. Г. Малыгина, Т. А. Бажукова, Е. В. Лобанова, Г. Н. Чумакова // *Экология человека*. — 2013.03. — С. 28–33.
3. Николаева И. В. Кишечная микрофлора у здоровых детей раннего возраста / И. В. Николаева, В. А. Анохин, И. А. Айнутдинова // *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. — 2009. — № 2. С. 30–33.
4. Захарова И. Н. Особенности становления кишечной микрофлоры у детей раннего возраста / И. Н. Захарова, Дмитриева Ю. А. // *Педиатрия*. — 2014. — Том 93, № 6. https://pediatrjournal.ru/files/upload/mags/343/2014_6_4158.pdf
5. Захарова И. Н. Качественное питание — здоровое будущее / И. Н. Захарова // *Журнал «Детский доктор»*. — 2016. — Том 4, № 4. — С. 3–4.
6. Червинец В. М. Микробиота желудочно-кишечного тракта новорожденных первого месяца жизни в Тверской области / В. М. Червинец, Ю. В. Червинец, О. А. Петрова, Л. К. Антонова, С. В. Погасян, Е. Б. Ганина, А. Ю. Миронов // *Клиническая лабораторная диагностика*. — 2018. — Том 63, № 9. — DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0869-2084-2018-63-9-588-592>.
7. Петрова О. А. Микробиота недоношенных детей при применении антибиотиков / О. А. Петрова, В. М. Червинец, Ю. В. Червинец // *Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН*. — 2019. — № 3. — С. 8. [Электр. пепс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2019-3/Articles/OAP-2019-3.pdf>). DOI:10.24411/23
8. Червинец В. М. Динамика колонизации микробиотой недоношенных детей на первой недели жизни / В. М. Червинец, Ю. В. Червинец, С. С. Борисова, О. А. Петрова, Л. К. Антонова // *Материалы XI съезда Всероссийского научно-практического Общества эпидемиологов, микробиологов и паразитологов. «Обеспечение эпидемиологического благополучия: вызовы и решения»*. — (16–17ноября) 2017 г. Москва. — Стр. 494.
9. C. Dahl, H. Stigum, J. Valeur, et al. Preterm infants have distinct microbiomes not explained by mode of delivery, breastfeeding duration or antibiotic exposure. *International Journal of Epidemiology*, 2018, 1–12. doi: 10.1093/ije/dyy064
10. Barbara Warner. Other intestinal microflora of premature babies. WestMedGroup. All rights reserved. 2020. <https://westmedgroup.ru/inaya-kishechnaya-mikroflora-nedonoshennykh-detej>

11. Червинец В. М. Метаболическая активность лактобацилл желудочно-кишечного тракта человека / В. М. Червинец, Ю. В. Червинец, О. А. Петрова, Э. С. Кравчук // Всероссийская научно-практическая конференция микробиология: от микроскопа до геномного анализа. — Санкт-Петербург. 17–18 мая 2018 г. — Стр. 175.
12. Червинец В. М. Метаболическая активность высокоантагонистических штаммов лактобацилл здорового человека / В. М. Червинец, Ю. В. Червинец, Е. А. Беляева, О. А. Петрова, Е. Б. Ганина // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. — 2018. 4 июль-август. Москва. — Стр. 11–17.
13. Шендеров Б. А. Роль эндогенных и микробных газовых молекул в физиологии и патофизиологии сердечно-сосудистой системы. Вестник восстановительной системы 2015, № 5, с. 58–65.

© Петрова Ольга Александровна (ollgar@mail.ru), Червинец Вячеслав Михайлович (chervinets@mail.ru),
Червинец Юлия Вячеславовна (julia_chervines@mail.ru), Григорьянц Элина Олеговна (lina.grigo@gmail.com).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Тверь

РАЗРАБОТКА НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С ЦЕЛЬЮ МАКСИМАЛЬНОГО СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ОТХОДЯЩИХ ГАЗАХ

DEVELOPING THE BEST AVAILABLE TECHNOLOGIES FOR THE PURPOSE OF REDUCING POLLUTANTS IN EXHAUST GASES

**M. Shklyar
K. Altynov
A. Azarov
N. Zhukova**

Summary. This paper provides recommendations for the development and implementation of the best available technologies (BAT) in order to minimize the amount of pollutant emissions into the air. The recommendations were developed taking into account the experience of the survey, development and implementation of measures to reduce emissions of pollutants at asphalt concrete plants in the Volgograd region and are aimed at providing methodological assistance to employees of enterprises and designers in the development and implementation of the best available technologies. The expediency of introducing BAT is shown. The necessity of forming an approach to the development of BAT, in the field of organizing dedusting of construction industries, is substantiated on the basis of an analysis of the results of a survey of existing aspiration systems.

Keywords: best available technologies, aspiration, construction, technological processes, environment, dedusting, environmental safety, dust.

Шкляр Марина Александровна
Начальник отдела, ООО «ЭкоЦентр»
marishkl@mail.ru

Алтынов Константин Сергеевич
Волгоградский государственный технический
университет
altynov_90@mail.ru

Азаров Артем Викторович
К.т.н., Волгоградский государственный технический
университет
artazarov@mail.ru

Жукова Наталья Сергеевна
К.т.н., доцент, Волгоградский государственный
технический университет
pns15@yandex.ru

Аннотация. В настоящей работе приведены рекомендации по разработке и внедрению наилучших доступных технологий (НДТ) с целью максимального снижения количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Рекомендации разработаны с учетом опыта обследования, выработки и внедрения мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ на асфальтобетонных предприятиях Волгоградской области и направлены на оказание методической помощи работникам предприятий и проектировщиков при разработке и внедрении наилучших доступных технологий. Показана целесообразность внедрения НДТ. Обосновывается необходимость формирования подхода к разработке НДТ, в области организации обеспыливания строительных производств, на основе анализа результатов обследования существующих систем аспирации.

Ключевые слова: наилучшие доступные технологии, аспирация, строительство, технологические процессы, окружающая среда, обеспыливание, экологическая безопасность, пыль.

Основу законодательства в области наилучших доступных технологий (НДТ) сформировал Федеральный закон от 21 июля 2014 г. N219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации», который совершенствует систему нормирования в области охраны окружающей среды, вводит в российское правовое поле понятие «наилучшая доступная технология» и меры экономического стимулирования хозяйствующих субъектов для внедрения НДТ.[1] Разработка и внедрение наилучших доступных технологий должна производиться на основе современных достижений науки и техники и наилучше-

го сочетания критериев с целью снижения негативного воздействия на окружающую среду.

В качестве стимулирования хозяйствующих субъектов рассматривается снижение или даже освобождение от взимания платы за негативное воздействие после внедрения наилучших доступных технологий (применение нулевого понижающего коэффициента).

В целях стимулирования юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих хозяйственную и (или) иную деятельность, к проведению мероприятий по снижению негативного воздей-

ствия на окружающую среду и внедрению наилучших доступных технологий при исчислении платы за негативное воздействие на окружающую среду к ставкам такой платы применяются следующие коэффициенты: «0» — за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в пределах технологических нормативов после внедрения наилучших доступных технологий на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду; «1» — за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в пределах нормативов допустимых выбросов, нормативов допустимых сбросов. [2]

Планомерный переход на новую систему экологического регулирования, основанную на принципах наилучших доступных технологий (НДТ) запланирован на 2019–2025 годы.

В 2016 году бюро НДТ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии был разработан информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях». [3]

НДТ 2–5 определяет максимально возможное извлечение из отходящих газов загрязняющих веществ и их последующее использование. Данная НДТ включает, в зависимости от конкретных условий, следующие подходы:

а) максимальное извлечение из отходящих газов содержащихся в них веществ, представляющих собой потери сырья или продукции, попутные продукты сжигания топлива и продукты газоочистки;

б) подготовка к утилизации с достижением максимальных потребительских свойств веществ, выделенных из отходящих газов в процессе очистки.

Данные подходы подлежат применению на действующих, модернизируемых и новых объектах.

Рассмотрим разработку наилучших доступных технологий на асфальтобетонных предприятиях. Основными источниками пылеобразования на асфальтобетонных предприятиях является оборудование, в котором осуществляется перемещение и перемешивание горячих материалов, и их соприкосновение с холодными материалами и средами. Это сушильный барабан, грохот, смеситель. В процессе приготовления асфальтобетонной смеси в данном оборудовании при соприкосновении

горячих песка и щебня с холодной средой происходит интенсивное паровыделение, которое за счет давления в закрытом кожухе корпуса с силой вырывается из неплотностей, унося большое количество мелких частиц в окружающую среду.

Основными методами борьбы с данными пылевыделениями являются: уплотнение очагов пылеобразования кожухами с прокладками; отсос от всех очагов пылеобразования газов с целью создания разряжения.

Еще одной группой источников пылеобразования являются желоба, трубы, элеваторы-оборудование, которое своим движением создает эжектирующее действие потоков воздуха, способствующее уносу мельчайших частиц пыли, основным мероприятием по снижению пылевыделения от данного оборудования является его герметизация.

Одним из основных направлений деятельности по снижению выбросов в атмосферу от оборудования асфальтобетонных предприятий является повышение эффективности работы установок очистки газа.

Анализ результатов обследований асфальтобетонных предприятий, проведенных с учетом вышеизложенных направлений, позволил разработать ряд НДТ, направленных на снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

На ряде асфальтобетонных предприятий Волгоградской области для очистки удаляемого из сушильного барабана газа используется в качестве первой ступени очистки прямоточный осевой циклон. При удалении подсосов в месте выгрузки уловленного продукта, данный циклон обеспечивает проектную эффективность очистки в 30–40%. Однако общий эффект его работы незначителен, потому что уловленная им пыль возвращается в сушильный барабан в месте загрузки сырого поступающего на сушку материала. Так как уловленная пыль представляет собой сухой продукт, то она подхватывается выделяющимися парами от вновь загружаемого в сушильный барабан материала и повторно уносится системой аспирации.

В ходе эксперимента, когда прямоточный циклон был исключен из схемы (была перекрыта выгрузка уловленной пыли) концентрация пыли, поступающей на вторую ступень очистки возросла с 52 г/м³ до 55 г/м³, т.е. фактический вклад первой ступени в очистку удаляемого от сушильного барабана газа составил 5,8% вместо проектных 30–40%.

Направив уловленную прямоточным циклоном пыль вместо сушильного барабана в промежуточный бункер,

с последующей подачей в горячий элеватор, получен следующий результат:

- ◆ при концентрации пыли в отходящих от сушильного барабана газах $55\text{г}/\text{м}^3$ достигалась эффективность очистки в прямоточном циклоне 30%;
- ◆ на вторую ступень очистки поступали газы с концентрацией пыли- $39\text{г}/\text{м}^3$.

Таким образом, изменение схемы выгрузки уловленной прямоточным циклоном пыли позволяет повысить его эффективность до проектной, снизив концентрацию пыли в поступающих на II ступень очистки газах на 25%.

Экспериментальные исследования эффективности работы моделей инерционных пылеуловителей, применяемых по настоящее время на асфальтобетонных производствах УЦ, ЦН и пылеуловителей серии ВИЛ, показали преимущество пылеуловителей, работающих на встречных закрученных потоках. Эффективность очистки у них была на 10–15% выше.

Внедрение промышленного образца пылеуловителей серии ВИП-600 на ряде предприятий Волгоградской области показало его высокую эффективность работы при очистке газов от пыли песка и щебня до 92%.

Разработан номенклатурный ряд типоразмеров пылеуловителей на расход очищаемого газа 5000–16000 м³/ч.

Замена циклонов ЦН-15, СДКЦН-33, СЦН-40 на пылеуловители серии ВИЛ позволяет повысить эффективность очистки газов на 10–15%.

В ходе обследований установлено, что на большинстве асфальтобетонных предприятий эффективность очистки в циклонах систем аспирации на 10–15% ниже проектной. Причиной являются большие подсосы в месте выгрузки уловленной пыли до 10%.

С целью повышения эффективности работы систем предлагается в местах выгрузки проводить следующие модернизации:

- ◆ установить патрубки из оргстекла для своевременного принятия мер в случае образования свода пыли;
- ◆ установить предохранительную питающую воронку в верхнем приёмном патрубке шлюзового питателя для устранения завалов;
- ◆ установить по краям лопаток шлюзового питателя резиновые пластины, препятствующие подсосам воздуха в пылеуловитель через шлюзовую питатель.

Внедрение данных мероприятий позволяет снизить величину подсосов до 1% и повысить эффективность

очистки в циклонах СДКЦН, СЦН и ЦН до паспортных величин.

На ряде предприятий Волгоградской области в системах аспирации применяются дымососы-пылеотделители с рециркуляционными циклонами ЦН-15У диаметром 600мм.

Результаты инструментальных измерений показали низкую эффективность работы рециркуляционных циклонов- 20–30%. Причиной является наличие больших подсосов в месте выгрузки уловленной пыли 9%. На величину подсосов влияют два фактора:

- ◆ наличие неплотностей в шлюзовом питателе, которые можно уменьшить, внедрив мероприятия ранее изложенные.
- ◆ выгрузка уловленной пыли из рециркуляционного циклона осуществляется в один шнековый транспортёр с выгрузкой из батарейного циклона, работающего под давлением.

Поэтому рекомендуется устанавливать дополнительный шнековый транспортёр для рециркуляционного циклона и снизить величину подсосов через шлюзовую питатель.

Выполнение данных мероприятий позволяет повысить эффективность очистки в рециркуляционном циклоне дымососа-пылеотделителя до 80%.

Внедрение вместо рециркуляционного циклона ЦН-15У инерционного пылеуловителя на встречных закрученных потоках серии ВИП позволяет повысить эффективность очистки газа на данной ступени на 15–20%.

Кроме того, предлагается разомкнуть схему и очищенный в пылеуловителе газ не возвращать в дымосос-пылеотделитель, а подать в сушильный барабан, в послетопочное пространство.

Внедрение данной схемы позволяет снизить величину выбросов на 14–16%; а также сэкономить до 10% топлива.

В ходе обследования работы асфальтобетонных заводов были проведены замеры запылённости удаляемых от смесителей газов при различной последовательности загрузки компонентов. Результаты замеров показали, что при загрузке компонентов в следующей последовательности: щебень, битум, песок и минеральные добавки концентрация пыли в удаляемом газе на 10–15% меньше, чем при другой последовательности. Это достигается тем, что щебень обволакивается поступающим после него в смеситель битумом и при последующей загрузке песка и минеральных добавок

основная часть мелкой пыли равномерно прилипает к нему.

Внедрение данного мероприятия позволяет снизить начальную концентрацию пыли, поступающей на очистку от смесителя на 10–12%.

Многофакельные форсунки серии МФ хорошо рекомендовали себя в камерах орошения систем кондиционирования воздуха, как надёжные не забивающиеся и эффективно работающие при невысоких давлениях.

Испытания циклона-промывателя СИОТ с установленными в нём тремя форсунками МФ-6 показали рост эффективности очистки газа на 5%.

Разработка наилучших доступных технологий с целью максимального снижения загрязняющих веществ в отходящих газах на основе предложенных мероприятий на примере асфальтобетонных предприятий позволяет достигнуть устойчивого снижения удельных и валовых выбросов предприятия на 15–30%, осуществить возврат уловленного продукта в производство, и улучшить санитарно-гигиенические условия в рабочих зонах.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 56828.15–2016 Наилучшие доступные технологии. Термины и определения.
2. Федеральный закон от 10.01.2002 N7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
3. ИТС 22–2016 «Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях».

© Шкляр Марина Александровна (marishkl@mail.ru), Алтынов Константин Сергеевич (altynov_90@mail.ru),
Азаров Артем Викторович (artazarov@mail.ru), Жукова Наталья Сергеевна (pns15@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Волгоград

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

DATA MODELS DEVELOPMENT FOR TELECOMMUNICATION NETWORK MONITORING SYSTEM

S. Borisov

Summary. In this paper, the process of developing database models for an information system for monitoring a telecommunications network is considered. The main data models and features of their construction are listed. The processes of constructing an infological, datalogical and full-attribute model are described. Features are listed for each design stage. For models assuming graphic design, the names of the diagrams are indicated and a description of the data displayed with their help is given.

Keywords: infolog projection, datalog projection, full attribute model, database, SQL.

Борисов Сергей Николаевич

Аспирант, ФБГОУ ВО «Кубанский Государственный Технологический Университет», г. Краснодар
un1ii@mail.ru

Аннотация. В настоящей работе рассмотрен процесс разработки моделей базы данных для информационной системы мониторинга телекоммуникационной сети. Перечислены основные модели данных и особенности их построения. Описаны процессы построения инфологической, даталогической и полноатрибутивной модели. Для каждого этапа проектирования перечислены особенности. Для моделей, предполагающих графическое оформление указаны названия диаграмм и дано описание данных, отображаемых с их помощью.

Ключевые слова: инфологическое проектирование, даталогическое проектирование, полноатрибутивная модель, база данных, SQL.

Введение

При проектировании информационной системы мониторинга телекоммуникационной сети неизбежно возникает вопрос организации хранения данных. Для правильного размещения данных в СУБД существует ряд методологий, позволяющих разработать оптимальную структуру базы данных. Наиболее распространенный подход, предполагает разбиение всего процесса проектирования на несколько более простых этапов. Например, выделение и анализ предметной области, а также этапы инфологического и даталогического проектирования. Последовательное прохождение данных этапов проектирования позволяет в конечном итоге получить хорошо организованную и документированную базу данных. При этом специальными диаграммами будут описаны наиболее важные модели данных. С точки зрения разработки самих моделей данных подход, при разработке моделей информационной системы мониторинга, во многом является общим по сравнению с моделями данных иных информационных систем.

Инфологическое проектирование информационной системы

Данный этап предполагает детальный анализ предметной области и построение ее инфологической модели.

Под инфологической моделью в данном случае понимается наиболее полное описание предметной области с использованием специально применимых для этого и методов и средств. Данный этап позволяет выделить исходную информацию о предметной области, на основе которой будет производиться разработка последующих моделей данных.

Одним из наиболее распространенных стандартов, описывающих методологию проектирования инфологических моделей, является стандарт *IDEFIX* [3]. Согласно данному стандарту, проектирование инфологической модели осуществляется поэтапно путем последовательной разработки следующих логических моделей данных:

- ◆ уровня сущностей;
- ◆ уровня ключей;
- ◆ полноатрибутивная модель.

Модель уровня сущностей является начальной. Она разрабатывается далее широко используется непосредственно разработчиками информационной системы. Данная модель описывает все сущности и связи между ними. Данная модель имеет, как правило, имеет собственное графическое представление, называемое ER-диаграммой.

Модель уровня ключей представляет собой более подробное описание данных. В отличие от модели уровня сущностей, данная модель помимо описания

всех сущностей и из связей содержит описание соответствующих им первичных и внешних ключей. Модель не предполагает наличие неопределенных связей, поэтому на данном этапе необходимо обязательно произвести преобразование таких неопределенных связей в определенные. Модель может быть представлена в графическом виде *KB*-диаграммы, которая была специально разработана для её наглядного представления.

Полноатрибутная модель строится на основе модели уровня ключей и, в случае правильного построения предыдущих моделей, представляет собой наиболее полное описание предметной области. Полноатрибутная модель описывает все сущности, все связи и атрибуты, которые были найдены и выделены при анализе и исследовании предметной области. В целом, процесс инфологического проектирования завершается построением полноатрибутной модели. Сама же полноатрибутная модель в дальнейшем используется для построения даталогической модели базы данных. Как и для предыдущих моделей данных, существует особый тип диаграмм, описывающий полноатрибутные модели — *FA*-диаграмма.

Каждая из приведенных выше трех моделей строится на определенном этапе инфологического проектирования. Стандартом *IDEFIX* определены следующие основные этапы инфологического проектирования:

- ◆ инициирование проекта;
- ◆ определение сущностей;
- ◆ построение модели уровня сущностей;
- ◆ построение модели уровня ключей;
- ◆ построение полноатрибутной модели.

Инициирование проекта

Инициирование проекта является подготовительным этапом, на котором ставится задача проектирования и производится детальное описание предметной области.

Предметная область — это часть реального мира, представляющая интерес для конкретного исследования. Информация, которая необходима для описания предметной области, зависит от самой предметной области, а также от задачи, поставленной в начале проектирования системы. Эта информация может включать сведения о предметах, событиях, понятиях и их характеристиках (в данном случае, сведения о телекоммуникационных устройствах, их адресах, параметрах, измеряемых значениях, и т.д.).

От того, насколько корректно будет описана предметная область, зависит качество будущей модели.

На этапе инициирования проекта необходимо решить следующие основные вопросы: определить предметную область, уточнить ее границы, определить предварительный перечень информационных единиц, которые будут включены в информационную модель.

Как следует из вышесказанного, предметную область информационной системы мониторинга телекоммуникационной сети можно характеризовать следующим образом:

- ◆ основу телекоммуникационной сети составляет узловое телекоммуникационное оборудование, с которого необходимо периодически получать информацию о его состоянии;
- ◆ каждое телекоммуникационное устройство имеет один или более параметров доступных для контроля;
- ◆ телекоммуникационные устройства имеют различные ip-адреса для доступа к ним;
- ◆ названия параметров для разных устройств могут совпадать;
- ◆ каждый параметр характеризуется уникальным идентификатором *OID* (*Object Identifier*);
- ◆ каждый параметр имеет минимальные и максимальные критические значения. Данные значения могут быть различны для одинаковых параметров разных устройств;
- ◆ для каждого полученного значения необходимо фиксировать дату и время его измерения, так как множество значений данного типа в последующем должно быть использовано для анализа.

Сформулированные требования определяют исходные данные для всех остальных этапов проектирования системы.

Определение множеств сущностей

Кандидаты, в сущности, определяются на основе анализа и исследования предметной области.

Для информационной системы мониторинга телекоммуникационной сети, в качестве примера, можно выделить следующие кандидаты в множества сущностей:

- ◆ устройство;
- ◆ параметр;
- ◆ значение.

В данном случае, под устройством понимается какое-либо телекоммуникационное устройство, с которого предполагается производить сбор информации. Под параметром понимается множество параметров, которые доступны для измерения на телекоммуникационных устройствах. Значение, это сущность экземпляры, кото-

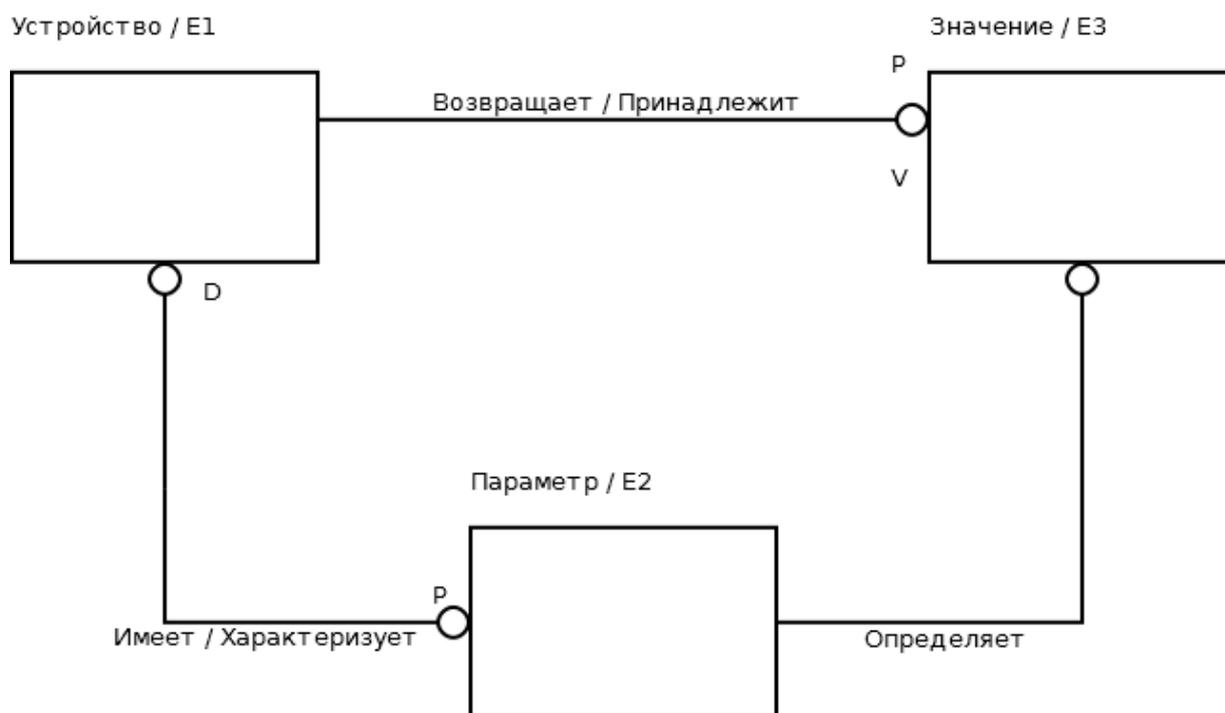


Рис. 1. Концептуальная схема уровня сущностей

рой предполагается создавать по мере получения новых значений измеренных параметров.

В процессе включения сущности в пул ей обязательно присваивается номер и имя. При этом оба значения должны быть уникальными.

Следует отметить, что в ходе выполнения последующих этапов сущности могут быть как добавлены к модели, так и исключены из неё.

Построение модели уровня сущностей

Модель уровня сущностей состоит из нескольких обязательных компонентов. Матрицы связей, описания всех связей между сущностями и пула сущностей, полученного на предыдущем этапе.

Как правило, данная модель может иметь графическое описание в виде диаграммы ER-типа.

Также, на данном этапе происходит выявление всех возможных бинарных связей между всеми выявленными сущностями. На основе результатов выявления бинарных связей строится матрица связей.

Устанавливаются связи между всеми множествами сущностей.

Каждой установленной связи обязательно присваивается номер и имя. При этом, как и в случае выявления сущностей на этапе определения множеств сущностей оба значения должны быть уникальными.

Результат определения типов связей отражается в виде таблицы.

В завершение этого этапа на основе пула сущностей и таблицы описания связей строится ER-диаграмма. В диаграмме отражаются все типы бинарных связей.

Концептуальная схема уровня сущностей для информационной системы мониторинга телекоммуникационной сети, построенная в соответствии с определенными множествами сущностей и связями между ними, приведена на рисунке 1.

Построение модели уровня ключей

Модель уровня ключей включает в себя пул сущностей, описание связей, описание доменов, а также описание атрибутов.

На этапе построения данной модели выполняются следующие действия:

- ◆ между найденными сущностями реализуются все связи;
- ◆ определяются все ключи для каждой сущности.

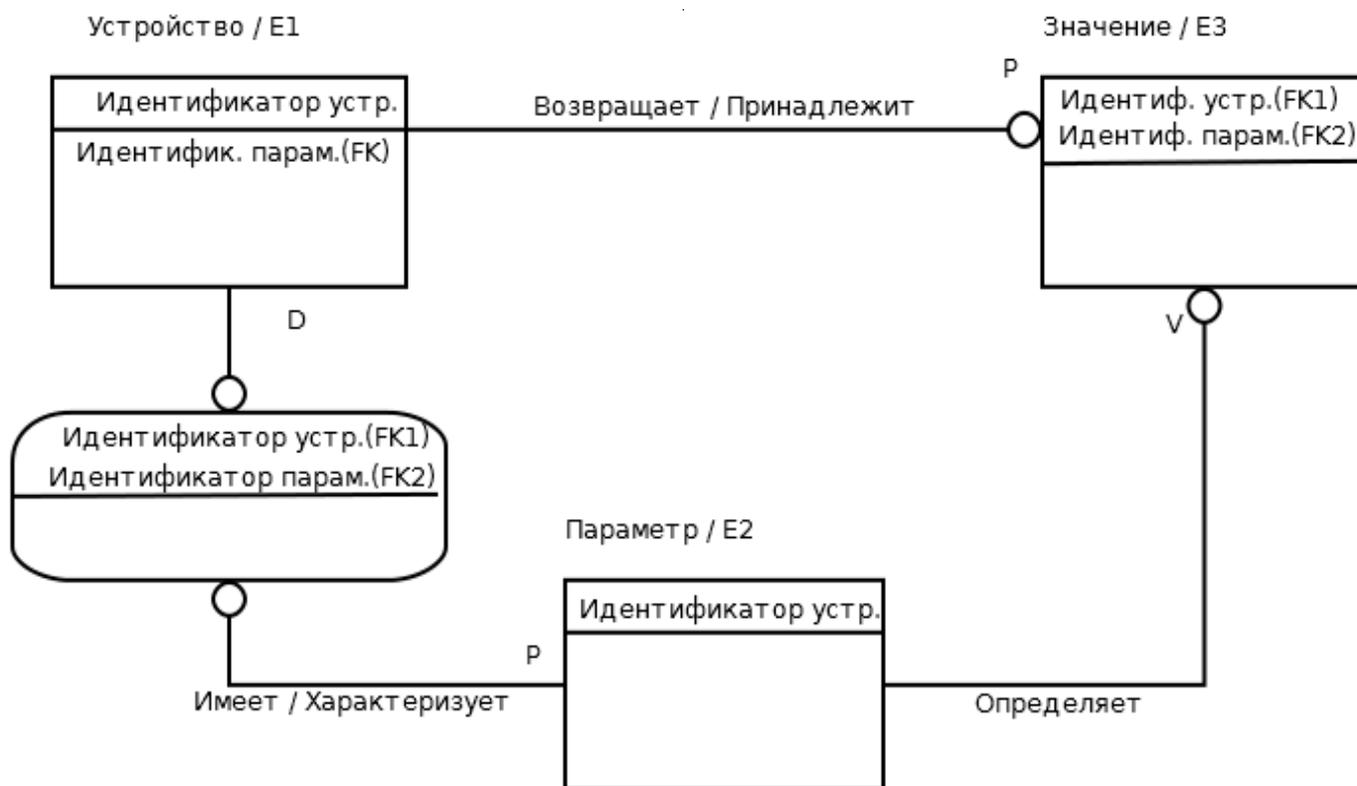


Рис. 2. Концептуальная схема уровня ключей

Прежде всего, выполняем разрешение неопределенных связей типа «многие ко многим».

Для преобразования неопределённых связей создаётся новая сущность являющаяся дочерней по отношению к связываемым. Также, создается связь новой сущности с каждой из родительских. Каждой новой сущности и новой связи присваиваются уникальные имя и номер. Первичные ключи обеих родительских сущностей перемещаются в область первичного ключа новой сущности.

Связи между множествами сущностей представляются с помощью внешних ключей. Таким образом, определяются все ключи. Для каждого атрибута определяется домен.

По результатам определения первичных ключей строится концептуальная схема уровня ключей (рис. 2).

Построение полноатрибутной модели

На этапе построение полноатрибутной модели определяются все необходимые атрибуты и домены, на которых эти атрибуты определены [1]. Также, на данном этапе решаются вопросы нормализации данных, т.е. в конце данного этапа должна быть получена модель

данных, в которой каждая структура данных хранится только в одном месте.

Построением полноатрибутной модели заканчивается этап инфологического проектирования.

Даталогическое проектирование информационной системы

Целью данного этапа проектирования является разработка логической структуры базы данных. Спроектировать логическую структуру базы данных в этом случае означает определить все информационные единицы базы данных и связи между ними, задать имена, типы и другие обязательные характеристики. При этом логическая структура базы данных, а также сама заполняемая данными база данных являются наиболее полным отображением реальной предметной области.

Таким образом, исходными данными для разработки даталогической модели являются:

- ◆ инфологическая модель;
- ◆ система управления базами данных.
- ◆ Даталогическая модель включает в себя:
- ◆ набор элементов и схем для представления данных;
- ◆ ограничения целостности;

- ♦ описание правил работы с данными.

В реляционных СУБД основной структурой данных является таблица. В связи с этим все отношения в таких базах представляются таблицами исходя из принципа одно отношение — одна таблица. При этом каждое отношение может состоять как из одного, так и из нескольких атрибутов [2].

Таблицы с описанием доменов и атрибутов, полученные на этапе инфологического проектирования служат базой для получения спецификации внутренней схемы.

На этом шаге обязательно учитывать:

- ♦ порядок построения имен отношений в СУБД;
- ♦ порядок построения имен атрибутов в СУБД;
- ♦ типы данных, поддерживаемые СУБД.

Результат преобразования концептуальной схемы базы данных во внутреннюю должен быть оформлен в виде совокупности таблиц. Заголовком каждой таблицы являются имя и номер множества сущностей, использованные в инфологической модели, и соответствующее им имя таблицы. Имя таблицы должно формироваться в соответствии с правилами построения имен отношений в используемой СУБД.

Если разработка базы данных выполняется для реляционных СУБД, использующих в качестве языка орга-

низации доступа *SQL*, для каждой таблицы кодируется соответствующее предложение *SQL*.

Построением кода базы данных на языке *SQL* завершается этап даталогического проектирования.

Код на языке *SQL* далее может быть легко загружен СУБД, либо включен в состав инсталляционного пакета для автоматического развертывания на целевых системах.

Заключение

В данной работе рассмотрен процесс разработки модели базы данных для информационной системы мониторинга телекоммуникационной сети. Описаны процессы построения инфологической, даталогической и полноатрибутной модели.

Правильное моделирование предметной области имеет ключевое значение в процессе эксплуатации информационной системы. Неточности, допущенные в процессе разработки, способны существенно замедлить скорость работы системы, сделать невозможным дальнейшую модификацию кода и повысить требования к ресурсам системы, в которой осуществляется работа.

Последовательное прохождение всех приведенных этапов построения моделей данных позволяет в конечном итоге получить базу данных, готовую к работе в составе информационной системы мониторинга телекоммуникационной сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бельченко И. В. Методика повышения производительности небольших информационных систем за счет оптимальной реструктуризации данных на основе многомодального распределения атрибутов / Бельченко И. В., Дьяченко Р. А. // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. 2018. Т. 16. № 2. С. 19–30.
2. Бельченко И. В. К вопросу повышения производительности базы данных за счет оптимальной индексации таблиц / Бельченко И. В., Дьяченко Р. А., Бельченко В. Е. // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2018. № 3. С. 584–586.
3. Ильиных Т. Е. Проектирование реляционных баз данных в нотациях IDEF1X / Ильиных Т. Е., Шустова Л. И. // М.: МИФИ, 2000. — 136 с.

© Борисов Сергей Николаевич (un1ii@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОДБОРА ВАКАНСИЙ НА ОСНОВЕ АССОЦИАТИВНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

RESEARCH METHODS FOR SELECTING VACANCIES BASED ON ASSOCIATIVE DATA ANALYSIS

**A. Varlamov
S. Lozhkin**

Summary. Algorithms for the recommendatory selection of vacancies in accordance with the user's existing skills based on associative analysis satisfy a strictly defined value of supporting informative information features. Unlike the most common search engines today, the recommendation system does not imply a clear request to get the required answer. At the same time, recommendation systems in modern realities are becoming very popular, which is due to a rather noticeable decrease in the time to find the required information. The article discusses algorithms for recommendatory selection of vacancies according to available skills based on associative analysis.

Keywords: associative analysis, vacancy, resume, skill.

Варламов Алексей Дмитриевич

*К.т.н., доцент, Муромский институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Владимирский государственный
университет имени Александра Григорьевича и Николая
Григорьевича Столетовых»
varlamov_aleks@mail.ru*

Ложкин Сергей Сергеевич

*Муромский институт (филиал) ФГБОУ ВО
«Владимирский государственный университет имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича
Столетовых»
jlehu213@ya.ru*

Аннотация. Алгоритмы рекомендательного подбора вакансий в соответствии с имеющимися у пользователя навыками на основе ассоциативного анализа удовлетворяют строго определённому значению поддержки информативных информационных признаков. В отличие от самых распространённых на сегодняшний день поисковых систем, рекомендательная система не предполагает наличия чёткого запроса для получения необходимого ответа. При этом, рекомендательные системы в современных реалиях становятся очень востребованными, что обусловлено довольно заметным уменьшением времени на нахождение требуемой информации. В статье рассмотрены алгоритмы рекомендательного подбора вакансий согласно имеющимся навыкам на основе ассоциативного анализа.

Ключевые слова: ассоциативный анализ, вакансия, резюме, навык.

Введение

Современные информационные технологии — это еще и относительно новые способы для поиска работы, представленные сайтами, которые посвящены не только развитию карьеры, но и подбору вакансий. С этой точки зрения повышенное внимание уделяется такому наиболее важному показателю рекомендательного подбора вакансии в соответствии с имеющимися у пользователя навыками, как оценка точности, с которой предлагаются различные варианты трудоустройства по данным профайла. Безусловно, в некоторых случаях кандидатам могут предлагаться позиции вне рамок указываемых ими опций, но исключительно в тех случаях, когда работодателем указана готовность на выполнение работы с резюме таких пользователей.

В процессе поиска кандидата на вакантные должности работодатели заинтересованы в том, чтобы потенциальные сотрудники не просто имели желание работать

в данной компании, но и обладали необходимыми навыками.

Персонализация вакансий осуществляется таким образом, чтобы получить отклик исключительно от наиболее подходящих претендентов на основе имеющихся навыков. Например, соискателю на узкоотраслевые вакансии необходимо ориентироваться на ожидаемые компетенции специалиста, чек-лист функциональных обязанностей и тестирование на наличие требуемых навыков, что является инструментом, хорошо подходящим для вакансий, где нужны узкоспециализированные знания.

Прежде чем приступить непосредственно к поиску вакансий, будет лучше, составить список мест поиска вакансии:

- ♦ газеты и журналы, в том числе и газета работа для вас, откуда можно почерпнуть информацию обо всех существующих вакансиях;

- ◆ кадровые агентства, агентства по трудоустройству и бирж труда;
- ◆ потенциальные работодатели, у которых возможно появление вакансий.

Рынок труда в IT в целом несколько отличается от любых других рынков.

Также широко применяется аддитивный метод для оптимальной кандидатуры на вакансию. Исходя из этого можно применить аддитивный метод для выбора подходящей работы. Зачастую кандидатом, который собирается сменить свое место работы, учитываются следующие важные критерии:

- ◆ должностной оклад;
- ◆ вид деятельности;
- ◆ привлекательность соцпакета;
- ◆ перспективы карьерного роста;
- ◆ часы работы и график;
- ◆ продолжительность дороги на работу;
- ◆ взаимоотношения в коллективе.

Каждый из этих критериев имеет свой вес. Исходя из этого, вакансия, которая набрала высший балл из всех возможных, является оптимальным вариантом для кандидата.

Каждый из таких подходов обладает собственными преимуществами и недостатками. Например, не охватывает полный спектр возможностей кандидата и ключевые аспекты выбираемой вакансии.

В подобной ситуации в обязательном порядке учитывается и важность рассматриваемых качеств соискателя для работы в конкретной сфере деятельности. При этом, на конкретном этапе оценке подлежат только личностные характеристики, так как нужно предполагать, что ключевые профессиональные качества и наличие специальных навыков уже были учтены предыдущими стадиями отбора.

Как показывает практика, все применяемые в настоящее время алгоритмы рекомендательного подбора вакансий, чаще всего успешно подстраиваются под клиентов по мере их обращения к таким системам, поэтому частота их использования обеспечивает получение лучших результатов.

Именно поэтому сегодня чаще всего в работе применяется ассоциативный анализ, обеспечивающий выявление связей между ключевыми критериями при выборе нового места работы. К примеру, благодаря математической модели принимается решение о выборе самого лучшего кандидата на основе алгоритмов рекомендательного подбора, сравнительного анализа

каждого из соискателей с идеальным профилем работника.

Подходы на основе ассоциативного анализа данных

В каждой вакансии содержится ряд требований, навыки и умений, знание языков и личностных навыков и знаний технологий. В свою очередь каждый претендент на должность также имеет ряд тех же параметров. Можно отметить, что в высокотехнологических отраслях вакансий содержится достаточно большой список требований к кандидату, что затрудняет анализ этих данных.

Ассоциативный анализ возможно применять относительно навыков, требуемых для той или иной вакансии. После этого возможна реализация программы, работающая с вакансиями.

С помощью этих «навыков» можно рекомендовать вакансии соискателю. На основе полного совпадений навыков и умений, вакансий и кандидата. А также подбирать вакансии имеющее наиболее схожие параметры, что позволяет расширить обзор заработной платы, области применений знаний кандидата, вид деятельности в определенной профессиональной области.

Также по «ключевым навыкам» можно рассмотреть рекомендации по профессиональной области. Что позволяет не ограничиваться одной областью развития, знаний и умений кандидата.

Для широкого спектра развития соискателя, как индивида. Система с использованием ассоциативного анализа может дать рекомендации по приобретению новых навыков, способствующего дальнейшему росту кандидата, как финансово, так и по карьерной лестнице.

Применяемые сегодня алгоритмы рекомендательного подбора вакансий в соответствии с имеющимися у пользователя навыками на основе ассоциативного анализа позволяют в настоящее время легко, достаточно быстро самостоятельно подобрать вакансию, которая будет максимально соответствовать опыту и знаниям кандидата, а также его ожиданиям по всем ключевым параметрам, включая оплату труда.

Выводы

При использовании совместного подхода к подбору вакансий используя методы субъективного, объективного и ассоциативного анализа данных можно получить результаты, направленные на повышения уровня знаний кандидата, формирования рекомендации по выбору профессиональной области и вакансии.

Исходя из этого, ассоциативный анализ в настоящее время является актуальным методом анализа полученных данных, в частности, рекомендательного подбора вакансий, навыков и профессиональных областей позволяющей принять более подходящее решения для развития финансовой, карьерной и личностных навыков соискателя.

Заключение

В настоящее время практика применения ассоциативных анализов расширяется, они используются в различных сферах.

В статье рассмотрены основные методы, направленные на подбор вакансий, а также рассмотрено использование ассоциативного анализа для формирования рекомендательного списка по профессиональным областям, вакансиям, знаниям и навыкам.

Ассоциативный анализ в современных методах по подбору вакансий может является надежным и эффективным инструментом по поиску рекомендаций и предложений наиболее подходящих и достойных вакансий для соискателя. А также показывает, что применение ассоциативного анализа данных, для задач по оценки профессиональной направленности, актуально.

ЛИТЕРАТУРА

1. Введение в Data Mining./ Наталия Е. — М.: КомпьютерПресс 2003.
2. Технологии анализа данных: DataMining, VisualMining, TextMining, OLAP / Барсегян А. А. [и др.] — М.: БХВ-Петербург, 2007. — 384 с.
3. Олянич И.А., Серафимович П. Г. Сравнительное исследование алгоритмов проектирования рекомендательных систем на основе анализа крупноформатных данных о потребительских корзинах // Онтология проектирования, 2020, том 8, № 4(30), 628–640.
4. Чубукова И. А. Data Mining / И. А. Чубукова. — М.: Бином, 2008.
5. Agrawal R., Imieliński T., Swami A. Mining association rules between sets of items in large databases // Proceedings of the 2018 ACM SIGMOD international conference on Management of data — SIGMOD2018.
6. Michael Hahsler. Introduction to arules — A computational environment mining association rules and frequent item// Journal of Statistical Software.— 2005.
7. Zaki M. J. Scalable algorithms for association mining // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering.— 2019.— Т. 12, вып. 3.

© Варламов Алексей Дмитриевич (varlamov_aleks@mail.ru), Ложкин Сергей Сергеевич (jlehu213@ya.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Муром

ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ

Дриленко Максим Владимирович

Аспирант, Кубанский государственный
технологический университет
mvdrilenko@gmail.com

Симанков Владимир Сергеевич

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

INTEGRATION OF INFORMATION RESOURCES IN SITUATION CENTERS

**M. Drilenko
V. Simankov**

Summary. Statement of the problem: there are separate approaches to the formation of a single information space between various information resources, often data warehouses are presented in the form of manually generated unique algorithms for converting tables from various sources, which causes the need to increase organizational resources when new significant volumes of unstructured information appear, which leads to economic and operational losses, which is impossible in the conditions of the functioning of an intelligent situational center. The aim of the work is to form a methodology for combining information resources from various sources to solve the problems of an intelligent situational center, which is necessary and important when processing large volumes of unstructured information. Methods used: methods of system analysis, methods of object-oriented analysis and design. Result: a technique for the formation of physical data models from heterogeneous unstructured and semi-structured information is proposed. This technique is compatible with four types of NoSQL DBMSs: Columns, Documents, Graphs, and Key Value. The data models (conceptual, logical and physical) used in the developed process correspond to meta-models: from conceptual to logical, and then from logical to physical. Practical relevance: the presented solution is proposed to be implemented in the form of a hardware and software complex using the presented methodology for integrating information flows of various situational centers. The implementation will provide an adaptive dynamic transformation of incoming data and their further use within the situational center.

Keywords: data integration, intelligent situational centers, data processing, data analysis, situation center consolidation, information flow consolidation, data processing.

Аннотация. Постановка задачи: существуют отдельные подходы к формированию единого информационного пространства между различными информационными ресурсами, зачастую хранилища данных представлены в виде сформированных вручную уникальных алгоритмов преобразования таблиц из различных источников, что вызывает потребность в наращивании организационных ресурсов при появлении новых значительных объемов неструктурированной информации, что приводит к экономическим и операционным потерям, что невозможно в условиях функционирования интеллектуального ситуационного центра. Целью работы является формирование методики объединения информационных ресурсов из различных источников для решения задач интеллектуального ситуационного центра, что необходимо и важно при обработке больших объемов неструктурированной информации. Используемые методы: методы системного анализа, методы объектно-ориентированного анализа и проектирования.

Результат: предложена методика формирования физических моделей данных из разнородной неструктурированной и слабоструктурированной информации. Эта методика совместима с четырьмя типами СУБД NoSQL: колонками, документами, графиками и ключевым значением. Модели данных (концептуальные, логические и физические), используемые в разработанном процессе, соответствуют мета-моделям: от концептуального к логическому, а затем от логического к физическому.

Практическая значимость: представленное решение предлагается реализовать в виде аппаратно-программного комплекса, использующего представленную методику для интеграции информационных потоков различных ситуационных центров. Реализация позволит обеспечивать адаптивное динамическое преобразование поступающих данных и их дальнейшее использование в рамках ситуационного центра.

Ключевые слова: интеграция данных, интеллектуальные ситуационные центры, обработка данных, анализ данных, объединение ситуационных центров, объединение информационных потоков, обработка данных.

Введение

В настоящее время существуют отдельные подходы к формированию единого информационного пространства для доступа из различных информационных ресурсов, которые представлены в виде сформированных вручную уникальных алгоритмов преобразования таблиц из различных источников. Такой подход вызывает потребность в наращивании организационных ресурсов при появлении новых значительных объемов неструктурированной информации, что приводит к экономическим и операционным потерям, что невозможно в условиях функционирования интеллектуально-ситуационного центра.

Таким образом, существует необходимость совершенствования методических положений объединения информационных ресурсов из различных источников для решения различных прикладных задач.

Исследование зарубежной литературы [3,4,5,6] по данной тематике показывает, что научные изыскания направлены на автоматическое приведения данных к единой структуре. Однако, разнообразие имеющихся типов данных не позволяет сформировать единый подход для обработки получаемой информации (Рисунок 1).

Целью данной работы является формирование методики объединения информационных ресурсов из различных источников для решения задач интеллектуального ситуационного центра, что необходимо и важно при обработке больших объемов неструктурированной информации.

Методология

Для достижения поставленной цели в работе требуется осуществить исследование неструктурированных информационных потоков и их структуры, выделить особенности и модели таких данных, изучить возможности преобразования в различные формы представления.

Модель данных — это схема описания структуры данных для конечного потребителя (приложения, базы данных). Модель содержит типы и структуры, совокупность операций, накладываемые на типы ограничения [1].

Структурированные данные имеют определенные ограничения для каждого атрибута, которые усложняют модификацию модели в соответствии с новыми требованиями. Структура таких данных определена с помощью схем данных, автоматическое преобразование затруднительно [2].

Слабоструктурированные данные имеют неполную структуру, имеют исключения, значения скалярных полей зачастую представлены в виде текстовой информации. Дополнительно возникает проблема определения принадлежности данных, требуется дополнительная верификация идентифицированного документа. Неструктурированные данные представлены полностью отсутствующей структурой и ограничениями применимых операций с ними. Автоматическое изменение структуры таких данных не может быть выполнено.

Представление накопленной информации в преломлении к каждому типу данных (структурированных, полуструктурированных, неструктурированных) показано на рисунке 2 [7].

В слабоструктурированных данных атрибуты могут быть сформированы в виде текста, следовательно необходим надежный механизм проверки сопоставления данных конкретному атрибуту. Схема может не в полной мере отвечать обрабатываемой информации [4,8]. Работать с документом, не имея представлений о его структуре затруднительно, возникает задача определения схемы обрабатываемых массивов информации, их распознавания в процессе использования модели для получения новой информации. Дополнительно атрибуты могут не существовать, или не удовлетворять условиям корректности данных, заданным для этих атрибутов. Таким образом, в формируемой модели должны использоваться инструменты обработки исключений, который позволят установить структуру запроса к таким данным, используя заданные критерии.

Для перехода к единому информационному пространству необходимо использовать общую модель данных универсального хранилища [9,14], которая формируется последовательно и состоит из концептуальной, логической и физической модели данных. Переход между моделями осуществляется последовательно.

Концептуальная модель универсального хранилища данных рассматривается как описание основных объектов и связей между ними [10]. Концептуальная модель отражает предметную область, в рамках планируемого универсального хранилища данных [11,12].

Логическая модель расширяет концептуальную путем определения для сущностей их атрибутов, описаний и ограничений, уточняет состав сущностей и взаимосвязи между ними.

Физическая модель данных описывает реализацию объектов логической модели на уровне объектов конкретной базы данных, на ней строится взаимодействие подсистем виртуального уровня и уровня приложений (Рисунок 3).

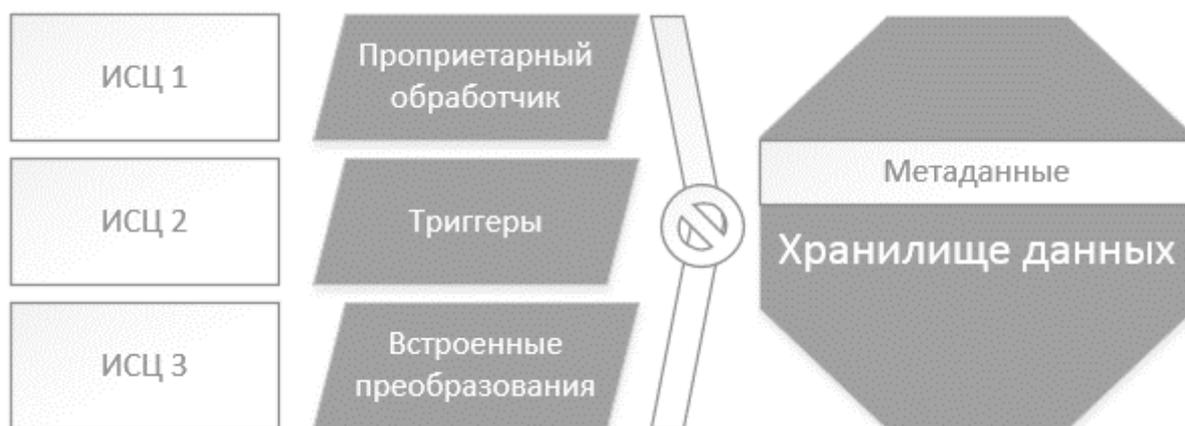


Рис. 1. Представление данных



Рис. 2. Схема данных

Для работы с неструктурированной или слабоструктурированной информацией требуется сформировать информационное пространство [13,14] для определения конечного вида представления данных, который имеет необходимый функционал и является удобным для использования данных.

Поскольку для формирования ассоциаций между объектами и характеристиками необходимо работать с разными источниками данных, в которых один и тот же самый объект может быть представлен под разными названиями, то для сравнения схем источников данных целесообразно использовать пространство данных с каталогом данных и словарем данных для сравнения названий объектов.

Каждый участник пространства данных поддерживает модель данных и соответствующий язык запросов, соответствующий формируемой модели. Запрос к такому программному средству поддерживается в файловых системах относительно директорий: сопоставление имен, поиск в диапазоне дат, сортировка за размером файла и др. На следующем уровне пространства данных модель данных должна поддерживать мультимножество слов с целью осуществления эффективного поиска необходимой информации за ключевыми словами. Ниже уровня модели мультимножество слов в иерархии может располагаться модель слабоструктурированных данных, основанная на обозначенных графах. Поскольку источники данных разнотипные, то необходимо определить платформу и архитектуру хранилища данных.

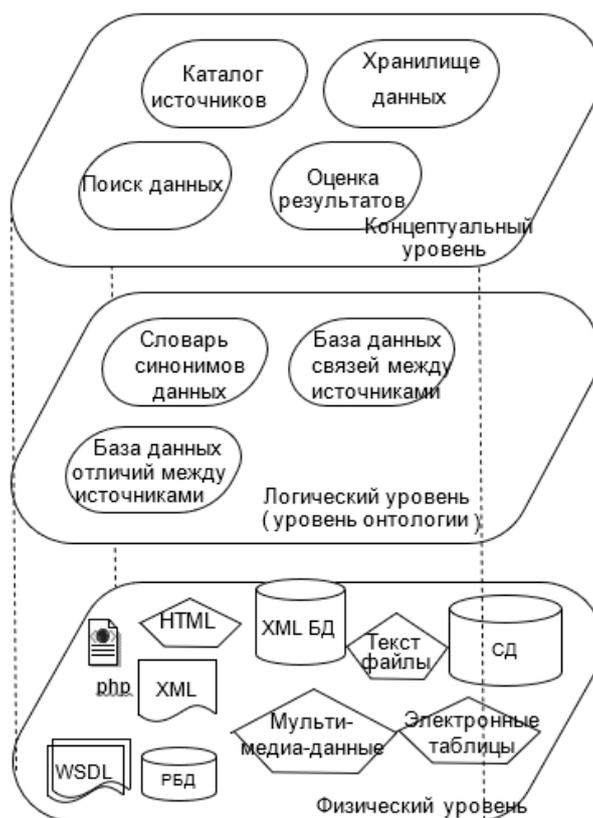


Рис. 3. Уровень реализации физической модели пространства данных

Платформа поддержания хранилища данных — это набор программного обеспечения хранения и поиска данных в информационном пространстве [15].

Архитектура пространства данных спроектирована уровнями (Рисунок 3). Уровень приложений предназначен для реализации операций над данными в пространстве данных. Уровень онтологий используется для установления связи между источниками.

Последний уровень содержит источники данных и обеспечивает доступ к данным и выполнению операций уровня применений непосредственно в источнике (например, операция выборки на уровне реализации выполняется как запрос в конкретной базе данных).

Для обеспечения последовательного перехода от объекта данных (неструктурированных данных) к физической модели необходимо создать алгоритм перехода от объекта к конкретному представлению данных, что можно реализовать в виде модуля, который отвечает за преобразование в физическую модель NoSQL. В соответствии с обоснованием введен логический промежуточный уровень между концептуальным и физическим уровнями. Этот уровень направлен на техническое описание структуры данных без указания характеристик, характерных для

каждой СУБД. Другими словами, модуль Object-to-NoSQL работает в два последовательных шага: концептуальный > логический, а затем логический > физический. Переход от одной модели к другой осуществляется с использованием преобразований типа M2M, формализованных в QVT.

Элемент модуля Object-to-NoSQL представляет собой диаграмму классов. Пользователь предоставляет входную группу данных, конкретизируя концептуальную мета-модель PIM. Данная мета-модель показывает основные элементы, составляющие модель данных, а также их структурные характеристики.

Окончательный результат, возвращаемый модулем Object-to-NoSQL, представляет собой физическую модель NoSQL (колонки, документы, графики или значение ключа), которая включает в себя:

- ◆ Модель данных, содержащая необходимые элементы для реализации базы данных NoSQL;
- ◆ Набор руководящих принципов, определяющих условия использования атрибутов и реализации отношений в соответствии с приемами, присущими выбранной СУБД NoSQL.

Очевидно, что для заданного вывода (физической модели NoSQL) необходимо сохранить его параметры,

т.е. его мета-модель и правила преобразования, которые позволяют его генерировать. Для иллюстрации работы выбрано производство физических моделей с очень четкими характеристиками, используя СУБД Cassandra, SSDB, Neo4j и Redis. Если пользователь хочет использовать другую СУБД, модуль необходимо дополнить новыми параметрами, специфичными для этой системы.

Модуль Object-to-NoSQL состоит из двух преобразований: Object-to-GenericModel и GenericModel-to-PhysicalModel. На первом этапе входная DCL трансформируется в общую NoSQL модель, соответствующую логической PIM-модели. На втором этапе в качестве входной информации принимается общая модель и генерируются необходимые элементы для реализации БД, а также набор руководящих принципов поддержки, специфичных для выбранной СУБД NoSQL. Эти два преобразования выполняются набором правил M2M, формализованных в QVT, таким образом два преобразования бесшовно связаны между собой.

Стоит обратить внимание, что модуль преобразования DCL способен преобразовывать DCL в физическую модель [13] для одной из платформ реализации NoSQL: столбцов, документов, графиков и ключевых значений. Как уже упоминалось выше, в этой работе наш рассмотрены СУБД NoSQL каждого типа: Cassandra для колонок, SSDB для документов, Neo4j для графиков и Redis для ключей/значений. В данной работе рассмотрено, что решение совместимо и с другими СУБД NoSQL, такими как HBase (ориентированная на столбцы) и CouchDB (ориентированная на документы).

Рассмотрим этапы реализации модуля преобразования Object-to-NoSQL. Эта реализация требует предварительного определения набора мета-моделей и правил преобразования M2M-типа.

Сначала необходимо создать мета-модели ECORE. Это мета-модели концептуального MIP, логического MIP для Cassandra, SSDB, Neo4j и Redis. Эти мета-модели описывают, соответственно, структуру UML MCI, общую NoSQL модель и физические модели Cassandra, SSDB, Neo4j и Redis.

Используем язык QVT для реализации правил преобразования, обеспечивающих два прохода: концептуальный к логическому и логический к физическому. Предложим следующие шаги:

После формализации концепций, присутствующих в исходной модели (UML Class Diagram) и в целевой модели (Generic NoSQL model) преобразования UML-to-GenericModel, здесь представлен автоматический пе-

реход от концептуального PIM к логическому PIM. Этот переход выполняется цепочкой преобразований:

Шаг 1: Каждая диаграмма класса DCL преобразуется в базу данных, где $BD.N = DCL.N$.

Шаг 2: Каждый класс $c \in C$ преобразуется в таблицу $t \in T$, где $t.N = c.N$;

Каждый атрибут класса $a^c \in c.A^c$ преобразуется в табличный атрибут a^t , где $a^t.N = a^c.N$, $a^t.Ty = a^c.C$, а затем добавляется в список атрибутов его преобразованного контейнера t , который $a^t \in t.A^t$;

Идентификатор объекта c трансформируется в идентификатор строки t , где $Id^t.N = Id^c.N$ и $Id^t.Ty = Rid$, затем добавляется в список t атрибутов типа $Id^t \in t.A^t$.

Шаг 3: Каждая связь $l \in L$ степени 2, связывающая два класса c_1 и c_2 , трансформируется в связь $r \in R$, связывающую таблицы t_1 и t_2 , соответствующие классам c_1 и c_2 , где $r.N = l.N$, $r.Cp^r = \{(t_1, c_1^{c_1}), (t_2, c_2^{c_2})\}$.

Шаг 4: Каждое соединение $l \in L$ степени n (при $n > 2$) приводит к (1) появлению новой таблицы t^l с собственным идентификационным атрибутом Id^{t^l} , где $t^l.N = l.N$, $t^l.A = \{Id^{t^l}\}$ и (2) набор из n двоичных связей $\{r_1, \dots, r_n\}$, $\forall i \in [1..n]$ r_i связи t^l в другую таблицу t^i , соответствующую родственному классу c_i , где $r_i.N = (t^l.N)_{(t^i.N)}$ и $r_i.Cp^r = \{(t^l, null), (t^i, null)\}$.

Шаг 5: Каждый класс c_{asso} ассоциаций между n классами $\{c_1, \dots, c_n\}$ ($c_n \geq 2$) трансформируется как звено степени строго выше 2 в (1) новую таблицу t^{asso} , где $t^{asso}.N = l.N$, $t^{asso}.A = c_{asso}.A^{asso}$ и (2) набор n двоичных отношений $\{r_1, \dots, r_n\}$, $\forall i \in [1..n]$ r_i связывает t^{asso} с другой таблицей t_i , соответствующей родственному классу c_i , где $r_i.N = (t^{asso}.N)_{(t_i.N)}$ и $r_i.Cp^r = \{(t^{asso}, null), (t_i, null)\}$.

Окончательный результат состоит из модели данных, содержащей элементы, необходимые для реализации БД, и набора руководящих принципов, специфичных для СУБД SSDB.

Преобразование объекта к общей модели (1) является первым шагом в процессе Object-to-NoSQL. Она транслирует диаграмму входного класса UML в общую модель NoSQL (2); эта модель соответствует логической PIM-модели. Преобразование общей модели в физическую (3) является вторым этапом, который генерирует физические модели NoSQL (PSM) (4) и набор ограниченный (5) из общей модели.

Результаты

В результате исследования существующих методов объединения различных источников информации вы-

явлена проблема отсутствия принципиальных подходов к интеграции данных в единое информационное пространство. На основе рассмотрения действующих моделей преобразования информации построен подход к интеграции информации в виде модели «объект-характеристика», которая дает возможность обрабатывать данные разных форматов.

Решена задача определения модели ассоциации объектов и характеристик основных представлений данных. Построена новая информационная структура интеллектуального ситуационного центра.

Разработаны инструменты многоуровневого преобразования информации, которые состоят из цепочки преобразований с использованием общей модели, расположенной на промежуточном уровне между

DCL (концептуальным уровнем) и моделью реализации информации в базы данных (физическим уровнем).

Предложена методика формирования физических моделей информации из разнородной неструктурированной и слабоструктурированной информации. Эта методика совместима с четырьмя типами СУБД NoSQL: колонками, документами, графиками и ключевым значением.

Модели данных (концептуальные, логические и физические), используемые в разработанном процессе, соответствуют мета-моделям, которые предложены для выполнения целей рассмотренных этапов: от концептуального к логическому, а затем от логического к физическому.

ЛИТЕРАТУРА

1. Симанков В.С., Дриленко М. В. Методические основы выбора платформ представления информации в интеллектуальном ситуационном центре // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. — 2020. — № 8., г. Москва;
2. Симанков В.С., Дриленко М. В. Методические основы преобразования информационных потоков от концептуальной к физической модели данных в интеллектуальном ситуационном центре // Перспективы науки. — 2020. — № 7, г. Тамбов;
3. Len Silverston — The Data Model Resource Book, Vol. 1: A Library of Universal Data Models for All Enterprises. — Принстон, США: Wiley Publishing, 2019;
4. David C. Hay — Enterprise Model Patterns: Describing the World (UML Version). — Энн-Арбор, США: Technics Publications, LLC, 2019;
5. Michael Blaha — Patterns of Data Modeling (Emerging Directions in Database Systems and Applications). — Вашингтон, США: CRC Press, 2019;
6. Martin Fowler — Analysis Patterns: Reusable Object Models. — Энн-Арбор, США: CRC Press, 2019.
7. Левин Н. А. Алгебра многомерных матриц как универсальное средство моделирования данных и ее реализация в современных СУБД [Текст] / Левин Н. А., Мунерман В. И., Сергеев В. П. // Системы и средства информатики. — Москва: Наука, 2014. — Вып. 14. — С. 86–99.
8. Magoulas Roger Big data: Technologies and techniques for large scale data [Electronic Resours] / Roger Magoulas, and Lorica Ben. — Access mode: http://assets.en.oreilly.com/1/event/54/mdw_online_bigdata_radar_pdf.pdf.
9. Kossmann D. Personal Data Spaces [Electronic Resours] / D. Kossmann, J. P. Dittrich. — Access mode: http://www.inf.ethz.ch/news/focus/res_focus/feb_2006/index_DE.
10. Hooman J. Equivalent semantic models for a distributed Data Space architecture [Текст] / J. Hooman, J. van de Pol // Formal Methods for Components and Objects. — Berlin; Heidelberg: Springer, 2003. — P. 182201.
11. The Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting Protocol Version 2.0 of 2002–06–14. [Electronic Resours]. — Access mode: <http://www.openarchives.org/OAI/2.0/openarchivesprotocol.htm>.
12. C.U. Kumarasinghe, K.L.D.U. Liyanage, W.A.T. Madushanka and R.A.C.L. Mendis. (2015, September). Performance Comparison of NoSQL Databases in Pseudo Distributed Mode: Cassandra, MONGODB & Redis [Online].
13. B.F. Cooper, A. Silberstein, E. Tam, R. Ramakrishnan, and R. Sears, “Benchmarking cloud serving systems with ycsb”. In Proceedings of the 1st ACM symposium on Cloud computing (New York, NY, USA, 2010), SoCC '10, ACM, pp.143–154.
14. Chinonso, Okereke, Osemwegie Omoruyi, Kennedy Okokpujie, and Samuel John. “Development of an Encrypting System for an Image Viewer based on Hill Cipher Algorithm”, Covenant Journal of Engineering Technology 1, no. 2 (2017).
15. Инмон Б. Производительность систем хранилищ данных [Текст] / Инмон Б. // Performance In The Data Warehouse Environment. — 2016. — № 4. — С. 41–48.

© Дриленко Максим Владимирович (mvdrilenko@gmail.com), Симанков Владимир Сергеевич (vs@simankov.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ФОНЕТИЧЕСКОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЗАИМСТВОВАННЫХ СЛОВ ДЛЯ СИНТЕЗАТОРА РЕЧИ НА ЯКУТСКОМ ЯЗЫКЕ

Леонтьев Ньургун Анатольевич

К.т.н., доцент, Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова (г. Якутск)
leonza@mail.ru

PHONETIC CONVERSION OF BORROWED WORDS FOR A SPEECH SYNTHESIZER IN THE YAKUT LANGUAGE

N. Leontiev

Summary. This article describes the problem of pronunciation of borrowed words in a speech synthesizer in the Yakut language. The official spelling of the borrowed words is given, the national corpus of the Yakut language is analyzed. A variant of the pronunciation of borrowed words by replacing syllables with adapted versions is proposed.

Keywords: speech synthesis, language corpora, speech processing, borrowed words, Yakut language.

Аннотация. В данной статье описывается проблема произношения заимствованных слов в синтезаторе речи на якутском языке. Приводятся официальное правописание заимствованных слов, анализируется национальный корпус якутского языка. Предлагается вариант произношения заимствованных слов с помощью замены слогов на адаптированные варианты.

Ключевые слова: синтез речи, языковой корпус, обработка речи, заимствованные слова, якутский язык.

Введение

Современный язык не является жесткой конструкцией, он меняется во соответствии с временем, в него входят новые понятия, новые сущности, а также происходит заимствование слов, чаще всего из языков имеющих сильное влияние на жизнь и культуру народа. Произношение словозаимствования изменяется под влиянием согласно фонетическим правилам и привычкам родного языка. Фонетические привычки языка ведут к искажению исходного слова, что вносит определенный акцент, но не мешает смысловому пониманию слова.

«Вариативность, будучи объективным свойством языковой системы, является одним из самых ярких проявлений непрерывного эволюционного развития языка. Любое иноязычное слово, входя в язык-реципиент, проходит различные этапы адаптации, первичной из которых является фонетическая адаптация. Важным моментом в процессе фонетической адаптации является многообразие форм передачи фонетического состава иноязычных слов в новом языке в период их вхождения — наличие фоновариантов.

Важным моментом в процессе фонетической адаптации является многообразие форм передачи фонетического состава иноязычных слов в новом языке в период их вхождения — наличие фоновариантов. Это значит, что одно и то же слово может иметь не одну звуковую оболочку или акцентную структуру, которая не обладает смысловоразличительным характером и которая образовалась заменой фонем или изменением позиции ударения в слове. При возникновении вариативности необходимым условием фонетической адаптации слова является прежде всего стабилизация его формы, отбор из нескольких вариантов того варианта, который закреплен в литературном употреблении в качестве нормативного.

На вариативность заимствованных слов может влиять такой факт, как применение транслитерации или транскрипции при заимствовании» [1].

«Табасаранский язык имеет более трех тысяч заимствованных слов их русского языка. Анализ персидских заимствований в табасаранском языке позволил ему выявить около 400 иранизмов. Многие арабизмы, усвоенные несколько веков тому назад, и поныне занимают

прочное место в табасаранской лексике, в которой их количество достигает 800 единиц. Из азербайджанского языка заимствовано около 1300 лексических единиц» [2].

“Следует отметить, что со времен проникновения русских слов в якутский язык, всегда идет тенденция к фонетизированию (якутизации) заимствованных слов. Это объясняется различием звуковых систем русского и якутского языков, а также стихийной фонетизацией заимствованных слов в дореволюционное время. Еще в то время в якутском языке было заимствовано устным путем свыше трех тысяч слов и это обстоятельство создало устойчивую традицию” [3].

Многие языки имеют заимствованные слова из русского и других языков, например в казахском [4], бурятском, монгольском, даже в языке аборигенов Папуа-Новая Гвинея.

ЯКУТСКИЙ ЯЗЫК

Согласно Постановлению Правительства Республики Саха (Якутия) «О Правилах орфографии и пунктуации языка саха» от 22 декабря 2015 г. № 501:

«IV. Правописание заимствованных из русского языка слов 1. Правописание основы слов

При правописании заимствованных из русского языка слов установлены следующие правила: 1) Заимствованные русские слова, фонетически и грамматически давно освоенные якутским языком, типа: *остуол, куорат, дьыала, бирикээс, оскуола, сокуон, дьааһыла, ачыкы*, а также слова, получившие широкое употребление в разговорной практике, легко приспособившиеся к фонетическим нормам якутского языка, типа *автобус — оптуобус, журналист — суруналыыс, конкурс — куонкурус, рынок — ырыынак, студент — устудьуон, тема — тизэмэ*, пишутся в фонетизированной форме.

2) Слова, относящиеся к области общественно-политической, научно-технической лексики, не поддающиеся фонетической обработке, такие, как: *гроссмейстер, неолит, полиграфия, фортепьяно*, пишутся в исходной форме. П р и м е ч а н и е. Такие слова в случае широкого распространения в разговорной практике их якутизированного варианта впоследствии могут быть преобразованы в письме в пользу последнего.

Географические названия и имена людей пишутся в русском начертании или фонетизированной форме, например: *Япония — Дьоптуон, Алдан — Аллан, Сибирь — Сибиир, Америка — Эмиэрикэ; Иванов, Пе-*

тров, Сидоров, Мария, Фёкла, Пётр, Тумусов; Уйбаныап, Бөтүрүөп, Сиидэрэп, Маарыйа, Сүөкүлэ, Бүөтүр, Тумууһап.

Заимствованные географические названия и мужские фамилии, выраженные полной формой прилагательного, а также названия городов с конечным -ск при орфографировании пишутся с конечными -ай или -эй, например: *Новай Гвинея, Охотскай муора, Пекарскай, Горькай, Курскай, Минскэй, этиловай испиир, физическэй география*. Примечание. Конечный ударный о не изменяется, например: *Чудской күөл, Чусовской, Донской.*»

Различие в фонетике разных языков начинают резко выявляться при компьютерном синтезе устной речи, на стадии разделения слов на речевые фрагменты. В случае применения не адаптированного варианта возникает проблема произношения фонетически не характерных слогов в якутском языке.

В якутском языке отсутствуют такие звуки как: ц, е, ш, щ, з, ф, в, ж, ю, я. Такие отсутствуют комбинации гласных звуков: **нрав, страх** и т.д. Структура слога якутского языка является следующей: VV, CVC, CVVC, VC, VVC, CVV, CV, VVC, VC и редкое сочетание CVV+рт. C-consonant (согласный звук), V-vowel (гласный звук).

Авторами создан компьютерный синтезатор речи на основе полуслоговых фрагментов устной речи якутского языка. При создании базы данных фрагментов был использован газетный корпус якутского языка [5,6].

Имеются слова с уже установившейся грамматикой, а есть только формирующиеся, которые могут иметь несколько вариантов правописания. Для произношения нового не адаптированного слова предлагается применить триграммы якутского языка. Триграммы якутского языка применяются для идентификации текста языка [7], таким образом наиболее часто используемые триграммы соответствуют частотному свойству языка.

Например слова, с установившимся правописанием предлагается преобразовать в соответствии со словарем: *газета — хаһыат, ложка — ньуоска, свинья сибиинньэ, спирт — испиир, испиирт, ярмарка — дьаарбанка, герой — дьоруой, солдат — саллаат, целковый — солкуобай (применяется в понятии «рубль»), самовар — сылабаар, ведро — биэдэрэ.*

Также широко ходят в якутский язык словозаимствования из иностранных языков, в частности английского языка. Широкое распространение сети Интернет создает прямые словозаимствования с английского языка, раньше такие заимствования проходили, например че-

рез русский язык. Примеры слов на иностранном языке: *Internet* — *Интернет* — *Интэрниэт*, *интиэрнэт*, *whatsapp* — *ватсап* — *батсаан*, *youtube* — *ютьюб* — *үтүүб*, *үтүб*, *iphone* — *айфон* — *айнуон*, *SIM* — *симка* — *сшмкэ*, *smart* — *смарт* — *сымаарт*, *сымаар*, *browser* — *браузер* — *быраһуһэр*, *flash* — *флэш* — *пылээс*, *пылээскэ*, *online* — *онлайн* — *онлайын*, *blogger* — *блоггер* — *булуоггэр*.

Создается набор сегментов речи, например: *нрав* — *нырааб*, *страх* — *ыстыраах*, *пиастр* — *пыастыр*, *фрагмент* — *бырагмиэн*. Произношение заимствованного нового слова в синтезаторе происходит с учетом

данного преобразования, в соответствие структуры слова якутского языка.

Заключение

При ограниченной базе языковых фрагментов речевого синтезатора невозможно произвести корректно заимствованное слово согласно языку оригинала, необходимо фонетически преобразовать его для якутского языка. Для этого можно применять триграммы и подбирать соответственно фрагмент речи. Неустановившиеся фонетика слова позволяет в последующем выбрать один из вариантов произношения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Турдуматова Э.Б., «Вариативность фонетической структуры заимствованных слов (на материале англицизмов в русском языке)», Вестник Калмыцкого университета, № 1 (29), 2016, с. 65–70
2. Загиров В.М., Адилов А. Г., Курбанова Р.Г. «Заимствованные служебные слова в табасаранском языке», Филологические науки. Вопросы теории и практики № 1–2 (55), 2016, с. 125–128
3. Васильева Н.М., «Об употреблении заимствованных слов в газете «Саха сирэ» научный альманах № 3(5), 2015, с. 236–238
4. Кусманова К.А. «Употребление заимствованных слов из русского языка в айтысе», Наука и современность № 2–3, 2010, с. 126–131
5. Леонтьев Н.А., Неустроев Н. С. Информационная система «Электронный корпус якутского языка» // Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2018. № 12. С. 94–97.
6. Leontiev N. The newspaper corpus of the yakut language // в сборнике: Proceedings of the international conference “turkic languages processing” Turklang-2015. Tatarstan Academy of Sciences L. N. Gumilyov Eurasian National University Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan Kazan Federal University Institute of Philology and Intercultural Communication. 2015. С. 233–235.
7. Леонтьев Н.А., Слепцов И. А. Идентификация текстового документа с помощью триграмм на материалах якутского языка // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. 2015. № 4 (48). С. 45–50.

© Леонтьев Ньургун Анатольевич (leonza@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ ДЛЯ НОСИМОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR DYNAMIC THERMOREGULATION SYSTEM FOR WEARABLE ELECTRONICS

**R. Manaev
I. Vasiliev**

Summary. The paper discusses the development of software that implements the control of the dynamic thermoregulation system, which provides the function of maintaining the microclimate for wearable electronics. The aim of the work is to develop software for the rapid prototyping of the hardware and software complex of the dynamic thermoregulation system. The developed software package has no analogs with open source code at the time of publication. The elements of the novelty of the presented solution are the growing popularity of wearable electronics in general, as well as the relatively recent definition of a new segment of the wearable electronics market — smart clothes, the first products of this segment presented to the public. The structure of the developed software is described. An overview of the program's graphical interface is given.

Keywords: smart clothes, wearable electronics, software, thermoregulation.

Манаев Руслан Гайратович

ФГБОУ ВО «Уфимский Государственный Авиационный
Технический Университет», г. Уфа
manavrion@gmail.com

Васильев Игорь Сергеевич

ГБПОУ «Уфимский Колледж Радиоэлектроники,
Телекоммуникаций и Безопасности» г. Уфа;
stormcreator@inbox.ru

Аннотация. В статье рассматривается разработка программного обеспечения, реализующая управление системой динамической терморегуляции, обеспечивающей функцию поддержания микроклимата для носимой электроники. Целью работы является разработка программного обеспечения для быстрого прототипирования программно-аппаратного комплекса системы динамической терморегуляции. Разработанный программный комплекс не имеет аналогов с открытым исходным кодом на момент публикации. Элементами новизны представленного решения являются возрастание популярности носимой электроники в целом, а также относительно недавнее определение нового сегмента рынка носимой электроники — умной одежды, первых представленных общественности продуктов этого сегмента. Описана структура разработанного программного обеспечения. Приведен обзор графического интерфейса программы.

Ключевые слова: умная одежда, носимая электроника, программное обеспечение, терморегуляция.

Введение

Повседневная верхняя одежда не обладает необходимой эффективностью в городских условиях, автоматически не адаптируется к среде с динамически меняющейся температурой, что исключает поддержку комфортного для пользователя микроклимата. Макросистема терморегуляции организма [1] очень сложна и имеет множество недостатков, связанных с индивидуальностью телесных характеристик каждого отдельного человека. Комфортная температура окружающей среды — один из важных факторов, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности человека. Человечество достигло определенных успехов в создании стабильной и комфортной температуры внутри жилых помещений. Однако на улице всё по-прежнему зависит от погоды и развитости городских инфраструктур. В множестве городов современная инфраструктура не обеспечивает необходимого человеку комфортного температурного режима. Частый перепад температур является стрессом для организма человека, который способствует ухудшению самочувствия и потере общей

эффективности (во время осуществления человеком активной умственной и физической деятельности), развитию раздраженности и, как следствие, повышению вероятности проявления разного вида агрессии, а также увеличивает риск заболевания гриппом, ОРВИ, а также осложнения текущих заболеваний [2].

Необходимость разработки одежды нового поколения обусловлена, в том числе, возрастающим глобальным спросом на носимую электронику. Умная одежда, как разновидность носимой электроники, занимает не существенную долю рынка (не более 1,3% за 2019 год, что является 4,2 млн. штук, согласно данным IDC [3]), при этом оставаясь одним из наиболее перспективных направлений для развития стартапов.

Комплекс поддержки микроклимата (далее КПМ) — это программно-аппаратный комплекс индивидуально-пользования, с функцией регулировки температуры под верхней одеждой пользователя. В КПМ реализован сбор данных с температурных датчиков, расположенных достаточно близко, чтобы проводить мониторинг

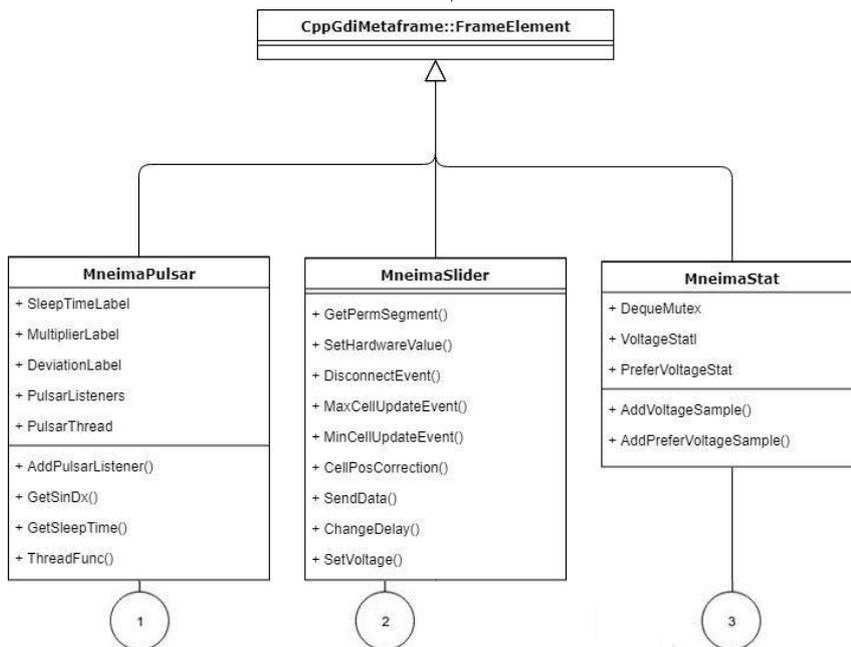


Рис. 1. UML диаграмма классов приложения (1/2).

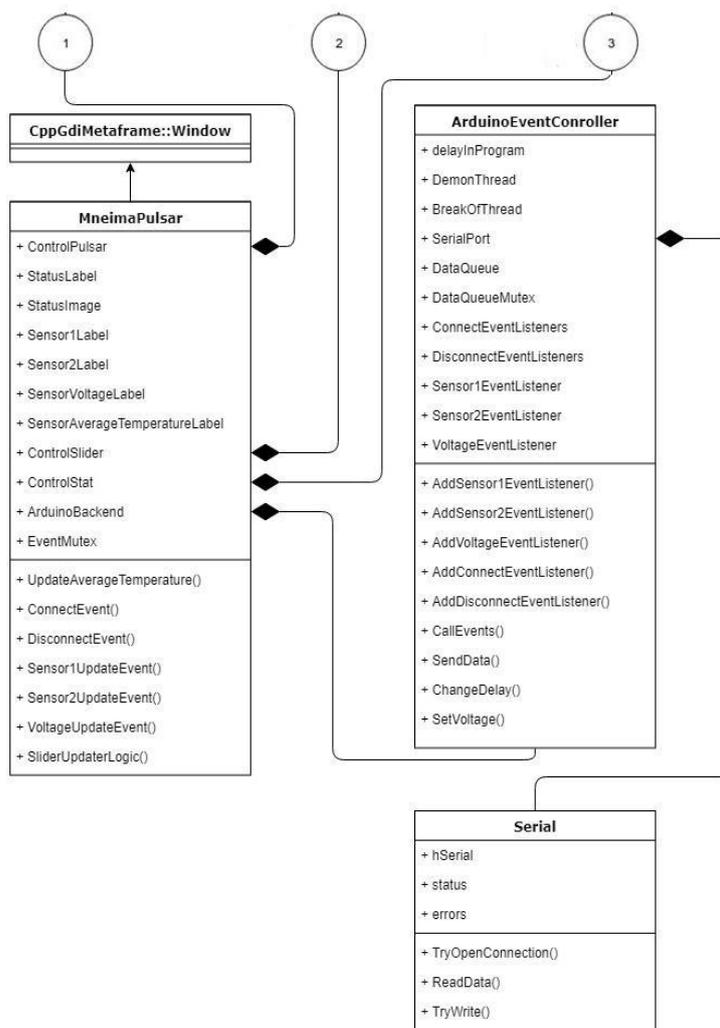


Рис. 2. UML диаграмма классов приложения (2/2).

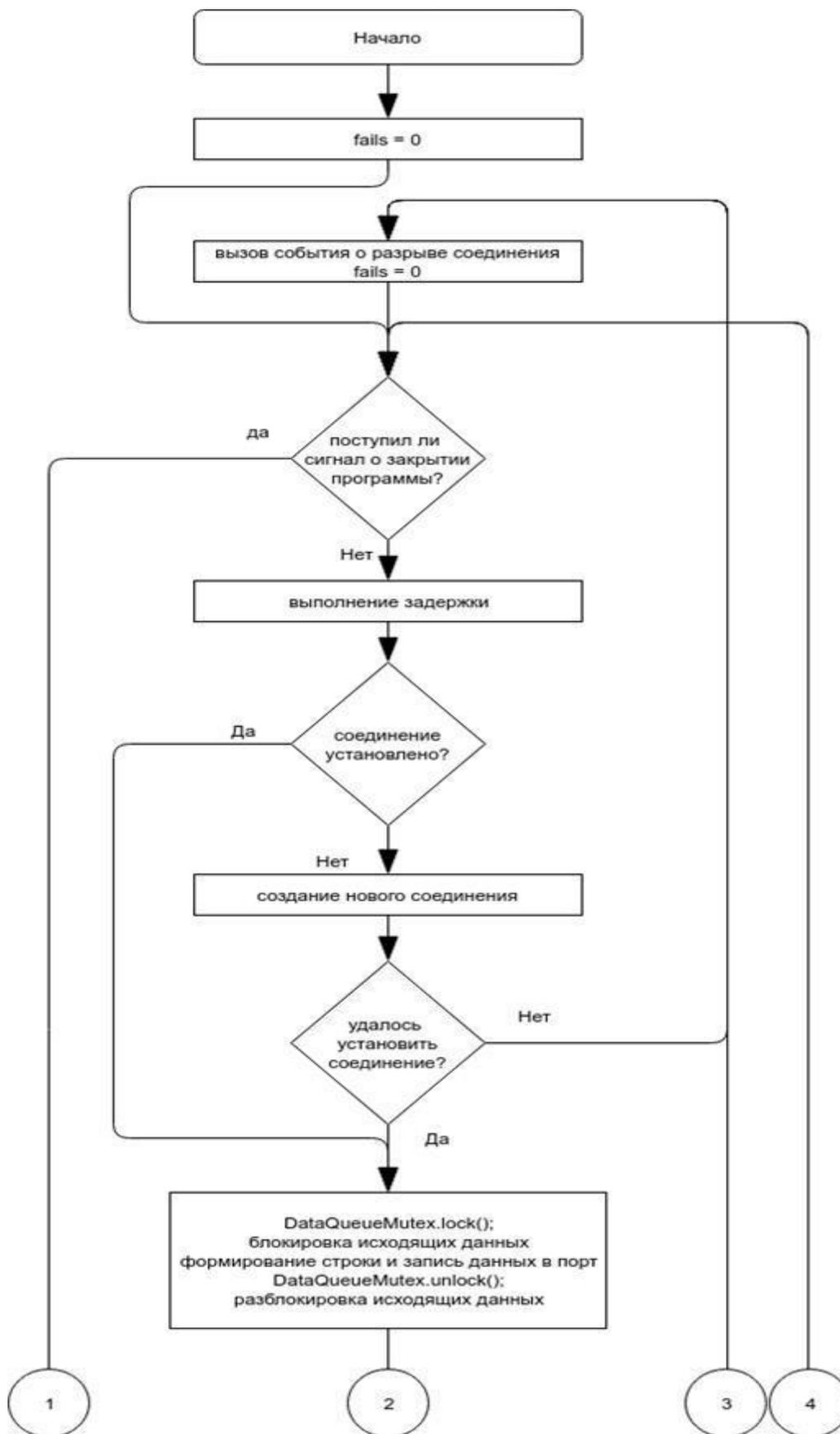


Рис. 3. Блок-схема взаимодействия приложения с микроконтроллером (1/4).

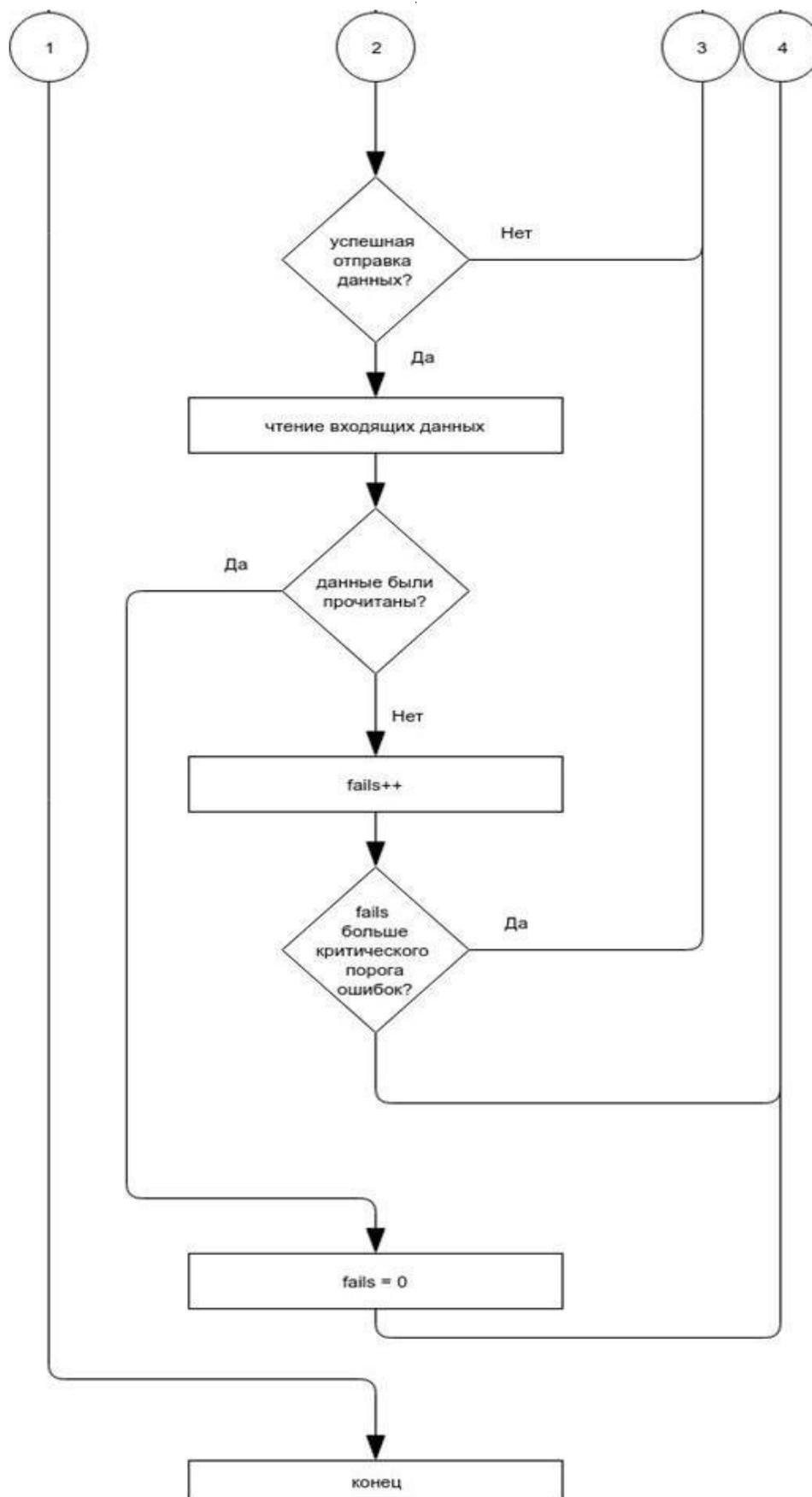


Рис. 4. Блок-схема взаимодействия приложения с микроконтроллером (2/4).

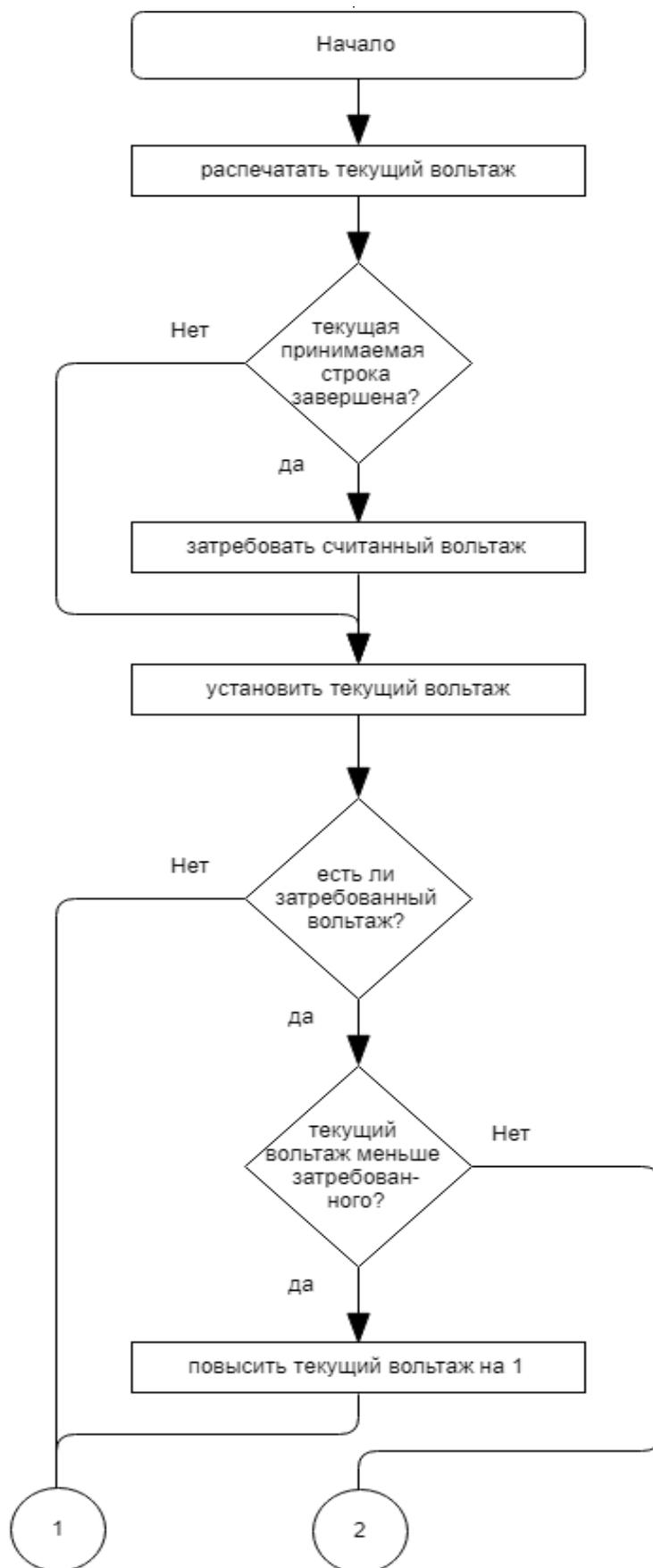


Рис. 5. Блок-схема взаимодействия приложения с микроконтроллером (3/4).

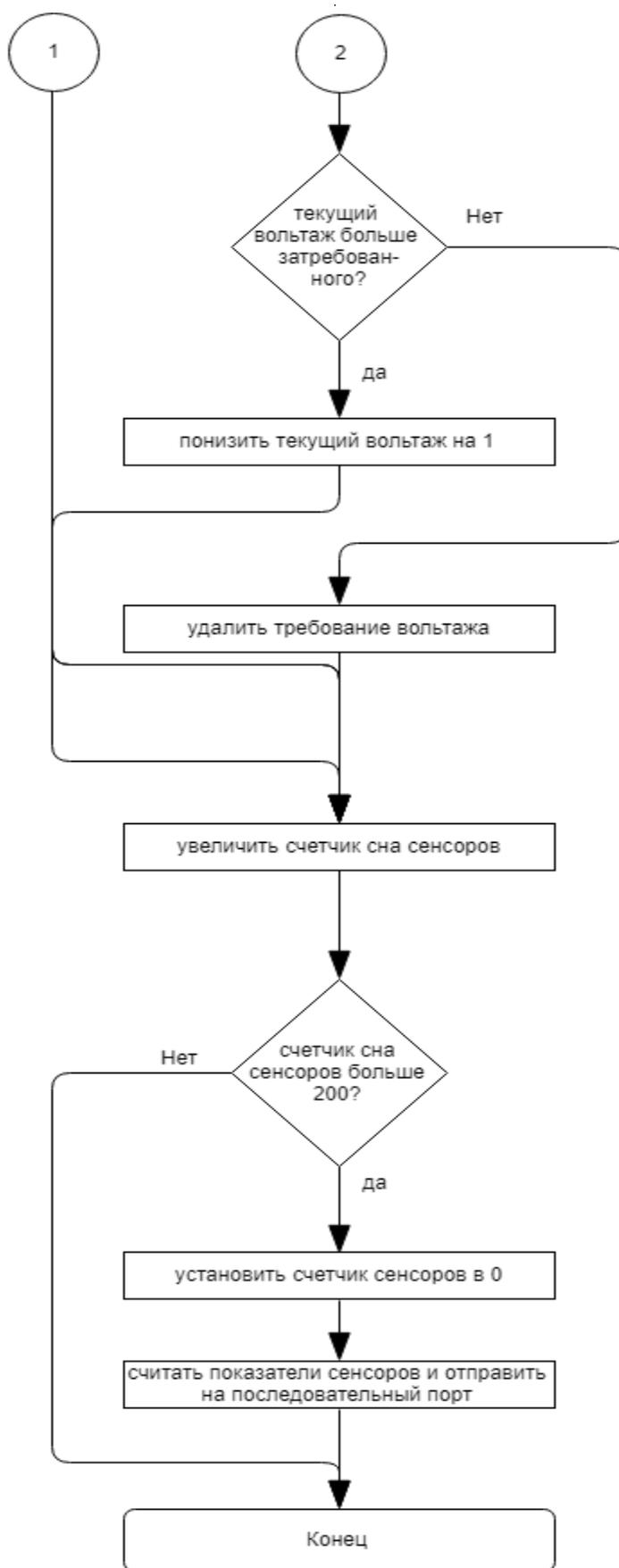


Рис. 6. Блок-схема взаимодействия приложения с микроконтроллером (4/4).

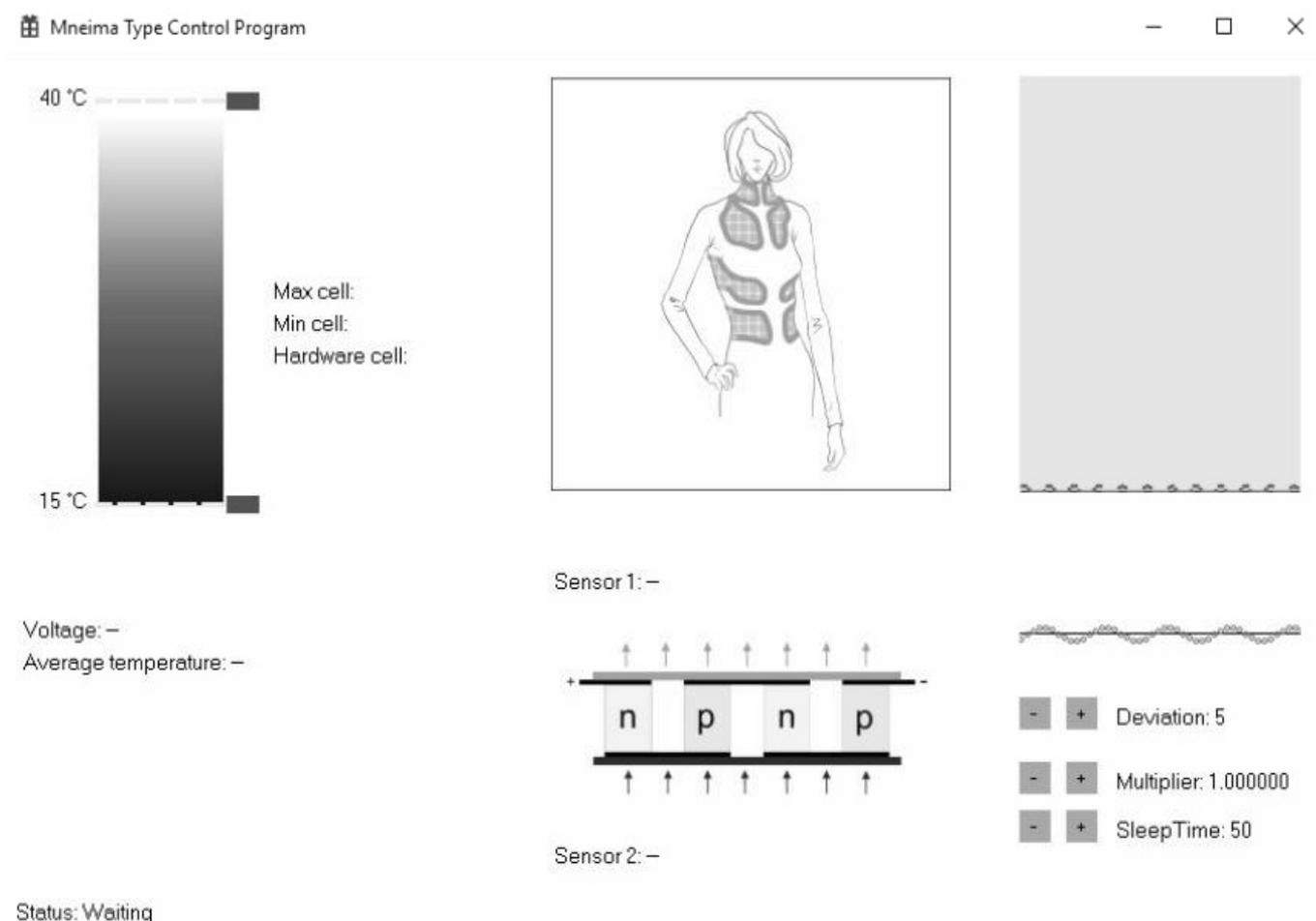


Рис. 7. Графический интерфейс приложения

кожной температуры человека [4]. КПМ — это развивающаяся технология, применимая в различных областях и индустриях для решения широкого круга задач. Наиболее распространенными примерами активного терморегулирования являются предметы гардероба со встроенными нагревательными элементами, вентиляторами, а также системами водяного охлаждения. В системе динамической терморегуляции (далее — СДТ) присутствует ранее не используемый в аналогичных разработках элемент Пельтье [5]. Выбор элемента в качестве основы для СДТ обусловлен его функциональной особенностью осуществлять как нагрев, так и охлаждение без применения вентиляторов и жидкостей.

Описание структуры приложения

На этапе проектирования программного обеспечения была разработана UML диаграмма классов [6], а также блок-схема процесса взаимодействия с микроконтроллером ATmega328 на плате Arduino (далее микроконтроллер). Диаграмма классов (Рис. 1 и 2) отражает устройство основного программного обеспече-

ния (далее приложение), через которое производится управление системой терморегуляции.

Блок-схема на рисунках 3 и 4 отражает алгоритм синхронизации данных между приложением и программным обеспечением, установленным в микроконтроллер.

Обзор графического интерфейса

Графический пользовательский интерфейс приложения показан на рис. 7, разработан с использованием библиотеки «C++GdiMetaframe» [7]. Библиотека «C++GdiMetaframe» позволяет легко создавать окно приложения и GDIPlus контекст для рисования в окне.

Большинство компонентов и классов программы активно используют паттерн объектно-ориентированного программирования, называемый наблюдателем, он включает в себя такие понятия, как «слушатель» и «генератор событий». Слушателем обычно выступает функция объекта, который хочет внедриться в соответствующий генератор событий.

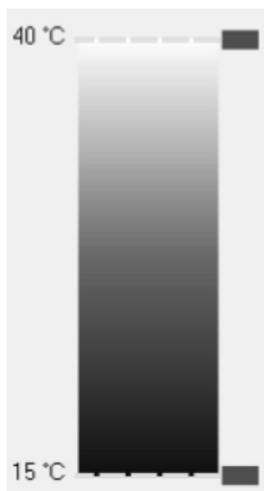


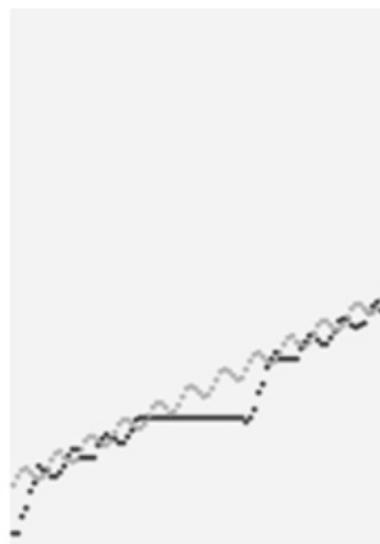
Рис. 8. Слайдер

В программе инициализируется класс `ArduinoBackend`, отвечающий за поддержку связи с микроконтроллером. В `ArduinoBackend` отправляются необходимые слушатели компонентов интерфейса, реализованные в виде методов класса `MneimaWindow`.

Класс `MneimaWindow` содержит компоненты интерфейса для удобного взаимодействия со слушателями событий. Некоторые классы наследуются от `CppGdiMetaframe::FrameElement`, что позволяет им легко участвовать в иерархии графических элементов `CppGdiMetaframe::Window`. Создание каждого компонента состоит из выделения памяти для этого компонента и последующего помещения указателя на данную память в умный указатель (`std::unique_ptr`), который является полем класса `MneimaWindow`. После создания компонента выполняется его конфигурирование с помощью так называемых сеттеров (методов, начинающихся с префикса `Set`). Далее производится помещение указателя на данный элемент в `MneimaWindow` с помощью метода `Add()`.

Компоненты «Статусная строка» (`StatusLabel`) и «Статусная картинка» (`StatusImage`) используются для оповещения пользователя о статусе соединения с микроконтроллером. Статусная строка может принимать состояния ожидания, ошибки соединения и успешного соединения с устройством.

Статусная картинка при успешном соединении принимает цветное изображение, а при разрыве — черно-белое. Данные действия реализованы в методах `MneimaWindow::ConnectEvent()` и `MneimaWindow::DisconnectEvent()`, которые помещаются в качестве слушателей в `ArduinoBackend`. При событии разрыва соединения также сбрасываются показатели всех сенсоров.



- + Deviation: 5

- + Multiplier: 1.000000

- + SleepTime: 50

Рис. 9. Пульсар

Показатели сенсоров также имеют соответствующие слушатели вида `MneimaWindow::Sensor*UpdateEvent()`, которые помещаются также в `ArduinoBackend`. Для того, чтобы не допустить состояния гонки [8] слушателей, в них внедрен мьютекс `EventMutex`, таким образом повышается потокобезопасность, что обеспечивает отказоустойчивость приложения.

Поскольку человек не способен точно определить температуру, так как полагается на собственные органы чувств и различает температуру лишь в относительном диапазоне значений «горячо-холодно», без применения абсолютных значений градации, было принято решение создать уникальный вид графического манипулятора. С помощью слайдера, изображенного на рис. 8, пользователь может устанавливать максимальную и минимальную температуру, смещая манипуляторы вверх-вниз по графической шкале, отображающей температурный градиент. Эффективность применения в данном случае

не зависит от абсолютных значений и обусловлена субъективной оценкой пользователя.

Ввиду отсутствия стандартного графического компонента, необходимого для обеспечения надлежащего управления, был реализован класс `MneimaSlider`.

Часть `back-end` разработана для микроконтроллера, который является компонентом системы динамической терморегуляции. Для программного управления СДТ необходима синхронизация данных в микроконтроллере, и программы, с помощью которой пользователь может контролировать подаваемый на микроконтроллер управляющий сигнал с компьютера. Без осуществления передачи данных между приложением и управляющей программой на микроконтроллере, управление системой динамической терморегуляции невозможно.

Наиболее эффективным в случае использования элемента Пельтье является метод подачи питания на элемент импульсно, без резких переключений (например, при непосредственном использовании ШИМ [9]). Для осуществления этого разработан компонент Пульсар, который показан на рис. 9. Он генерирует соответству-

ющее событие управляющего сигнала, представляющее собой дискретную синусоиду. Контроллеры Пульсара позволяют менять время такта (`sleep time`), размах синусоиды (`Deviation`), ширину синусоиды или время её квантования (`Multiplier`).

Данный компонент также демонстрирует синусоиду на графике.

Событие управляющего сигнала позволяет модифицировать прямой сигнал с помощью синусоиды, что обеспечивает импульсность сигнала и повышает эффективность элемента Пельтье.

В итоге разработка представленного программного обеспечения [10] существенно упрощает процесс прототипирования автоматизированной системы управления комплекса поддержки микроклимата, обеспечивая необходимыми данными о работе элемента Пельтье. Полученные данные ускорят усовершенствование системы динамической терморегуляции, а также её внедрение в большее количество «умной одежды», что способствует увеличению объема данного сегмента носимой электроники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богатов Н.М., Григорьян Л.Р., Лыжко Е.В. Макросистема терморегуляции организма человека // *Современные наукоемкие технологии*, 2008, № 2, с. 110–111.
2. Колосов А.С., Прошин А.В. Зависимость заболеваемости острыми инфекциями дыхательных путей от суровости погоды в зимний период года (на примере города Кирова) // *Международный научно-исследовательский журнал*, 2016, № 1 (43), Часть 3, с. 51–55.
3. Shirer M., Llamas R., Ubrani J. Shipments of Wearable Devices Reach 118.9 Million Units in the Fourth Quarter and 336.5 Million for 2019, According to IDC // *International Data Corporation (IDC)*. 10.03.2020. URL: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS46122120>
4. (дата обращения: 01.11.2020).
5. Богданова Т.М., Бакуткин В.В., Большаков А.А., Бакуткин И.В., Мельников Л.А., Спиринов В.Ф., Наливаева А.В. Мониторинг кожной температуры тела человека и его применение в клинической практике // *Международный журнал экспериментального образования*, 2013, № 10–2, с. 242–245.
6. Макаров Д. Что такое элемент Пельтье, его устройство, принцип работы и практическое применение // *Заметки Электрика*. URL: <https://www.asutpp.ru/cto-takoe-element-pelte-i-ego-primenenie.html> (дата обращения: 01.11.2020).
7. Коптенок Е.В., Трунников М.В., Сухарев Е.А. Применение UML-диаграмм для проектирования программных комплексов // *Молодой ученый*, 2020, № 19 (309), с. 133–135.
8. Манаев Р.Г. `CppGdiMetaframe` // *GitHub*. URL: <https://github.com/manavrion/CppGdiMetaframe> (дата обращения: 25.10.2020).
9. Клещев А.С., Крылов Д.А. Корректность результата вычислений в условиях состояния гонки // *Информатика и системы управления*, 2013, № 3(37), с. 99–109;
10. Гринкевич В.А. Синтез регулятора тока для элемента Пельтье // *Сборник научных трудов НГТУ*, 2018, № 3–4 (93), с. 16–39.
11. Манаев Р.Г. `mneima_type_control_program` // *GitHub*. URL: https://github.com/manavrion/mneima_type_control_program (дата обращения: 01.11.2020).
12. Васильев И.С., Рафиков Д.И. Анализ существующих нагревательных элементов, интегрируемых в верхнюю одежду // *Телекоммуникационное оборудование российского происхождения: проблемы и перспективы. Сборник тезисов докладов Открытой региональной научно-практической конференции*, 2017, с. 34–36.
13. Корнева Е.А., Казакова Т.Б. Современные подходы к анализу влияния стресса на процессы метаболизма в клетках нервной и иммунной систем // *Медицинская иммунология*, 1999, № 1–2.

ИНТЕРАКТИВНЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ С УЧЕТОМ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ

INTERACTIVE METHOD FOR HEAT EXCHANGERS CALCULATING TAKING INTO ACCOUNT PHASE TRANSITIONS

A. Makhanko
A. Makhanko
G. Sokolova
A. Blagov

Summary. The article proposes to expand the interactive method for calculating heat exchangers for cases of the presence of evaporation and condensation of heat carriers in the process of heat exchange. This method allows the most complete modeling of the heat exchangers operation for various designs, taking into account geometric, gas-hydrodynamic and many other factors. This method is based on a mathematical description of heat transfer processes in individual elementary sections of the heat exchanger, into which its geometric model is divided in order to increase the accuracy of the calculation. The main assumption made in the construction of this method is that, within one elementary section of the heat exchanger, the phase states of the mediums participating in heat exchange are invariable. Accordingly, to increase the adequacy of the calculation, this requires an increase in the number of elementary sections, and, consequently, a decrease in their size and an increase in the computation time.

Keywords: heat transfer, calculation, numerical methods, phase transition, evaporation, condensation.

Маханько Анатолий Васильевич

*К.т.н., доцент, Казанский национальный исследовательский технический университет — КАИ
 им. А. Н. Туполева*

Маханько Андрей Анатольевич

*К.т.н., доцент, Казанский национальный исследовательский технический университет — КАИ
 им. А. Н. Туполева
 andmahanko@mail.ru*

Соколова Галина Павловна

*К.п.н., доцент, Казанский национальный исследовательский технический университет — КАИ
 им. А. Н. Туполева
 glnsokolova@mail.ru*

Благов Алексей Евгеньевич

*Старший преподаватель, Казанский национальный исследовательский технический университет — КАИ
 им. А. Н. Туполева
 bae311265@mail.ru*

Аннотация. В статье предлагается расширить интерактивный метод расчета теплообменников для случаев присутствия в процессе теплообмена испарения и конденсации теплоносителей. Такой метод позволяет наиболее полно моделировать работу теплообменных аппаратов различной конструкции с учетом геометрических, газо- гидродинамических и многих других факторов. Основу метода составляет математическое описание процессов теплообмена на отдельных элементарных участках теплообменного аппарата, на которые разделяется его геометрическая модель в целях повышения точности расчета. Основным допущением, сделанным при построении данного метода, является то, что в пределах одного элементарного участка теплообменника фазовые состояния сред, участвующих в теплообмене, неизменно. Соответственно, для повышения адекватности расчета это требует увеличения количества элементарных участков, а, следовательно, уменьшения их размера и увеличения времени счета.

Ключевые слова: теплообмен, расчет, численные методы, фазовый переход, испарение, конденсация.

Введение

В современной теплотехнике большое распространение получили теплообменные аппараты разных видов [8, с. 2831] [2, с. 54]. Особую сложность в расчёте таких аппаратов представляют ситуации, когда теплообмен в них сопровождается не только падением или нарастанием температуры однофазной среды, а кроме этого, происходят ещё и фазовые переходы (испарение, конденсация) [3, с. 207] [4, с. 58].

В работе «Интерактивный метод расчета теплообменных аппаратов» [5, с. 34] уже рассмотрен итеративный метод расчета теплообменников без фазовых переходов. Этот метод позволяет рассчитывать теплообменники, у которых по длине могут изменяться свойства — сечение труб, толщина стенок труб, давление в трубах и прочее. Метод, предложенный в указанной статье, в случае расчета теплообменника с противотоком требует итеративную процедуру, поскольку начальные температуры при расчете задаются на противоположных сечениях

теплообменника. Так как в схеме расчета анализируются процессы на отдельных малых участках теплообменника, то метод может быть расширен на случай, когда на отдельных участках каналов теплообменника может происходить конденсация или испарение среды.

Возможные режимы и данные

Алгоритм расчета при отсутствии фазовых переходов в теплообменнике рассмотрен в работе «Интерактивный метод расчета теплообменных аппаратов» [5, с. 34]. Для расчета теплообменника применим схему, позволяющую рассматривать теплообменники с фазовым переходом в процессе теплообмена и различными свойствами по длине теплообменника.

В процессе расчёта аналогично ранее предложенному методу [5, с. 35] теплообменник разбивается на отдельные участки, в пределах которых сочетания фазовых процессов можно считать неизменными. К возможным сочетаниям фазовых процессов можно отнести такие как: охлаждение обогревающего контура (в жидкой или газообразной фазе) — испарение в обогреваемом контуре, конденсация в обогревающем контуре — однофазный нагрев в обогреваемом контуре (жидкость или газ), конденсация в обогреваемом контуре — испарение в обогреваемом контуре. Для корректного расчёта на каждом таком участке необходимо ввести следующие параметры:

- LL — длина теплообменника (м),
- dcp — средний диаметр внутренней трубы теплообменника (м),
- $F_{то} = 3,14 * d_{cp} * LL$ — площадь поверхности теплообмена (m^2),
- δ — толщина стенки трубы (м),
- λ — теплопроводность материала трубы,
- Q10, Q1k — тепловая мощность на входе и выходе нагревающего теплоносителя (дж/с),
- Q20, Q2k — тепловая мощность на входе и выходе нагреваемого теплоносителя (дж/с),
- T10, T1k — температура на входе и выходе нагревающего теплоносителя (К),
- T20, T2k — температура на входе и выходе нагреваемого теплоносителя (К),
- $dm1/dt$ — массовый расход нагревающего теплоносителя (кг/с)
- $dm2/dt$ — массовый расход нагреваемого теплоносителя (кг/с)
- c1, c2 — удельные теплоемкости нагревающего и нагреваемого теплоносителя (дж/(кг*К)),
- α_1, α_2 — коэффициенты теплоотдачи между стенкой трубы и теплоносителем (вт/(м*К)).

При расчетах процессов теплообмена с фазовыми переходами необходимо добавить зависимость теплоты

конденсации от температуры $L_{кон}(T)$ при заданном давлении [10, с. 398], как для нагревающей среды, так и для нагреваемой.

По известным геометрическим (LL, dcp, $F_{то} = 3,14 * d_{cp} * LL$) и теплофизическим свойствам теплоносителей (c1, c2) надо найти зависимость выходной температуры нагреваемого канала T2k от входной температуры нагревающего канала T10 и массовых расходов $dm1/dt$ и $dm2/dt$.

Чтобы получить инструмент [9, с. 98], позволяющий рассчитывать теплообмен как без фазовых переходов, так и с фазовыми переходами, применим итеративную схему вычислений.

Конденсация в обогревающем контуре — однофазный нагрев в обогреваемом контуре

Рассмотрим случай, когда на выбранном участке δx температура теплоносителя в нагревательном канале в ходе его охлаждения достигла температуры конденсации при давлении, присутствующем в этом канале. В процессе конденсации температура среды остается постоянной и равной температуре конденсации $T_{кон}$ (рис. 1). При конденсации выделяется тепловая энергия (тепловая мощность)

$$\Delta Q_{кон} = \frac{dm1_{кон}}{dt} * L1_{кон} \quad (\text{дж/с=вт})$$

где $\frac{dm1_{кон}}{dt}$ —

массовая скорость конденсации (кг/с), $L1_{кон}$ — теплота конденсации (дж/кг).

Поскольку теперь в нагревательном канале присутствуют одновременно две фазы — газообразная и жидкая, введем две величины

$$\frac{dm1_{г}}{dt} \text{ и } \frac{dm1_{ж}}{dt},$$

соответствующие массовым расходам газа и жидкости на входе участка δx . Нахождение связи между массовым расходом и скоростью течения представляет серьезную задачу требующую специальной подготовки в газо- и гидродинамике [6, с. 97] [9, с. 96] связанную с учетом режима движения [1, с. 197] [7, с. 11].

С учетом конденсации на выходе участка получим расходы

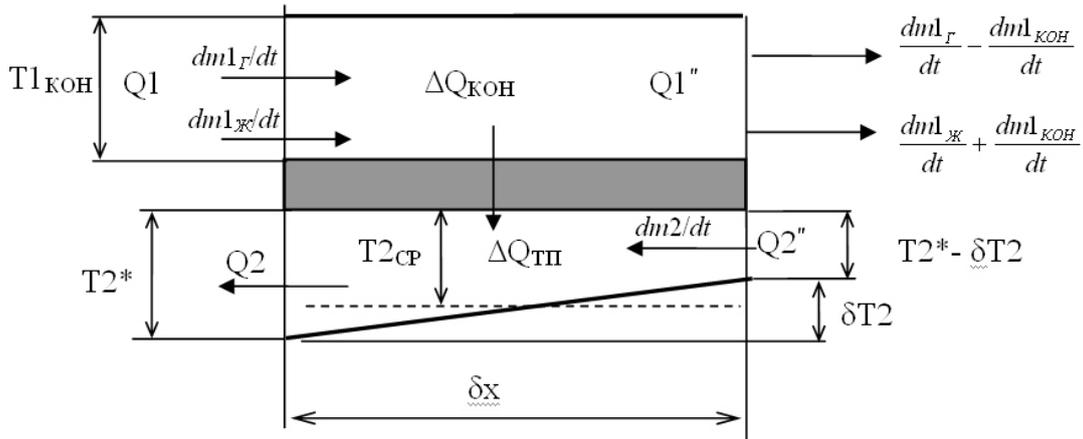


Рис. 1. Схема тепловых процессов

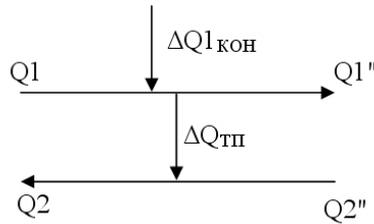


Рис. 2. Схема энергетических процессов

$$\frac{dm1_G}{dt} - \frac{dm1_{KOH}}{dt} - \frac{dm1_{Ж}}{dt} + \frac{dm1_{KOH}}{dt}$$

Схема тепловых процессов в элементе δx показана на рисунке 1.

Средняя температура в нагреваемом канале

$$T2_{CP} = T2^* - \frac{\delta T2}{2}$$

Баланс энергий нагревающего канала (рис. 2)
 $Q1'' = Q1 + \Delta Q1_{KOH} - \Delta Q_{TP}$

Баланс энергий нагреваемого канала (рис. 2)

$$Q2 = Q2'' + \Delta Q_{TP}$$

Значения соответствующих выражений примут вид

$$Q1 = (c1_G \frac{dm1_G}{dt} + c1_{Ж} \frac{dm1_{Ж}}{dt}) T1_{KOH}$$

$$Q1'' = (c1_G (\frac{dm1_G}{dt} - \frac{dm1_{KOH}}{dt}) +$$

$$+ c1_{Ж} (\frac{dm1_{Ж}}{dt} + \frac{dm1_{KOH}}{dt})) T1_{KOH}$$

$$\Delta Q1 = Q1 - Q1'' = (c1_G - c1_{Ж}) \frac{dm1_{KOH}}{dt} T1_{KOH} \quad (1)$$

$$\Delta Q_{TP} = sk(T1_{KOH} - T2_{CP}) =$$

$$= sk \left(T1_{KOH} - T2^* + \frac{\delta T2}{2} \right)$$

$$Q2 = c2 \frac{dm2}{dt} T2^*, \quad Q2'' = c2 \frac{dm2}{dt} (T2^* - \delta T2),$$

$$\Delta Q2 = Q2 - Q2'' = c2 \frac{dm2}{dt} \delta T2$$

Поскольку для большинства веществ величина $c1_{Ж} > c1_G$, получаем (1) $\Delta Q1 < 0$, т.е. $Q1'' > Q1$ — на выходе нагревательного канала тепловой энергии больше, чем на входе за счет большей суммарной теплоемкости при постоянстве температуры и не вся энергия конденсации передается через стенку в нагреваемый канал. Если для некоторого вещества $c1_{Ж} = c1_G$, теплосодержание на выходе канала равно теплосодержанию на входе и, следовательно, вся энергия конденсации передается в нагреваемый канал через теплопроводность стенки.

В задаче присутствуют две неизвестные величины

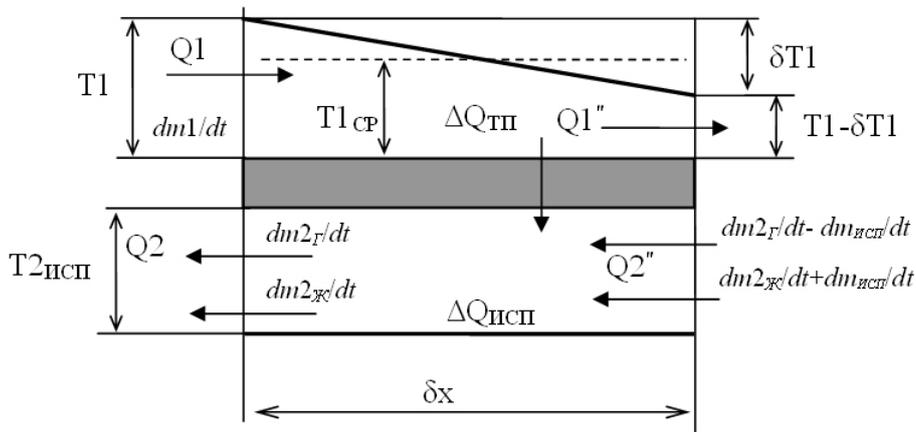


Рис. 3. Схема тепловых процессов

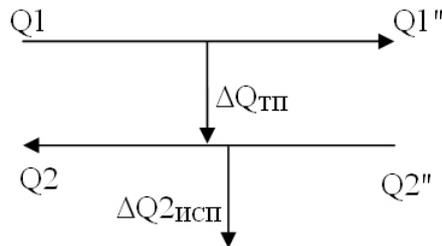


Рис. 4. Схема энергетических процессов

$$\delta T2 \text{ и } \frac{dm1_{\text{КОН}}}{dt}$$

Из соотношений (1) получим

$$\Delta Q1 = \Delta Q1_{\text{КОН}} - \Delta Q_{\text{ТП}}$$

$$\Delta Q2 = \Delta Q_{\text{исп}}$$

После соответствующих подстановок

$$(c1_{\Gamma} - c1_{\text{Ж}}) \frac{dm1_{\text{КОН}}}{dt} T1_{\text{КОН}} = \frac{dm1_{\text{КОН}}}{dt} L1_{\text{КОН}} - sk(T1_{\text{КОН}} - T2^* + \delta T2/2) \quad (2)$$

$$c2 \frac{dm2}{dt} \delta T2 = sk(T1_{\text{КОН}} - T2^* + \delta T2/2)$$

Выражение (2) представим в виде системы двух уравнений относительно неизвестных $\delta T2$ и

$$\frac{dm1_{\text{КОН}}}{dt}$$

$$((c1_{\Gamma} - c1_{\text{Ж}})T1_{\text{КОН}} - L1_{\text{КОН}}) \frac{dm1_{\text{КОН}}}{dt} +$$

$$+ sk \cdot \delta T2/2 = -sk(T1_{\text{КОН}} - T2^*) \quad (3)$$

$$(c2 \frac{dm2}{dt} - \frac{sk}{2}) \cdot \delta T2 = sk(T1_{\text{КОН}} - T2^*)$$

Отсюда

$$\delta T2 = \frac{sk(Tk_{\text{КОН}} - T2^*)}{(c2 \frac{dm2}{dt} - sk/2)} \quad (4)$$

$$\frac{dm1_{\text{КОН}}}{dt} = \frac{sk(T2^* - \delta T2/2 - T1_{\text{КОН}})}{((c1_{\Gamma} - c1_{\text{Ж}})T1_{\text{КОН}} - L1_{\text{КОН}})}$$

В нижней формуле (4) $-sk$ учтено в знаках $T2^*$ и $T1_{\text{КОН}}$

В результате расчета на участке δx получаем значения

$$\frac{dm1_{\Gamma}}{dt} - \frac{dm1_{\text{КОН}}}{dt}, \frac{dm1_{\text{Ж}}}{dt} + \frac{dm1_{\text{КОН}}}{dt} \text{ и } T2^* - \delta T2,$$

которые принимаются за исходные значения на следующем участке. Если на рассматриваемом участке весь газ сконденсировался, для следующих участков применяются другие формулы расчета.

Охлаждение обогревающего контура — испарение в обогреваемом контуре

Если в нагреваемом канале на участке δx температура достигнет температуры испарения $T_{исп}$ (рис. 3) при том давлении, которое существует в канале, температура в нагреваемом канале на этом участке будет оставаться постоянной.

При испарении поглощается тепловая энергия (тепловая мощность) (рис. 4)

$$\Delta Q_{исп} = \frac{dm2_{исп}}{dt} L2_{исп} \quad [\text{Дж/с=Вт}],$$

где $\frac{dm2_{исп}}{dt}$ —

скорость испарения на участке δx .

Остальные соотношения аналогичны предыдущим вариантам:

$$\frac{dm2_{исп}}{dt}, Q1'' = c1 \frac{dm1}{dt} (T1 - \delta T1),$$

$$\Delta Q1 = Q1 - Q1'' = c1 \frac{dm1}{dt} \delta T1$$

Поскольку по принципу организации итеративного вычисления известными принимаются параметры процесса на левой границе участка δx , соотношения массовых расходов газа и жидкости определяются в виде:

на левой границе $dm2_{г}/dt$ и $dm2_{ж}/dt$

на правой границе $dm2_{г}/dt - dm_{исп}/dt$ и $dm2_{ж}/dt + dm_{исп}/dt$.

При том получим

$$Q2 = (c2_{г} \frac{dm2_{г}}{dt} + c2_{ж} \frac{dm2_{ж}}{dt}) T2_{исп},$$

$$Q2'' = (c2_{г} (\frac{dm2_{г}}{dt} - \frac{dm2_{исп}}{dt}) + c2_{ж} (\frac{dm2_{ж}}{dt} + \frac{dm2_{исп}}{dt})) T2_{исп} \quad (5)$$

$$\Delta Q2 = Q2 - Q2'' = (-c2_{г} + c2_{ж}) \frac{dm2_{исп}}{dt} T2_{исп}$$

Отметим, что при $c2_{ж} > c2_{г}$, получаем $\Delta Q2 < 0$, т.е. на выходе нагреваемого канала тепловой энергии меньше, чем на входе за счет испарения

$$\Delta Q_{тп} = sk(T1_{ср} - T2_{исп}) =, sk(T1 - \delta T/2 - T2_{исп})$$

В задаче присутствуют две неизвестные величины

$$\delta T1 \text{ и } \frac{dm2_{исп}}{dt}$$

Из соотношений (5) получим

$$\Delta Q1 = \Delta Q_{тп}$$

$$\Delta Q2 = \Delta Q_{тп} - \Delta Q2_{исп}$$

После соответствующих подстановок

$$c1 \frac{dm1}{dt} \delta T1 = sk(T1 - \delta T1/2 - T2_{исп}) \quad (6)$$

$$(-c2_{г} + c2_{ж}) \frac{dm2_{исп}}{dt} T2_{исп} = sk(T1_{ср} - \delta T1/2 - T2_{исп}) - \frac{dm2_{исп}}{dt} L2_{исп}$$

Из выражения (6) можно получить систему двух уравнений относительно неизвестных

$$\delta T1 \text{ и } \frac{dm2_{исп}}{dt}.$$

$$(c1 \frac{dm1}{dt} + sk/2) \cdot \delta T1 = sk(T1 - T2_{исп}) \quad (7)$$

$$((-c2_{г} + c2_{ж}) T2_{исп} + L2_{исп}) \frac{dm2_{исп}}{dt} +$$

$$+ sk \cdot \delta T1/2 = sk(T1 - T2_{исп})$$

Отсюда

$$\delta T1 = \frac{sk(T1 - T2_{исп})}{c1 \frac{dm1}{dt} + sk/2}$$

$$\frac{dm2_{исп}}{dt} = \frac{sk(T1 - \delta T1/2 - T2_{исп})}{(-c2_{г} + c2_{ж}) T2_{исп} + L2_{исп}}$$

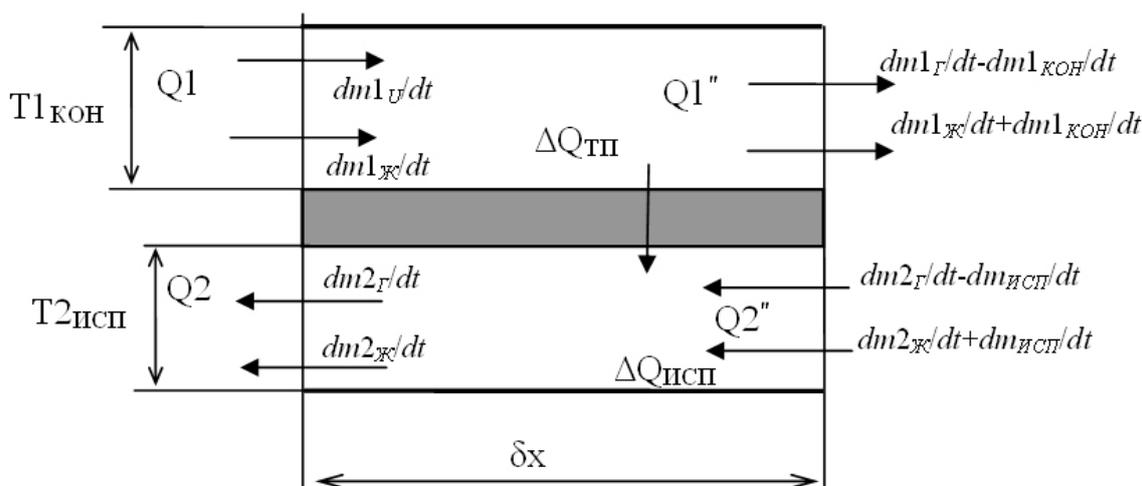


Рис. 5. Схема тепловых процессов

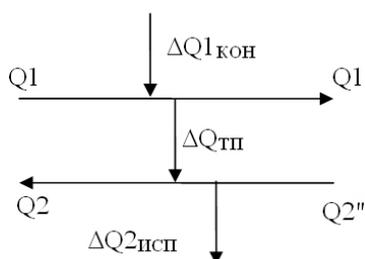


Рис. 6. Схема энергетических процессов

Аналогично предыдущему случаю мы получаем приращения параметров на рассчитываемом участке теплообменника, которые позволяют определить начальные условия для расчета, следующего участка.

Конденсация в обогреваемом контуре — испарение в обогреваемом контуре

В этом случае на участке δx температура в обоих каналах будет оставаться постоянной $T_{кон}$ и $T_{исп}$ (рис. 5) определяемым из условий работы теплообменника, в первую очередь давлением в обогреваемом и обогреваемом контурах. Следовательно, перед началом расчета необходимо каким-то образом определить (из внешних условий) рабочие давления обоих контуров.

При испарении поглощается тепловая энергия (тепловая мощность) (рис. 6)

$$\Delta Q_{исп} = \frac{dm2_{исп}}{dt} * L2_{исп} \quad [\text{дж/с=Вт}],$$

где $\frac{dm2_{исп}}{dt}$ —

скорость испарения на участке δx .

При конденсации выделяется тепловая энергия (тепловая мощность)

$$\Delta Q_{кон} = \frac{dm1_{кон}}{dt} * L1_{кон} \quad [\text{дж/с=Вт}]$$

Остальные соотношения аналогичны предыдущим вариантам:

В задаче присутствуют две неизвестные величины

$$\frac{dm1_{кон}}{dt} \quad \text{и} \quad \frac{dm2_{исп}}{dt}$$

$$Q1 = (c1_{г} \frac{dm1_{г}}{dt} + c1_{ж} \frac{dm1_{ж}}{dt}) T1_{кон},$$

$$Q1'' = (c1_{г} (\frac{dm1_{г}}{dt} - \frac{dm1_{кон}}{dt}) +$$

$$+ c1_{ж} (\frac{dm1_{ж}}{dt} + \frac{dm1_{кон}}{dt})) T1_{кон}$$

$$\Delta Q1 = Q1 - Q1'' = (c1_{\Gamma} - c1_{\text{ж}}) \frac{dm1_{\text{КОН}}}{dt} T1_{\text{КОН}} \quad (8)$$

$$Q2 = (c2_{\Gamma} \frac{dm2_{\Gamma}}{dt} + c2_{\text{ж}} \frac{dm2_{\text{ж}}}{dt}) T2_{\text{ИСП}}$$

$$Q2'' = (c2_{\Gamma} (\frac{dm2_{\Gamma}}{dt} - \frac{dm2_{\text{ИСП}}}{dt}) + c2_{\text{ж}} (\frac{dm2_{\text{ж}}}{dt} + \frac{dm2_{\text{ИСП}}}{dt})) T2_{\text{ИСП}}$$

$$\Delta Q2 = Q2 - Q2'' = (-c2_{\Gamma} + c2_{\text{ж}}) \frac{dm2_{\text{ИСП}}}{dt} T2_{\text{ИСП}}$$

$$\Delta Q_{\text{ТП}} = sk(T1_{\text{КОН}} - T2_{\text{ИСП}})$$

Из схемы тепловых потоков и соотношений (8) получим

$$\Delta Q1 = -\Delta Q_{\text{ТП}} + \Delta Q1_{\text{КОН}}$$

$$\Delta Q2 = \Delta Q_{\text{ТП}} - \Delta Q2_{\text{ИСП}}$$

$$(c1_{\Gamma} - c1_{\text{ж}}) \frac{dm1_{\text{КОН}}}{dt} T1_{\text{КОН}} = -sk(T1_{\text{КОН}} - T2_{\text{ИСП}}) + \frac{dm1_{\text{КОН}}}{dt} * L1_{\text{КОН}} \quad (9)$$

$$(-c2_{\Gamma} + c2_{\text{ж}}) \frac{dm2_{\text{ИСП}}}{dt} T2_{\text{ИСП}} = sk(T1_{\text{КОН}} - T2_{\text{ИСП}}) - \frac{dm2_{\text{ИСП}}}{dt} * L2_{\text{ИСП}}$$

Из выражения (6) можно получить систему двух уравнений относительно неизвестных

$$\frac{dm1_{\text{КОН}}}{dt} \text{ и } \frac{dm2_{\text{ИСП}}}{dt}$$

$$((c1_{\Gamma} - c1_{\text{ж}}) T1_{\text{КОН}} - L1_{\text{КОН}}) \frac{dm1_{\text{КОН}}}{dt} = -sk(T1_{\text{КОН}} - T2_{\text{ИСП}})$$

$$((-c2_{\Gamma} + c2_{\text{ж}}) T2_{\text{ИСП}} + L2_{\text{ИСП}}) \frac{dm2_{\text{ИСП}}}{dt} = sk(T1_{\text{КОН}} - T2_{\text{ИСП}})$$

Решая эту систем уравнений, получим

$$\frac{dm1_{\text{КОН}}}{dt} = \frac{-sk(T1_{\text{КОН}} - T2_{\text{ИСП}})}{(c1_{\Gamma} - c1_{\text{ж}}) T1_{\text{КОН}} - L1_{\text{КОН}}}$$

$$\frac{dm2_{\text{ИСП}}}{dt} = \frac{sk(T1_{\text{КОН}} - T2_{\text{ИСП}})}{(-c2_{\Gamma} + c2_{\text{ж}}) T2_{\text{ИСП}} + L2_{\text{ИСП}}}$$

В данном случае в результате расчета мы получили приращения масс газа и жидкости в каналах теплообменника необходимые для перехода к расчету на новом участке.

Заключение

В результате предложенных вычислений мы получили механизм определения параметров падения температуры и уменьшения или увеличения массы для всех возможных сочетаний фазовых переходов. Таким образом, можно построить диаграммы температуры и расхода жидкой и газообразной фаз на всём протяжении теплообменника при условии, что мы задали состояние (температура, расход и давление) на одном краю теплообменника. Так как в реальности для теплообменника с противотоком на одном краю находится вход одного контура и выход другого, то необходимо провести итеративную процедуру поиска решения аналогичную реализованной в алгоритме, предложенном для однофазного теплообменника [x, с. 35].

При построении модели многофазного теплообменника условиями выбора конкретной математической модели участка теплообменника служат достижения граничных значений фазовых переходов. Например, полному испарению соответствует состояние, когда расход жидкой фазы полностью достиг нуля, а расход газообразной фазы стал равен полному расходу через данный канал теплообменника. Это означает, что следующий элементарный участок будет соответствовать режиму нагрева газообразной фазы. Аналогично, если газообразная фаза остывает до температуры испарения — конденсации при заданном давлении в канале, то, соответственно, на соседнем элементарном участке должен начаться процесс конденсации в этом канале без изменения температуры, который будет продолжаться до полного перехода газообразной фазы в жидкую. После чего, на очередном элементарном участке начнётся процесс остывания уже жидкой фазы.

Итеративная процедура расчёта необходима только в случае моделирования теплообменника с противотоком. При параллельном потоке результат расчета получается за один цикл, т.к. оба исходных условия входные температуры нагревательного и нагреваемого каналов задаются на одном сечении теплообменника.

В результате сформирован метод расчёта процессов в теплообменных аппаратах, позволяющий учитывать фазовые переходы в процессе теплообмена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алпаров А.У., Благов А. Е., Дегтярев Г. Л., Маханько А. А., Маханько А. В., Руденко С. А., Харитонов А. Ю. Микропроцессорная система управления самоходной моделью тримарана. Вестник Казанского государственного технического университета им. А. Н. Туполева. 2014. № 3. С. 197–200.
2. Ботов М.И., Давыдов Д. М., Давыдов А. М., Зиборов Д. М. Методика расчета теплообменников листоканального типа, применяемых в тепловых аппаратах предприятий питания. Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2019. № 1 (79). С. 53–58.
3. Голованчиков А.Б., Анцыперов С. А., Воротнева С. Б. Расчет теплообменников с учетом продольной теплопроводности по газовому теплоносителю. Повышение эффективности процессов и аппаратов в химической и смежных отраслях промышленности. Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 105-летию со дня рождения А. Н. Плановского. 2016. С. 207–210.
4. Голованчиков А.Б., Воротнева С. Б. Моделирование работы двухтрубного теплообменника с учетом теплодиффузии газового теплоносителя. «Химия, химическая технология», Т. 58, вып.9, 2015. С. 58–62.
5. Маханько А.В., Маханько А. А. (2017) Интерактивный метод расчета теплообменных аппаратов. Вопросы технических наук в свете современных исследований. Сборник статей по материалам IV международной научно-практической конференции. 2017. С. 34–42.
6. Соколова Г.П. (2017). Роль дисциплины гидравлика в фундаментальной подготовке инженерных специалистов. Казанский педагогический журнал. 2017. № 6 (125). С. 96–99.
7. Фарахов Т.М., Афанасьев Е. П., Лаптев А. Г. Расчет теплообменников с учетом структуры потоков. Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2019. С. 11–17.
8. Alekseev R.A., Kostukov A.V., Makarov A. R., Merzlikin V. G. (2016) Simulation of characteristics of thermo-hydraulic process in porous-net matrix of rotary heat exchanger. Global Journal of Pure and Applied Mathematics. Volume 12, Issue 4, 2016, Pages 2829–2838
9. Bokov A.V., Korytova M. A., Samarov A. B. (2019) Numerical modelling of convective heat and mass transfer in spherical coordinates. Bulletin of the South Ural State University, Series: Mathematical Modelling, Programming and Computer Software Volume 12, Issue 1, February 2019, Pages 96–109
10. Intensification of a laminar flow in a narrow microchannel with single-row inclined oval-trench dimples / S. A. Isaev, P. A. Baranov, A. I. Leontev, I. A. Popov // Technical Physics Letters. — 2018. — Т. 44, № 5. — С. 398–400.

© Маханько Анатолий Васильевич, Маханько Андрей Анатольевич (andmahanko@mail.ru),
 Соколова Галина Павловна (glnsokolova@mail.ru), Благов Алексей Евгеньевич (bae311265@mail.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ

ОБЩИЕ КОНЦЕПЦИИ И ИДЕИ ТЕОРИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ В КОНТЕКСТЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

GENERAL CONCEPTS AND IDEAS OF OPERATION THEORY IN THE CONTEXT OF COMPUTER TECHNOLOGY

**A. Mokryakov
D. Prikhodko**

Summary. The paper considers a new view on the concepts of reliability and operation. It also introduces a mathematical representation of the operational process. The proposed representation is universal and can be extended to other technical processes. For example, here we consider the operating system multi-loader operation model. This demonstrates the applicability of the model under consideration.

Keywords: reliability, operation, product life cycle, mathematical model, multi-loader.

Мокряков Алексей Викторович

К.ф.-м.н., доцент, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет); Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина
MokryakovAlVik@gmail.com

Приходько Дмитрий Игоревич

Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина
mitry1205@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается новый взгляд на понятия надёжности и эксплуатации. Также здесь вводится математическое представление об эксплуатационном процессе. Предложенное представление универсальное и может быть распространено на другие технические процессы. Например, здесь рассматривается модель эксплуатации мультизагрузчика операционных систем. Что демонстрирует применимость рассматриваемой модели.

Ключевые слова: надёжность, эксплуатация, жизненный цикл изделия, математическая модель, мультизагрузчик.

Введение

За неполные 80 лет электронные вычислительные системы прошли путь от научно-исследовательских инструментов до современной портативной техники, при этом непрерывно повышая качество её обслуживания, разнообразие исполняемых функций и удобство использования.

При этом произошла взаимная интеграция технических устройств, вследствие которой очень сильно изменилось общество. Например, сегодня уже практически все вещи интегрированы с интернетом: часы, телевизор, телефоны, умные очки и другие гаджеты. Это в свою очередь повышает требования к надёжности сложных электронных устройств, так как от одного могут зависеть многие устройства [1].

Перед тем, как начать непосредственное рассмотрение авторской точки зрения на надёжность устройств

и их эксплуатацию, необходимо произвести разбор тех теорий, которые были предложены ранее.

Краткий исторический экскурс

В общем виде имеет смысл рассматривать понятие эксплуатация, в непосредственной связи с показателями работы системы. Одним из самых популярных, является понятие «надёжность». И в таком случае, уместно рассмотреть эволюцию «надёжности» в целом.

В кратком варианте историю понятия надёжности можно рассмотреть таким образом:

В 1935 г. инженер Я. М. Туровер рассмотрел термин «надёжность» в отношении электротехнических систем. Он также отметил важность представления «надёжности» не как качественного, а количественного параметра, для оценки, которого стоит использовать методы теории вероятностей.

В середине 50–60-х годов были выдвинуты основные варианты определения «надежность», заложившие основу современному определению надёжности, различные версии этого термина во временной динамике выглядят так [2]:

1. Надежность (reliability) — вероятность выполнения устройством своих функций с учетом своих требований в течение заданного интервала времени.
2. Надежность — свойство объекта, заключающееся в выполнении им определенных задач в конкретных условиях эксплуатации (объект — предмет целевого назначения, вещь, рассматриваемая на всех этапах жизненного цикла).
3. Надёжность — интегральная функция распределения вероятности безотказной работы с начала работы до первого отказа.
4. Надежность — способность элемента (системы) обеспечивать и сохранять в условиях эксплуатации заданные значения обобщенных координат и передаточного коэффициента в течение определенного отрезка времени в пределах установленных допусков.
5. Надежность — среднее время работы данного образца между двумя неисправностями.
6. Надежность — это вероятность безотказной работы.

В 1975 г. ГОСТ 13377–75 (Надежность в технике. Термины и определения) установил следующее определение надёжности: свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

В 1983 г. формулировку этого понятия изменили [3]: свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех основных параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в определённых режимах и условиях применения, технического обслуживания, починки, хранения и транспортирования.

В 1992 г. ИСО 18 8402 обозначил надежность, как способность изделия выполнять требуемые функции в заданных условиях в течение заданного периода времени.

В начале 21 века ощущается недостаток внимания к понятию «надежность», а также проявилась тенденция к исключению этого понятия из стандартов менеджмента качества [4].

Теперь же уместно будет дать определение эксплуатации: это стадия жизненного цикла изделия, на которой реализуется, поддерживается или восстанавливается его качество.

Однако в рамках вышеизложенного обзора источников возникает вопрос: как производить оценку эксплуатации в рамках сильно меняющейся окружающей среды, в которых система должна работать?

Данный вопрос связан с тем, что параметры окружающей среды в таком случае меняются значительно. Например, бортовой компьютер, который одинаково должен функционировать в широком рабочем диапазоне: начиная с сверхнизких температур в космосе и радиации, и заканчивая работой внутри космического корабля. Другой пример: компьютерная установка, которая работает на атомной электростанции и управляет выработкой энергии.

Надежность в рассматриваемом варианте — это гарантированная работа системы во всех требуемых условиях окружающей среды, с применением необходимых для этого механизмов адаптации, требуемой временной продолжительности, и обработкой большинства «прогнозируемых» отказов.

А эксплуатация соответственно — этап жизненного цикла работы системы, на котором гарантировано выполнение с требуемой точностью вычислений и надёжностью выполнения требуемых задач при помощи внутренних возможностей системы, существование адаптивных внешних механизмов для защиты от воздействия меняющейся окружающей среды, а также механизмов ремонта и аварийной обработки большинства ошибок работы системы.

В дальнейшем мы будем рассматривать надёжность и эксплуатацию систем в рамках зависимости от 2-х механизмов: внешней среды и адаптивных механизмов.

Рассмотрение механизмов эксплуатации

Для начала стоит отметить, что вопрос эксплуатации сам по себе является довольно интересным.

Например, каким образом возможно определить, где можно использовать компьютер, а где этого делать категорически запрещено, поскольку идут в учёт многие дополнительные факторы, которые необходимо учитывать заранее.

При этом следует отметить, что некоторые внешние факторы можно нивелировать с целью повышения ка-

чества выполнения требуемых от систем задач. Это достигается за счет применения специальных адаптивных механизмов, которые являются в большинстве случаев типовыми, но иногда требуются специальные дополнительные механизмы (например, водонепроницаемость или ударопрочность телефонов).

Ну и наконец необходимо ответить на самый важный вопрос: какие характеристики нужны для того, чтобы получить желаемый результат с учётом требований к системе, при этом сохраняя самые важные свойства, которые присущи данной вычислительной системе? Этот вопрос является ключевым.

Ответ на этот вопрос можно начать с того, чтобы разделить непрерывный процесс эксплуатации на ряд последовательных процессов, используемых в своих зонах ответственности.

Таким образом в упрощённом варианте мы можно расписать весь процесс на три простых составляющих, которые и будут характеризовать весь эксплуатационный процесс.

Процесс в данном случае подразумевается, как некоторое уравнение, которое характеризует взаимодействие системы с окружающим миром, который условно представляется как некоторый набор параметров.

Следовательно, задачу эксплуатации системы можно представить в виде следующих процессов:

1. **Процесс, описывающий начальные параметры системы и связь при начальных условиях.** Это перечень факторов окружающей среды, которые существуют вне зависимости от наличия адаптивных механизмов, в которых функционирует система. *Примеры:* радиация, влажность погоды и другие.
2. **Процесс, описывающий итоговые условия окружающей среды с учётом применения адаптивных механизмов.** Это всевозможные теплоотводы, корпус, и т.п. *Пример:* процессор в ПК выделяет очень много тепла при работе, и чтобы можно было работать на больших мощностях, которыми обладает современная вычислительная техника — используется кулеры и пр. виды систем охлаждения. И таким образом, от того, как именно будет данная система, зависит возможность использования на конкретной мощности процессора.
3. **Процесс самой работы системы.** В данном процессе рассматривается работа системы в итоге получившихся условий среды, которые удалось скомпенсировать, и рассматриваются вопросы эксплуатации самой системы. *Например:* какая мощность процессора требуется для выполне-

ния требуемой задачи. В этом процессе нет необходимости в проведении анализа по факторам внешней среды, так как их учёт ведётся в предыдущем процессе.

$$F(p(i)) = \begin{cases} In(p(i)), \text{ если } p(i) < V_{in1}(i) \\ Wrk(g(i)), \text{ если } V_{in}(i) < g(i) < V_{out1}(i) \\ Out(r(i)), \text{ если } r(i) > V_{in1}(i) \end{cases}$$

В математическом виде это можно выразить таким образом:

Здесь $p(i)$, $g(i)$, $r(i)$ — цепной набор параметров, подаваемых на функцию, при этом $V_{in1}(p(i))$ и $V_{out1}(p(i))$ — вектора границ функции требуемой системы на заданных условиях.

Следует отметить, что наличие ограничений на вышеизложенные функции вытекают из того факта, что система существует в физическом мире, и поэтому на неё накладываются определенные ограничения, которые и отображены как расположенные по другую сторону от значений функций.

Представление математической модели

Одним из видов представления рассматриваемой модели, может являться трёхмерный график, а если мы хотим учесть временную продолжительность, то возможно представление модели в виде четырёхмерного графика, получая таким образом требуемую динамику работы, и при этом четвертая координата является временной осью.

Однако, в некоторых случаях, например для упрощённого анализа, когда требуется спроектировать простейшие системы, можно обойтись и меньшим числом процессов. Например, когда проектируем систему автоматической установки мультизагрузчиков на носитель [5–6].

Учитывая функциональное наполнение современных ОС, нет нужды описывать, что сегодня почти все актуальные версии загрузчиков поддерживают большинство современных версий ОС (например семейство ОС Windows, начиная с Windows 7, и новее, и зачастую даже NT5X семейство) [7].

Следовательно, для построения модели для анализа работы 3-й процесс не существенен и не требуется его моделирование, на основании того, что третий процесс в указанной модели будет одинаковым для всех рассматриваемых версий мультизагрузчиков.

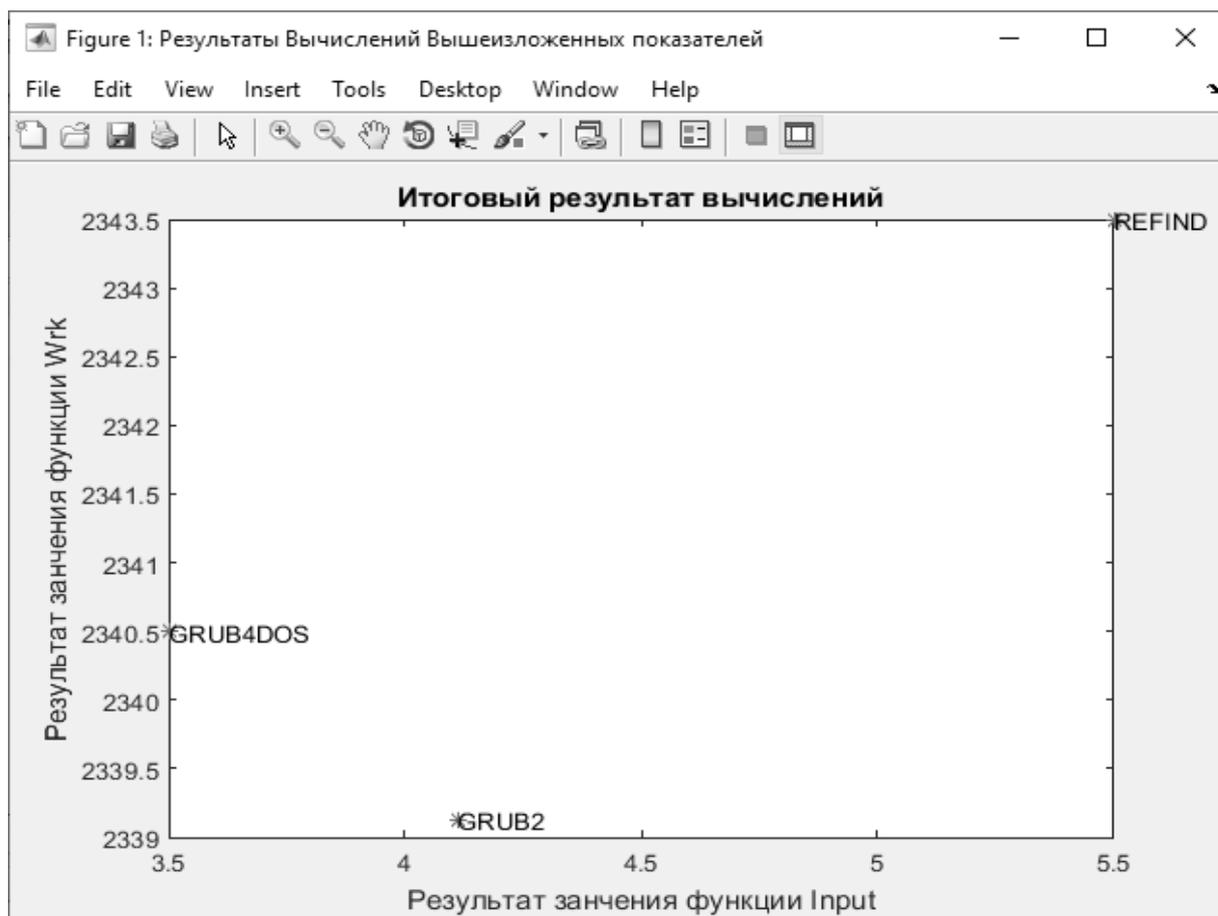


Рис. 1. Итоговый график результатов

С учётом данного упрощения, достаточно рассмотрения системы в рамках 2-х процессов, а следовательно, и представление модели возможно в виде графика на двумерной системе координат. На рисунке 1 представлены результаты рассматриваемой модели.

Для реализации был использован математический пакет моделирования matlab, причём данная реализация демонстрирует указанные состояния процессов. По каждой координатной оси расположено значение того или иного процесса, который в данном случае является оценочным для соответствующих процессов.

Заключение

Предложенная концепция, позволяет полностью отобразить эксплуатацию системы с учётом различных факторов окружающей среды. На её основе возможно разработать модель защиты различных вычислительных систем, для которых необходимо повышения пределов эксплуатации в сложных условиях. Также рассматриваемая модель эксплуатации позволяет создать модель процессов с необходимыми эксплуатационными характеристиками, которые требуются заказчику.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курносов М.Г., Пазников А. А. Основы теории функционирования распределенных вычислительных систем. Новосибирск: Автограф, 2015. 52 с.
2. Тимошенко С.П., Симонов Б.М., Горошко В.Н. Основы теории надежности: учебник и практикум для академического бакалавриата. М: Юрайт, 2019. 445 с.
3. ГОСТ 27.002–89. Надёжность техники. М.: Издательство стандартов, 1989.
4. Чебоксаров А. Н. Основы теории надежности и диагностика: курс лекций. Омск: СибАДИ, 2012. 76 с.
5. Приходько Д. И. Математические модели упрощения загрузки // Инновационное развитие современной науки: проблемы, закономерности, перспективы. Сборник статей VI Международной научно-практической конференции: в 2 ч. 2018. С. 17–23.

6. Приходько Д. И. Методы оптимизации мультизагрузочных и установочных носителей // Научная дискуссия современной молодёжи: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник статей III Международной научно-практической конференции: в 2 ч. 2018. С. 13–19. Режим доступа: naukaip.ru/wp-content/uploads/2018/03/МК-303-Сборник-Часть-1.pdf.
7. Приходько Д. И. Прикладные модели загрузчиков операционных систем // Прорывные научные исследования: проблемы, закономерности, перспективы. Сборник статей X Международной научно-практической конференции. 2018. С. 31–37. Режим доступа: <http://naukaip.ru/wp-content/uploads/2018/03/Сборник-МК-306.pdf>.

© Мокряков Алексей Викторович (MokryakovAlVik@gmail.com), Приходько Дмитрий Игоревич (mitry1205@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский авиационный институт

КРИТЕРИИ АНАЛИЗА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРВИЧНЫХ МУЛЬТИЗАГРУЗЧИКОВ

CRITERIA FOR ANALYZING THE PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF PRIMARY MULTI-LOADERS

**A. Mokryakov
D. Prikhodko**

Summary. The paper deals with the issue of operational reliability of a multi-loader of operating systems. The parameters of multi-loaders were considered and the parameters that affect the evaluation of the multi-loader were determined. Criteria for evaluating multi-loaders have been developed. Based on these criteria and the operational reliability model, an evaluation analysis of various multi-loading systems is carried out and the results of the study are presented.

Keywords: reliability, operation, mathematical model, multi-loader, system evaluation criteria.

Мокряков Алексей Викторович

К.ф.-м.н., доцент, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет); Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина
MokryakovAlVik@gmail.com

Приходько Дмитрий Игоревич

Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина
mitry1205@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается вопрос эксплуатационной надёжности мультизагрузчика операционных систем. Были рассмотрены параметры мультизагрузчиков и определены те параметры, которые влияют на оценку мультизагрузчика. Выработаны критерии оценки мультизагрузчиков. На основе данных критериев и эксплуатационной модели надёжности проведён оценочный анализ различных мультизагрузочных систем и представлены результаты исследования.

Ключевые слова: надёжность, эксплуатация, математическая модель, мультизагрузчик, критерии оценки системы.

Введение

В настоящее время современные информационные системы стоят на пороге значительных перемен. На текущий год многие устройства и информационные системы обладают возможностью запуска современных ОС. За всю компьютерную историю были реализованы ряд механизмов загрузки ОС на различных архитектурах существующих процессоров [1].

Большинство современных ОС реализовано сегодня таким образом, что позволяют использовать различные варианты использования прошивок, и при этом обеспечивают пользователю доступный функционал работы.

Цель данного исследования состоит в разработке критериев эксплуатации загрузочных систем, на базе которых можно будет успешно прогнозировать продолжительную эксплуатацию систем загрузки и вычислять оптимальный загрузчик для каждой ситуации.

Одна из важнейших характеристик понятия эксплуатации является понятие надёжность. Поэтому будет уместно рассмотреть исторический путь этого понятия.

Началось всё в 35 году 20-го века, когда понятие надёжность было впервые применено к оценке работы электрических систем (инженер Я. М. Туровер).

В результате этого события стало формирование различных подходов к данному понятию. И к середине 50–60-х годов было уже довольно значительное число формулировок, например один из авторов определил это понятие так: **надёжность** (reliability) — вероятность выполнения устройством своих функций с учетом своих требований в течение заданного интервала времени [2].

До 1992 года серьёзных изменений формулировки не производилось (из неё выкинули лишь слово «ремонт» в 1983 г — ГОСТ 27.002–89 [3]), и в этом году новым стандартом было определено понятие так: способность

изделия выполнять требуемые функции в заданных условиях в течение заданного периода времени (ИСО 18 8402).

В последующие годы это понятие сильно не видоизменялось, и также к нему снижался интерес [4].

Надежность в нашем понимании— это гарантированная работа системы во всех требуемых условиях окружающей среды, с применением необходимых для этого механизмов адаптации, требуемой временной продолжительности, и обработкой большинства «прогнозируемых» отказов.

А **эксплуатация** соответственно — этап жизненного цикла работы системы, на котором гарантировано выполнение с требуемой точностью вычислений и надёжностью выполнения требуемых задач при помощи внутренних возможностей системы, существование адаптивных внешних механизмов для защиты от воздействия меняющейся окружающей среды, а также механизмов ремонта и аварийной обработки большинства ошибок работы системы.

Анализ систем мультизагрузчиков

В данном разделе рассмотрим набор из популярных ныне мультизагрузчиков, которые позволяют обеспечить полную унификацию современных интерфейсов, предназначенных для загрузки операционных систем.

Для анализа будет использоваться собственный взгляд на теорию эксплуатации — а именно разделение эксплуатации системы на несколько процессов (подготовительный, рабочий и завершающий).

В первую очередь следует отметить, что основной задачей при взаимодействии с мультизагрузчиком является автоматизация его процесса установки. Для проведения этой операции возникает необходимость определиться с перечнем процессов на базе которых имеет смысл проводить это исследование:

1. **Процесс установки мультизагрузчика на носитель информации.** Этот процесс подразумевает перечень характеристик, на базе которых можно однозначно определить какой мультизагрузчик подходит для решения рассматриваемой задачи в зависимости от требований операционной системы.
2. **Процесс непосредственной работы мультизагрузчика на загрузочном интерфейсе.** Этот процесс рассматривает работу загрузчика до передачи результата выполнения следующему, стоящему в цепочке или до вторичного загрузчика, который выполняет запуск ОС. Главная задача

анализа данного процесса состоит в том, чтобы показать на каких интерфейсах и с какими функциональными возможностями может загрузиться нужный загрузчик, и сколько нужно вспомогательных команд для настройки загрузчика для работы с компонентами.

3. **Процесс загрузки конечных операционных систем.** Этот процесс является по сути самым ключевым, и при проектировании системы уместно начинать именно с него. Однако, дело в том, что на сегодняшний день современные ОС умеют загружаться практически с любого существующего ныне загрузчика, причём одинаково быстро и качественно.

С учетом существующих вышеизложенных процессов уместно рассматривать ситуацию, когда дистрибутивы загрузчиков следует сравнивать по первому и второму процессам, поскольку третий процесс сегодня практически не актуален, в виду особенности поддержки различных версий ОС, а также комплектации парка машин, который поддерживает те или иные операционные системы.

Но, прежде чем расписывать составляющие процессов, необходимо определить классификаторы компонентов системы.

Для простого анализа достаточно рассмотреть два варианта классификаторов:

1. По типу прошивок, под которые проектируем систему.
2. По критериям самих мультизагрузчиков.

Рассмотрим каждый из них по подробнее.

Критерии оценки прошивки

Первым критерием рассмотрим работу прошивки на разных архитектурах. Это подразумевает факт, при котором имеет смысл предусмотреть возможность загрузки носителя на нескольких процессорах. Однако следует отметить сразу, что это далеко не всегда возможно, ввиду аппаратных ограничений (например, нельзя записать на один носитель несколько mbr под разные CPU).

Вторым критерием выступает принципиальное устройство загрузочного интерфейса:

1. **Технологии, которые похожи на BIOS.** По сути, система полностью минимальна, каждая ОС обладает собственными механизмом переключения процессора, загрузки дисковых драйверов и прочего. Как правило сегодня уже практически не используются, поскольку уже сегодня новый интерфейс вошёл в их число.

	Input	Wrk
REFIND	2.3435e+03	5.5000
GRUB4DOS	2.3405e+03	3.5000
GRUB2	2.3391e+03	4.1111

Рис. 1. Результаты вычислений в виде таблицы

2. **Технологии UEFI.** Это новый вариант унифицированного интерфейса, который представляет собой универсальную прошивку, при этом стоит отметить, что согласно стандарту новее 2.2 (в версии от Intel)— появился особый режим, который заслуживает особого отличия — *безопасная загрузка*, которая вносит отдельные ограничения. Самое важное отличие состоит в том, что на устройствах, которые прошивка может инициализировать, и которые размечены какой-либо версией FAT — происходит запуск этого загрузчика как исполняемого приложения. Также не требуется переключение процессора в нужный для ОС режим, что ещё один плюс такого подхода.

Критерии оценки мультизагрузчиков

Рассмотрим параметры мультизагрузчика, которые могут быть использованы в качестве критериев [5]. Следует отметить, что приведённая классификация является не самой полной, и не охватывает все написанные когда-либо мультизагрузчики, поскольку многие из них уже устарели. А для оставшихся актуальными на данный момент можно сравнивать по следующим критериям:

1. **Перечень файловых систем**, с которых способен загрузиться мультизагрузчик без использования внешних драйверов, и обеспечить при этом корректное выполнение требуемой задачи.
2. **Функциональное наполнение мультизагрузчика**, т.е. функционал предложенных мультизагрузчиков. Этот показатель описывает возможности загрузчиков.
3. **Количество минимальных файлов** загрузчика — это список всех модулей, которые необходимо использовать для решения задачи по загрузке систем.
4. **Перечень возможных интерфейсов** — все загрузочные интерфейсы, на которых может использоваться данный мультизагрузчик.
5. **Перечень драйверов** — дополнительный перечень ФС, которые необходимы для запуска требуемого функционала.

6. **Флаг использования возможностей прошивки** — показывает, наличие возможности использования драйверов прошивки, которые были загружены предварительно.

Далее приведём формулу вычисления эксплуатационной оценки с использованием вышеуказанных критериев.

Поскольку основные используемые критерии были описаны, то теперь необходимо определить математические зависимости вышеизложенных показателей. Выглядят они в очень кратком варианте так:

Рассмотрим сначала формулу подготовительного процесса:

$$\text{INPUT} = \text{COMMAND} + \text{LOAD}(\text{FS}) + 1/\text{FILE_DISTR} + \text{sum}(1/\text{ver}(\text{OS}) + \text{SEM}(\text{OS}) + (1/\text{year_bild})),$$

где:

ver(OS) — версия ОС, на которой работает требуемая программа для установки.

SEM(OS) — семейство ОС, этот показатель показывает на каком семействе ОС работает программа.

year_bild — год издания — он необходим для избежания путаницы по некоторым версиям Windows.

COMMAND — общее число команд.

LOAD(FS) — количество доступных файловых систем загрузчика, с которых он может загружаться без помощи внешних компонент.

FILE_DISTR — минимальное число файлов из комплекта, для решения задачи.

Теперь зададим формулу рабочего процесса:

$$\text{Wrk} = \text{CAP}(\text{OKR}) + \text{K_USE} + 1/\text{FILE_DRIVER} + 1/\text{KOL_VO},$$

где:

CAP(OKR) — коэффициент окружения, он представляет собой простой вариант — по количеству доступных режимов (BIOS, UEFI, UEFI SECURITY BOOT). В общем

варианте оценки. В частном случае можно взять ограниченный вариант — рейтинг минус количество интерфейсов.

K_USE — возможность использования как такового интерфейса драйверов, среды из которой запускается тот или иной загрузчик. Пример: MS-DOS и EFI.

KOL_VO — количество команд, необходимых для организации перехода и трудоёмкости определения конечного носителя информации. Этот коэффициент является комплексным с предыдущими.

FILE_DRIVER — количество внешних плагинов, которые необходимо для обеспечения работы с носителем информации. Это драйверы, которые расположены в комплекте.

Каждая из формул находит безразмерное значение. Смысл критерия состоит в минимизации данного значения: чем меньше значение, тем лучше мультизагрузчик.

Результаты произведенного расчета

В работе рассматриваются три популярных загрузчика [6]: **Refind**, **grub4dos**, **grub2**.

Для ускорения расчетов и эффективной демонстрации анализа применялся численный пакет **matlab**.

Результаты применения расчета [6] представлены на рисунке 1.

Стоит отметить, что **grub4dos** является загрузчиком только для BIOS. Это существенно не повлияло на подсчет критериев, так как по остальным показателям он превосходит **grub2** и **refind**, что и показывает показатели **INPUT** и **WRK**. При этом если рассматривать отдельно загрузчики, работающие с **UEFI**, то выигрывает **grub2**, что также видно по представленным показателям [7].

Заключение

Таким образом приведённый в статье перечень критериев эксплуатации является необходимым и достаточным, для построения модели процесса эксплуатации мультизагрузчика. Анализ данной модели позволяет выбрать мультизагрузчик, который станет основой автоматизации процесса установки загрузчиков различных операционных систем на разнообразных платформах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курносов М.Г., Пазников А. А. Основы теории функционирования распределенных вычислительных систем. Новосибирск: Автограф, 2015. 52 с.
2. Тимошенко С.П., Симонов Б. М., Горшко В. Н. Основы теории надежности: учебник и практикум для академического бакалавриата. М: Юрайт, 2019. 445 с.
3. ГОСТ 27.002–89. Надёжность техники. М.: Издательство стандартов, 1989.
4. Чебоксаров А. Н. Основы теории надежности и диагностика: курс лекций. Омск: СибАДИ, 2012. 76 с.
5. Приходько Д. И. Математические модели упрощения загрузки // Инновационное развитие современной науки: проблемы, закономерности, перспективы. Сборник статей VI Международной научно-практической конференции: в 2 ч. 2018. С. 17–23.
6. Приходько Д. И. Методы оптимизации мультизагрузочных и установочных носителей // Научная дискуссия современной молодёжи: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник статей III Международной научно-практической конференции: в 2 ч. 2018. С. 13–19. Режим доступа: <http://naukaip.ru/wp-content/uploads/2018/03/МК-303-Сборник-Часть-1.pdf>.
7. Приходько Д. И. Прикладные модели загрузчиков операционных систем // Прорывные научные исследования: проблемы, закономерности, перспективы. Сборник статей X Международной научно-практической конференции. 2018. С. 31–37. Режим доступа: <http://naukaip.ru/wp-content/uploads/2018/03/Сборник-МК-306.pdf>.

© Мокряков Алексей Викторович (MokryakovAlVik@gmail.com), Приходько Дмитрий Игоревич (mitry1205@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ВЫЯВЛЕНИЮ ДЕПРЕССИИ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

SYSTEM APPROACH TO DETECTION OF DEPRESSION BY METHODS OF MACHINE LEARNING

E. Romanova

Summary. A systematic approach to the study of the problem implies a systemic nature of the approach itself. This paper discusses options for constructing a classifier for recognizing the depressive states of members of society using machine learning methods. A method is proposed for constructing a classifier based on data from monitoring physical activity and characteristics of a lifestyle.

Keywords: data analysis, systems approach, classification, depression.

Романова Елена Юрьевна

Доцент, Российский государственный социальный университет, г. Москва
romanova.elena.yu@yandex.ru

Аннотация. Системный подход к изучению проблемы подразумевает системный характер самого подхода. В данной работе рассматриваются варианты построения классификатора для распознавания депрессивных состояний членов общества методами машинного обучения. Предлагается методика построения классификатора на основе данных мониторинга физической активности и характеристик образа жизни.

Ключевые слова: анализ информации, системный подход, классификация, депрессия.

Системный подход к изучению проблемы подразумевает системный характер самого подхода. Адекватность описания проблемы определяется полнотой инструментов исследования. В данной работе рассматриваются варианты построения классификатора для распознавания депрессивных состояний членов общества методами машинного обучения.

Описание проблемы. Депрессивные расстройства являются одними из самых распространенных проблем со здоровьем, в процессе исполнения трудовых функций коллективом они вызывают функциональные нарушения и снижают производительность сотрудников в большей степени, чем любые другие заболевания

Депрессивные расстройства влияют на социально-экономическую сторону жизни как на индивидуальном, так и на организационном уровнях. В исследовании [1] получены оценки потерь продуктивного времени и связанные с этим затраты среди работников с большим депрессивным расстройством по сравнению с контрольной группой: из-за прогулов и снижения производительности во время присутствия на работе рабочие с депрессивными расстройствами теряли 33,4% от их средней годовой заработной платы, тогда как в контрольной группе средние затраты составили 2,5% от годовой заработной платы.

В работе [2] оценивались потери производительности из-за прогулов и присутствия на работе с депрессией и их детерминанты у пациентов из пяти городов

Колумбии. Вероятность отсутствия на работе была на 17 процентных пунктов ниже у пациентов с хорошей самооценкой психического здоровья по сравнению с теми, кто оценивал его плохо, что подтверждает высокое экономическое бремя депрессии.

Как отмечено в [3], Политической декларацией ООН 2019 г было признано, что содействие психическому благополучию и профилактика состояний психического здоровья способствуют сокращению на одну треть преждевременной смертности от неинфекционных заболеваний. Плохое психическое здоровье пагубно сказывается на когнитивных, поведенческих, эмоциональных, социальных и взаимоотношениях человека. Способность участвовать в работе снижается из-за снижения производительности, снижения уровня безопасности труда или трудностей с сохранением или получением работы.

По оценкам, общие психические расстройства, такие как депрессия и тревожные расстройства, обходятся мировой экономике — окружающей среде в 1 триллион долларов США ежегодно.

По данным Всемирной организации здравоохранения во всем мире психическими и поведенческими расстройствами страдают около 460 миллионов человек, т.е. в среднем 6% населения мира. Для России выявлена высокая степень корреляции динамики психологического состояния населения и смертности за последние десятилетия. Системный подход к исследованию демографических процессов требует учета не только мате-

риальных, но и психогенных детерминант народонаселения [11, 12].

Проблема этиологии, распространенности, патогенеза, диагностики, лечения и профилактики депрессий выходит за рамки психиатрической науки. До двух из десяти пациентов, которые обращаются за консультацией, лечением или диагностикой к врачу общей практики, семейному врачу, врачу-терапевту, находится в состоянии депрессивного расстройства. Каждый шестой случай в клинической практике приводит к инвалидизации пациента. Очень незначительный процент заболевших жалуется именно на психические или поведенческие проблемы. В связи с чем в клинической практике затруднительно отделить психическую или поведенческую патологию от соматических заболеваний [5, 6, 7, 8, 9].

Варианты решения проблемы. Методы ранней диагностики и профилактики депрессий изучены недостаточно. Традиционные способы оценки психоэмоционального состояния (психологические опросники) в определенной степени субъективны, поэтому требуются более объективные методы.

В исследовании [10] получены статистически значимые корреляции мощности и коэффициента межполушарной когерентности основных ритмов ЭЭГ с уровнем тревоги и депрессии.

Другой подход связан с анализом повседневного языка, тестов, например, постов в социальных сетях. Считается, что повседневный язык содержит множество лингвистических маркеров, способных сигнализировать о состоянии человека, написавшего текст.

В работе [13] авторы обучили нейросеть для распознавания депрессии по произвольной речи человека без контекста, при этом точность классификации составила 71%, а полнота выявления болезни — 83% от всех больных в выборке.

В работе [14] удалось идентифицировать некоторые характеристики речи, указывающие на скрытую депрессию и тревожность у детей: монотонная речь, постоянное повторение одних и тех же рассказов.

Распознавание эмоций используется в различных реальных приложениях, где эмоциональное состояние человека служит признаком успешной работы этих систем, например, системы оценки качества обслуживания, рекомендательные системы заинтересованы в обнаружении эмоционального состояния человека. Системная архитектура eHealth [16] представляет собой интеллектуальную систему рекомендаций по здоровью с прогнозированием депрессии.

В [17] разработана модель на основе методов машинного обучения для измерения степени выраженности симптомов депрессии на основе объединения распознавания речи, компьютерного зрения и NLP (обработки естественного языка). Модель демонстрирует чувствительность 83,3% и специфичность 82,6%.

В [18] построена модель выявления депрессии по текстам в Facebook, метрика AUC = 0,69, выявлены следующие предикторы депрессии: эмоциональные (грусть), межличностные (одиночество, враждебность) и когнитивные (озабоченность собой, размышления). Такой метод может помочь находить людей, которым требуется психологическая поддержка и постановка диагноза. Ненавязчивая оценка депрессии с помощью социальных сетей у согласившихся людей может стать возможным в качестве масштабируемого дополнения к существующим процедурам скрининга и мониторинга [22].

В работе [19] исследователи разработали методологию, которая объединяет несколько алгоритмов машинного обучения для распознавания депрессии по тому, как звучит его голос.

Исследователями [20] разработана нейросеть, определяющая уровень депрессии пациента по его записи в видео- или аудиоформате. Полнота распознавания 77%.

В [21] построены классификаторы депрессии у пользователей Вконтакте по различным параметрам активности и психолингвистическим маркерам их текстов.

В настоящей работе предлагается методика построения еще одного варианта классификатора по данным мониторинга физической активности и показателям, которые можно отнести к характеристикам образа жизни — объективно наблюдаемым величинам. Показатели физической активности поступают с носимых устройств, которые сейчас довольно популярны. Характеристика образа жизни в данном исследовании ограничивалась списком употребляемых продуктов питания и данными об участии в трудовой деятельности.

Исходные данные для исследования взяты из 2005–2006 National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) [23]. Данные о физической активности представлены в виде временных рядов, данные о характеристиках образа жизни — в виде ответов респондентов на вопросы.

Изложим методику формирования обучающих данных. Целевым значением считался ответ на вопросы с идентификатором DPQ020 для определения наличия депрессии о том, как часто чувствовал ли себя ре-

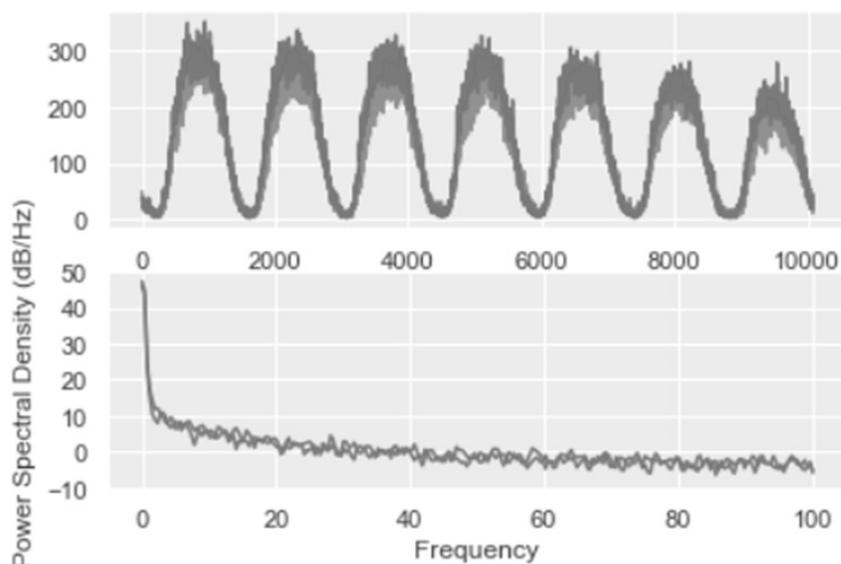


Рис. 1. Графики усредненных физических активностей людей с наличием и отсутствием депрессии (вверху), спектральные плотности мощности

спондент за последние 2 недели в подавленном или депрессивном состоянии. Положительный ответ соответствовал признаку наличия депрессии, отрицательный — отсутствию. Ответы были получены от 4831 человек, из которых положительными оказались 1062 ответа.

Объем данных о физической активности, снимаемых ежеминутно в течение недели не позволяет строить математические модели машинного обучения непосредственно на этих данных на РС в условиях отсутствия мощных ресурсов (например, при RAM меньше 32 Гб).

Поэтому для извлечения существенных признаков из данных о физической активности применялись два метода. Заметим, что была необходимость в предварительной обработке данных, т.к., по сообщениям в ряде источников [24,25] при возрастании нагрузки (интенсивный бег) показания применяемого акселерометра Actigraph (полное название the Manufacturing Technology Incorporated Actigraph and the Computer Science Applications) выше 10000 перестают отражать степень реальной нагрузки, и соответствующие выбросы были заменены пороговым значением.

Первый метод — применение скрытой марковской модели и последующий метод главных компонент (PCA), был успешно применен для оценки биологического возраста в работе [26] и последующих разработках коллектива авторов [26]. На рисунке 1 приведены графики усредненных физических активностей людей с наличием и отсутствием депрессии, а также спектральные плотности мощности показателей. При усреднении соблюдалась пропорция возрастных категорий, а само

усреднение возможно в силу принадлежности респондентов к одной системе — нахождению в одной стране.

Проведенный при кросс-валидации анализ указывает на статистическую значимость различий.

Для построения матрицы переходов скрытой гауссовой марковской модели (НММ) требовалось задать число скрытых состояний. Оно было определено экспериментально как точка равновесия между увеличивающимся временем расчета модели и уменьшающейся погрешностью модели. Приемлемые результаты были достигнуты при числе состояний 7 (рисунок 2, *справа*). К полученной матрице переходов применялся метод PCA, и семь первых компонент брались как признаки для обучения модели.

Второй метод — к данным о физической активности применялась небольшая нейронная сеть с типом архитектуры энкодер-декодер, посредством которой количество признаков физической активности снизилось до 578 (выход с последнего слоя энкодера). К ним также был применен PCA.

Данные опросов являлись небинарными категориальными переменными, и к ним была применена стандартная для машинного обучения предобработка. Наиболее существенные вопросы будут приведены ниже.

Для построения классификаторов применялись методы градиентного бустинга, случайного леса и логистическая регрессия. Классификатор на основе градиентного бустинга, построенный только на признаках о физиче-

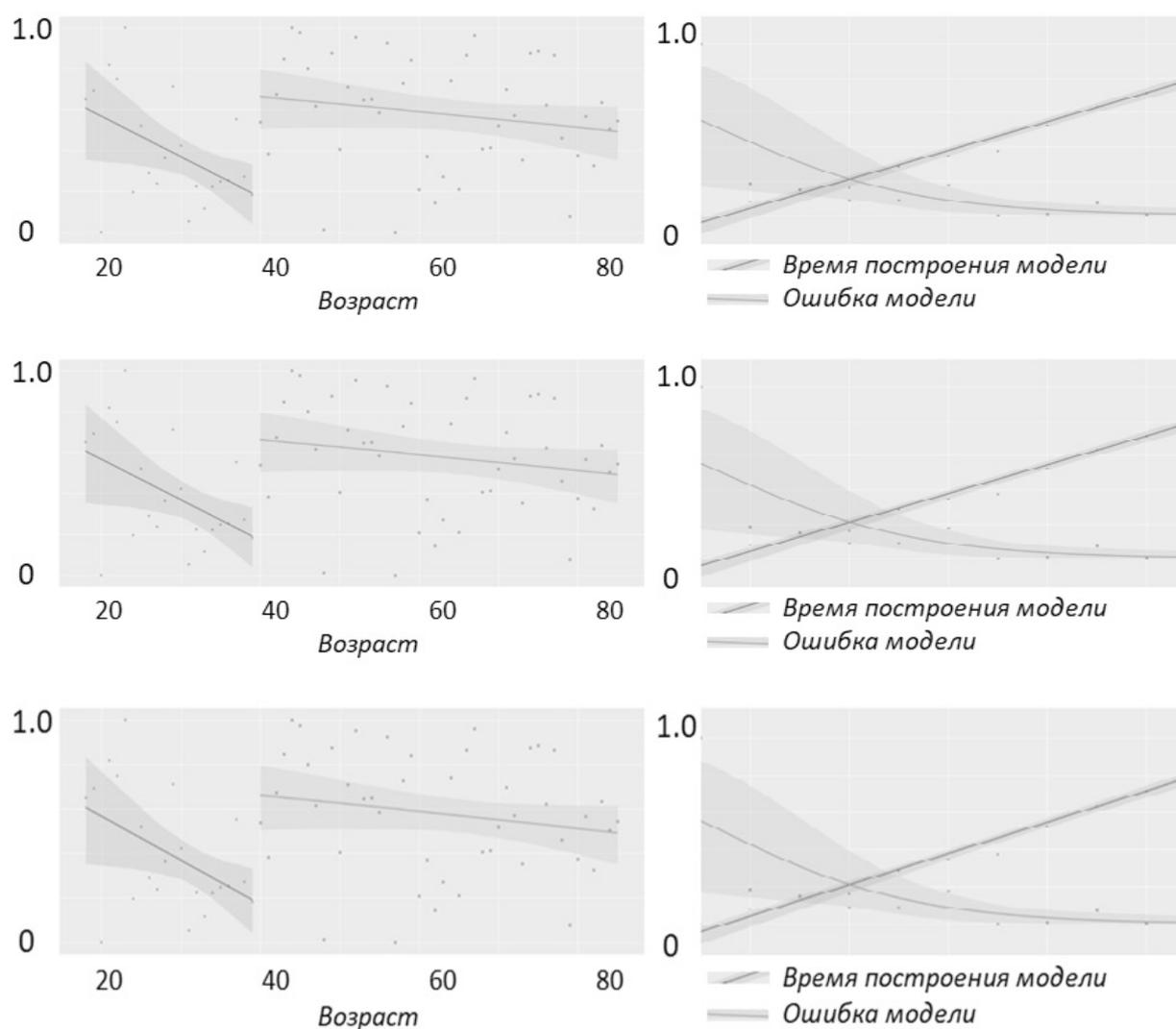


Рис. 2. Регрессия первых и вторых компонент PCA на возраст (слева), времени построения и ошибки модели HMM на число состояний (справа)

ской активности, имел значения метрик *precision* 0.82 и *recall* 0.76, что является хорошим результатом, на уровне методов, рассмотренных выше в обзоре. Классификатор, построенный на матрице признаков на компонентах PCA и характеристиках, связанных с образом жизни, увеличило метрики до средних значений: *precision* 0.90 и *recall* 0.82. При этом интересно отметить, что первые две компоненты PCA, примененного к признакам, полученным от нейросети, имеют коэффициенты детерминации 0.81 и 0.66 с возрастом от 18 до 40 и более 40 лет соответственно (рисунок 2).

Аналогичную корреляцию с возрастом более 40 лет на уровне 0.60 выявили авторы работы [27] относительно первой компоненты PCA матрицы переходов. Выявленный факт дает возможность для построения более

точных моделей при учете демографических признаков, чего в данном исследовании намеренно не делалось.

В результате данного исследования были выявлены признаки, входившие по крайней мере дважды в топ-30 по важности для трех классификаторов. В эти признаки вошли все 6 первых компонент PCA матрицы переходов и 7 первых компонент матрицы выходов энкодера нейронной сети. Проведенный анализ с помощью критерия хи-квадрат Пирсона для качественных данных подтвердил существенность различий (на уровне значимости 5%, $p\text{-value} < 0.05$) по этим признакам для групп респондентов (таблица 1).

На рисунке 3 наглядно представлены различия в ответах на некоторые вопросы. Наличие депрессивных

Таблица 1. Значимые для классификации вопросы (американская аудитория)

Идентификатор вопроса в NHANES	Текст вопроса для двух групп респондентов	p-value
PAD200	Активная активность за последние 30 дней	9.7373e-10
PAD320	Умеренная активность за последние 30 дней	4.9742e-09
PAQ180	Средний уровень физической активности каждый день	1.4737e-10
FFQ0103	Вы едите чипсы?	2.6938e-12
OCD150	Тип работы, проделанной на прошлой неделе	2.1739e-16
FFQ0006	Как часто употребляете другие морсы?	3.6082e-14
PAQ100	Задачи по дому / двору за последние 30 дней	9.8053e-06
FFQ0137	Вы едите сливочный сыр?	1.1234e-07
FFQ0139	Вы едите продукты с маслами?	0.0001
FFQ0001	Как часто пьете томатный сок?	0.0171
FFQ0004	Как часто пьете виноградный сок?	0.0011
FFQ0007	Как часто пьете молоко как напиток?	0.0001
FFQ0012	Вы пьете спиртное?	2.1656e-07
FFQ0016	Вы едите яблоки?	1.5375e-13
FFQ0017	Вы едите груши?	2.9716e-09
FFQ0020	Вы едите сухофрукты?	2.4685e-06
FFQ0021	Вы едите персики?	1.5457e-05
FFQ0024	Съедите свежую клубнику?	0.0006
FFQ0029	Вы едите сырую зелень?	0.0032
FFQ0030	Вы едите салат из капусты?	2.0331e-06
FFQ0032	Вы едите морковь?	1.7057e-07
FFQ0051	Вы едите кетчуп?	1.0905e-14
FFQ0054	Вы едите чили?	8.5256e-12
FFQ0088	Вы едите ливер?	0.0010
FFQ0121	Вы едите другие конфеты?	1.6560e-07
FFQ0133	Вы едите масло на хлебе?	0.0024
FFQ0136	Вы едите майонез?	1.6227e-09
FFQ0035 (для сравнения)	Вы едите кукурузу?	0.8953

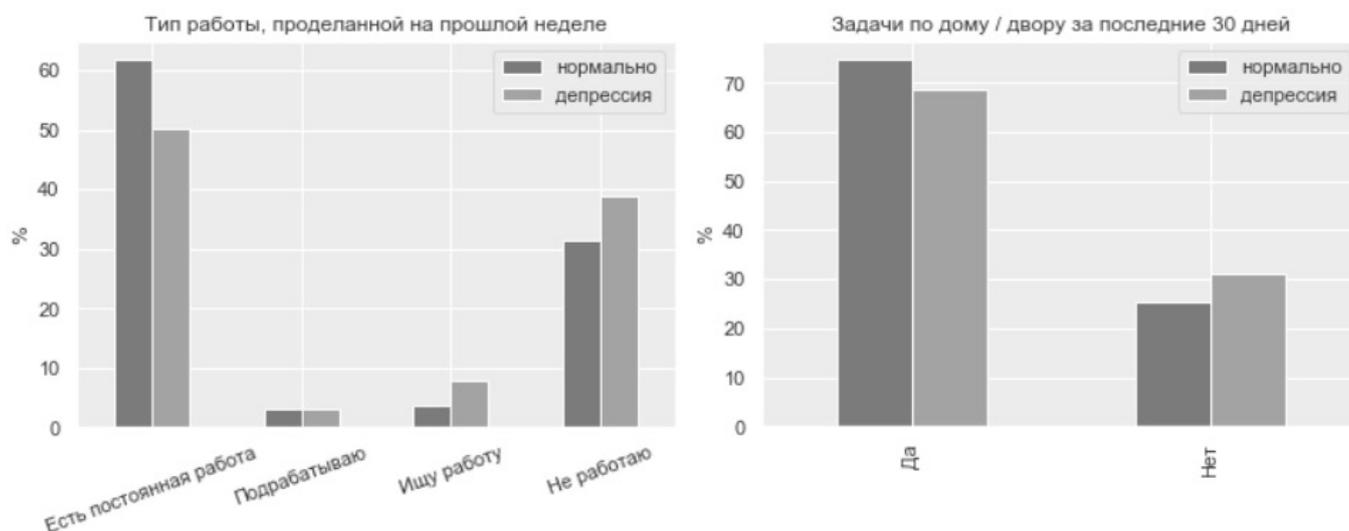


Рис. 3. Различия в ответах групп респондентов

состояний обозначено как «депрессия», отсутствие как «нормально» исключительно в иллюстративных целях.

Таким образом, в результате данного исследования можно сделать вывод, что наиболее значимыми признаками наличия депрессии респондентов без учета демографических данных можно назвать следующие: показатели физической активности; трудовая активность; социальная вовлеченность. Возможно построение классификатора только на основе показаний акселерометра, но лучший результат классификации на представленном наборе данных получается при их комбинации с характеристиками образа жизни.

Критериями отбора вариантов классификаторов являются метрики качества классификации: доля правильных ответов, точность, полнота, F1-мера и др. Большой вес в связи с характером решаемой проблемы имеет полнота, т.е. доля страдающих депрессией, правильно определенная ансамблем классификаторов.

Значимость решения проблемы

Мировым сообществом предпринимаются действия по построению классификаторов на основании системного подхода, использующего всё многообразие форм проявлений личности. В случае построения оптимального комплексного решения реализация его принесет существенную выгоду.

Так, в [4] предложено инвестиционное обоснование для расширения охвата эффективным лечением депрессии и тревожных расстройств. Показано, что при умеренном улучшении на 5% как трудоспособности, так и производительности труда в результате лечения, соотношение получаемых выгод к затратам составляет 2.3–3 к 1, если учитываются только экономические выгоды, и 3.3–5.7 к 1, когда также включается значение прибыли для здоровья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jong-Min Woo, Won Kim, Tae-Yeon Hwang, etc. Impact of Depression on Work Productivity and Its Improvement after Outpatient Treatment with Antidepressants // *Value in Health*. — 2011. — № 4. V. 14. — P. 475–482, <https://doi.org/10.1016/j.jval.2010.11.006>.
2. Uribe José Miguel, Pinto Masis, Diana & Vecino Ortiz, etc. Presenteeism, Absenteeism, and Lost Work Productivity among Depressive Patients from Five Cities of Colombia. // *Value in Health Regional Issues*. — 2017. — V. 14. — P. 15–19. <https://doi.org/10.1016/j.vhri.2017.03.001>.
3. Сайт Всемирной организации здравоохранения https://www.who.int/mental_health/prevention/guidelines_mental_health_work
4. Cuijpers P., Chisholm Dr., Sweeny K. etc. Scaling-up treatment of depression and anxiety: A global return on investment analysis. // *The Lancet Psychiatry*. — 2016. — V. 3. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(16\)30024-4](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(16)30024-4).
5. Nogueira M.H., Yasuda C.L., Coan A.C., Kanner A.M., Cendes F. Concurrent mood and anxiety disorders are associated with pharmacoresistant seizures in patients with MTLE. // *Epilepsia*. — 2017. — № 58. V. 7. — P. 1268–1276. <https://doi.org/10.1111/epi.13781>.
6. Collaborators GBDN. Global, regional, and national burden of neurological disorders, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. // *Lancet Neurol*. — 2019. № 5. V. 18. — P.:459–80. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30499-X](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30499-X).
7. Krishnan V. Depression and Anxiety in the Epilepsies: from Bench to Bedside. // *Curr Neurol Neurosci* — 2020. — № 20. V. <https://doi.org/10.1007/s11910-020-01065-z>
8. Александр Ф. Психосоматическая медицина. Принципы и практическое применение / Ф. Александр: пер. с англ. — М.: ЭКСМО-Пресс, 2002. — 352 с.
9. Александровский Ю. А. Пограничные психические расстройства при соматических заболеваниях / Ю. А. Александровский // *Психиатрия и психофармакотерапия*. — 2002. — № 1. — С. 4–7.
10. Газенкамф К.А., Дмитренко Д. В., Карнаухов В. Е., Фирсова Д. А. Корреляция мощности основных ритмов электроэнцефалограммы и коэффициента когерентности с уровнем тревоги и депрессии в юношеском возрасте // *Доктор.Ру*. — 2019. — № 6. V. 161. — С. 53–57. <https://doi.org/10.31550/1727-2378-2019-161-6-53-57>
11. И.А. Гундаров. Общественное сознание как предмет системного анализа причин демографических процессов // *Труды ИСА РАН*. — 2016. — № 2. Т. 66.
12. Винокур В.А., Новикова Ирина Альбертовна Системный анализ процесса интеграции в психотерапии // *Экология человека*. — 2015. — № 4.
13. Nawshad Farruque et al., Augmenting Semantic Representation of Depressive Language: From Forums to Microblogs // *Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases*. — 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-46133-1_22
14. E.W. McGinnis et al. Giving Voice to Vulnerable Children: Machine Learning Analysis of Speech Detects Anxiety and Depression in Early Childhood // *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, — 2019. — № 6. V. 23. — P. 2294–2301, <https://doi.org/10.1109/JBHI.2019.2913590>.
15. Chiu I., Piguot O., Diehl-Schmid J., Riedl L., Beck J., Leyhe T., Holsboer-Trachsler E., Kressig R. W., Berres M., Monsch A. U., et al. Facial Emotion Recognition Performance Differentiates Between Behavioral Variant Frontotemporal Dementia and Major Depressive Disorder. *J. Clin. Psychiatry*. — 2018. — № 79. <https://doi.org/10.4088/JCP.16m11342>.
16. Yang S., Zhou P., Duan K., Hossain M. S., Alhamid M. F. emHealth: Towards emotion health through depression prediction and intelligent health recommender system. *Mob. Netw. Appl.* — 2017. — № 23. — P. 216–226. <https://doi.org/10.1007/s11036-017-0929-3>
17. A. Haque, M. Guo, A. S. Miner, L. Fei-Fei Measuring depression symptom severity from spoken language and 3D facial expressions // *arXiv preprint arXiv:1811.08592*, 2018 — arxiv.org

18. Johannes C. Eichstaedt, Robert J. Smith, Raina M. Merchant etc. Facebook language predicts depression in medical records // Proceedings of the National Academy of Sciences — 2018. — № 44. V. 115. — P. 11203–11208. <https://doi.org/10.1073/pnas.1802331115>
19. Mashrura Tasnim, Eleni Stroulia. Detecting Depression from Voice. // Canadian Conference on Artificial Intelligence. — 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18305-9_47
20. Rob Matheson. Model can more naturally detect depression in conversations. Neural network learns speech patterns that predict depression in clinical interviews. // MIT News Office August 29, 2018.
21. Н.В. Кисельникова, М. А. Станкевич, М. М. Данина, Е. А. Куминская, Е. В. Лаврова. Выявление информативных параметров поведения пользователей социальной сети Вконтакте как признаков депрессии // Психология. Журнал Высшей школы экономики. — 2020. — № 1. Т. 17. — С. 73–88. <https://doi.org/10.17323/1813-8918-2020-1-73-88>
22. Marcel Trotzke, Sven Koitka, Christoph M. Friedrich Utilizing Neural Networks and Linguistic Metadata for Early Detection of Depression Indications in Text Sequences // April 2018 IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering 32(3):588–601, <https://doi.org/10.1109/TKDE.2018.2885515>
23. Сайт National Center for Health Statistics <https://wwwn.cdc.gov/nchs/nhanes/continuousnhanes/>
24. Ellis K., Kerr J., Godbole S., Staudenmayer J., Lanckriet G. Hip and Wrist Accelerometer Algorithms for Free-Living Behavior Classification. // Medicine and Science in Sports and Exercise. — 2016. — № 48. V. 5. — P. 933–940. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000840>.
25. Crouter S.E., Clowers K. G., & Bassett D. R., Jr (2006). A novel method for using accelerometer data to predict energy expenditure. // Journal of applied physiology. — 1985. — № 100. V. 4. — P. 1324–1331. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00818.2005>
26. Pyrkov Timothy, Getmantsev Evgeny, Zhurov Boris, etc. Quantitative characterization of biological age and frailty based on locomotor activity records. // — 2018. — № 10. <https://doi.org/10.2018.doi:10.18632/aging.101603>.

© Романова Елена Юрьевна (romanova.elena.yu@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский государственный социальный университет

ВОПРОСЫ ПОСТАНОВКИ ЦЕЛИ В УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОВД

GOAL SETTING QUESTIONS IN THE MANAGEMENT OF THE DEPARTMENT OF INTERNAL AFFAIRS

**A. Rybak
R. Danilov**

Summary. Based on the analysis of managerial relations in the internal Affairs bodies, the article concludes that the hierarchy of goals of the elements of the unified management system of the Ministry of internal Affairs of Russia is poorly developed. As a tool for solving this problem, the goal model is proposed, which makes it possible to bring the process of building a hierarchy of goals to a standard basis. The features of the application of the presented model in the field of administrative relations of the Department of internal Affairs make it possible to abandon the use of final quantitative indicators as goals of territorial divisions and move to goals that reflect the level of efficiency of their activities. The technology for calculating the indicator of such a goal is proposed.

Keywords: system, system approach, entropy, organization, problem, task, goal, problem level goal, task level goal, goal model, goal implementation process, unit performance, throughput.

Рыбак Александр Владимирович

*К.т.н., доцент, Дальневосточный юридический институт МВД России
rybak_2908@mail.ru*

Данилов Роман Михайлович

*К.т.н., доцент, Дальневосточный юридический институт МВД России
danilovroman@mail.ru*

Аннотация. В статье на основе анализа управленческих отношений в органах внутренних дел делается вывод о слабой проработке вопросов иерархии целей элементов единой системы управления МВД России. В качестве инструмента решения этой задачи предложена модель целей, дающая возможность привести процесс построения иерархии целей на типовую основу. Особенности применения представленной модели в сфере управленческих отношений ОВД дают возможность отказаться от использования итоговых количественных показателей в качестве целей территориальных подразделений и перейти к целям, отражающим уровень эффективности их деятельности. Предлагается технология расчета показателя такой цели.

Ключевые слова: система, системный подход, энтропия, организованность, проблема, задача, цель, цель уровня проблемы, цель уровня задачи, модель целей, процесс реализации цели, эффективность деятельности подразделения, пропускная способность.

Исследование современной практики управления в органах внутренних дел за последние десять лет позволяет отметить, что основные усилия управленческой структуры в основном направлены на решение краткосрочных проблем, где набор альтернатив решения мал, потребности в многоаспектном анализе невелики, а основные задачи связаны с отслеживанием текущих изменений оперативной обстановки, подготовкой и реализацией решений коллегий различного уровня.

В то же время состояние и структура оперативной обстановки претерпели кардинальные изменения. Прежде всего это связано с нарастающим трендом избыточности многомерной исходной информации о состоянии преступности и ее внешней среды, уменьшением роли рекурсивных и увеличением значения синергетических связей между основными компонентами деятельности ОВД.

Поэтому решение краткосрочных проблем, основанных на изучении только рекурсивных связей не позволя-

ют решить главную задачу классического управления — повышения организованности системы. Статистические данные по оперативной обстановке за последнее десятилетие подтверждают наличие этой проблемы.

С одной стороны, за годы, прошедшие после реформы ОВД достаточно существенно улучшился имидж органов внутренних дел, принесла положительные результаты борьба с коррупцией среди сотрудников и работников органов внутренних дел. За период с 2006 г. по 2018 г. эти положительные результаты сопровождаются стабильным ежегодным уменьшением количества зарегистрированных преступлений в целом по стране.

В то же время в управленческой деятельности территориальных подразделений сформировались ряд негативных явлений, которые требуют к себе особого внимания.

Прежде всего обращает на себя внимание достаточно острый некомплект сотрудников по наиболее важ-

ным направлениям деятельности территориальных подразделений: следствия, дознания, уголовного розыска, участковых уполномоченных. Дополнительно к этому наблюдается высокий уровень ротации по этим направлениям. Как следствие — уменьшение среднего стажа работы и снижение профессионализма сотрудников.

В то же время структура преступности претерпела в последнее время значительные изменения. Намечился ежегодный тренд увеличения тяжких и особо тяжких преступлений при уменьшении количества грабежей и ряда других насильственных преступлений. На этом фоне быстрыми темпами увеличивается количество сложных преступлений, таких как мошенничество, особенно связанное с использованием информационно-телекоммуникационных технологий или в сфере компьютерной информации. В целом, массив таких преступлений за последние 5 лет увеличился более чем в шесть раз с 43,8 тыс. преступлений в 2015 году до 294,4 тыс. в 2019 году. По итогам первого полугодия 2020 г. их количество возросло почти на 92% (до 225,5 тыс.) [1]. Более того, в 2019 году общее количество преступлений, зарегистрированных на территории России, увеличилось.

Таким образом в соответствии с новыми трендами в преступности повышаются требования к профессиональной подготовке руководителей и сотрудников территориальных подразделений. Но системных решений в практике управленческих отношений в этом направлении не просматривается.

Кадровая проблема усугубляется тем, что в современном российском обществе стало все трудней находить достойный кадровый резерв в виде «скамейки запасных» для решения подобного рода задач. Молодые люди, которые служат в органах внутренних дел или которые по возрасту, по образованию и по уровню интеллектуальных способностей потенциально могут прийти на службу в органы внутренних дел, обладают набором жизненных ценностей, которые несколько противоречат требованиям, предъявляемыми к сотруднику органов внутренних дел. Невысокий уровень денежного довольствия по сравнению с уровнем психической и физической нагрузки, ненормированный рабочий день, необходимость отказа от ряда конституционных прав, явно завышенные требования к здоровью — это далеко не полный перечень факторов, которые негативно влияют на выбор профессии сотрудника органов внутренних дел.

То есть сложилось явное противоречие между требованиями, которые предъявляются к профессиональным качествам сотрудников в настоящее время и сложившейся технологией отбора, воспитания и мотивации перспективных молодых людей для службы в системе

МВД России. Снятие этого противоречия лежит за пределами решения отдельных вопросов управления (увеличение денежного довольствия, премиальные выплаты и пр.) и требует системного подхода.

Под системным подходом понимается методология исследования любых процессов, явлений, объектов и проблем как систем (при условии, что таковыми их можно представить).

Под системой принято понимать идеальную или материальную целостность, состоящую из взаимосвязанных элементов, объединенных единой целью. Следовательно, единство цели их функционирования и развития является основным системообразующим фактором.

Таким образом, чтобы представить структуру МВД России как систему управления и оценить степень ее организованности необходимо выстроить иерархию целей составляющих ее элементов: центрального аппарата, территориальных органов и организаций системы МВД. Решение этого вопроса представляет на сегодняшний день довольно сложную задачу, так как нормативная база системы МВД содержит лишь формулировки задач, направлений и функций подразделений, но не содержит целей. Поэтому вопрос иерархии целей элементов единой системы управления МВД России остается открытым и требует к себе в настоящее время более глубокого изучения.

Содержанием понятия цель, ее активностью или пассивностью по отношению к объекту управления всегда занимались, занимаются на различных научных направлениях: формальном, логическом, философском и т.п. В современном информационном обществе, когда отсутствует дефицит информации, но имеет место «проклятье многомерности» ее оценки эти вопросы требуют особой проработки. Без построения иерархии целей сложно принять решение, что выбрать в качестве цели — итоговый количественный показатель деятельности подразделения (например, количество административных протоколов, которые необходимо составить за единицу времени) или минимизацию времени, при выполнении поставленной задачи.

Чтобы разобраться с этой многомерностью, рассмотрим цель, когда она обуславливает необходимость какой-то деятельности, которая может быть выражена вопросами, требующими решения.

Вопросы, встречающиеся в процессе управления социальными системами и органами внутренних дел, в частности, столь разнообразны по своему характеру, по масштабу и по длительности что, прежде всего, их необходимо сгруппировать на основе единого критерия.

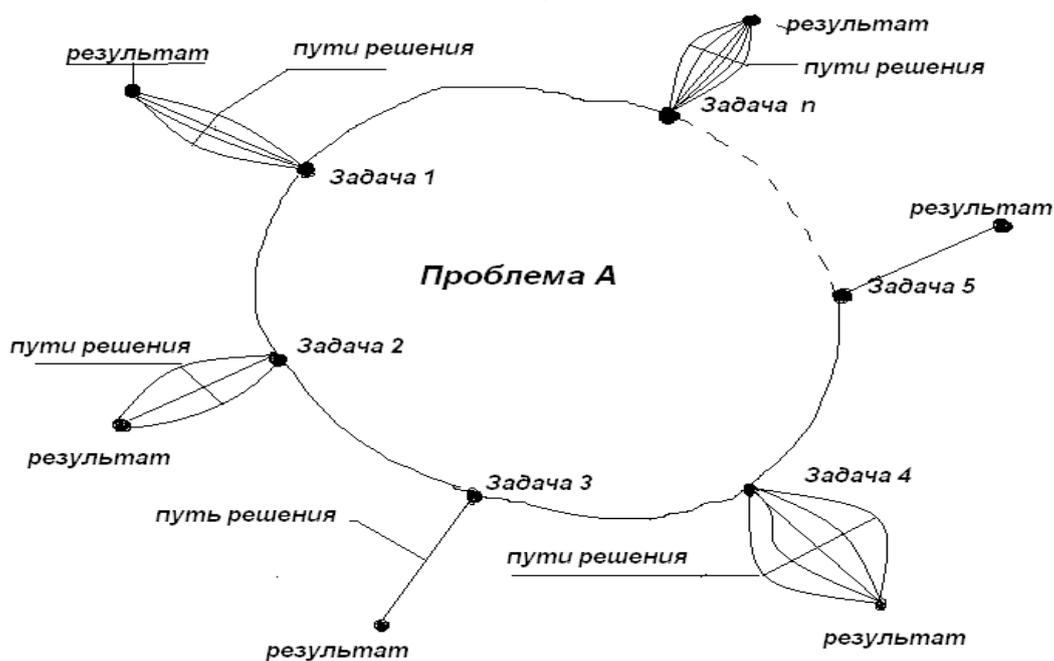


Рис. 1. Соотношение проблемы и задачи

Таким достаточным критерием можно выбрать величину неопределенности в вопросе, для устранения которой либо есть пути решения, либо их нет в рассматриваемый момент времени.

Отсюда появляются два принципиально различных вида вопросов, которые условно можно разделить на *проблемы* и *задачи* [3].

Под *проблемой* будем понимать разновидность вопроса, имеющего четко поставленную цель, но пути достижения которой не могут быть установлены достаточно строго в данный момент времени (рис. 1).

Под *задачей* будем понимать разновидность вопроса, имеющего четко поставленную цель и конкретный путь (несколько путей) ее решения.

Проблема А может быть решена, или предполагается ее решение с помощью нескольких задач (задачи 1, 2 и т.д.). Число путей решения проблемы, как это следует из данного нами выше определения, не может быть выявлено достаточно четко в рассматриваемый момент времени Т. Для задач, как это видно на рис. 1, может быть либо один путь решения (например, для задач 3, 5), либо несколько путей решения (задачи 1, 2, 4, N) и т.д.

Если для задач цели могут быть определены предельно четко и ясно выражены конкретными количественными показателями, то цели проблемы можно только

приблизительно оценить на уровне качественных или количественных показателей, но с большим разбросом. На основании типов вопросов, требующих решения, формулируются и два вида целей.

Цель уровня проблемы — объективная социальная необходимость, которая может быть установлена и выражена набором количественных или качественных показателей, состав которых и пределы отклонений не могут быть определены в полной мере. Например, это может быть повышение эффективности работы органов внутренних дел в целом по стране.

Цель уровня задачи — объективная социальная необходимость, которая может быть установлена и выражена набором количественных показателей с заданными пределами отклонений.

Например, это может быть повышение эффективности работы следственных подразделений территориальных органов на основе внедрения новых критериев оценки следственной работы, связанных с учетом ее организованности.

Отсюда появляется возможность представить цели в виде модели, два вида целей, процесс их реализации с оценкой его эффективности [5] (рис. 2).

Цель 1 условно будем называть целью-потребностью. Этот тип цели в основном формируется на уровне

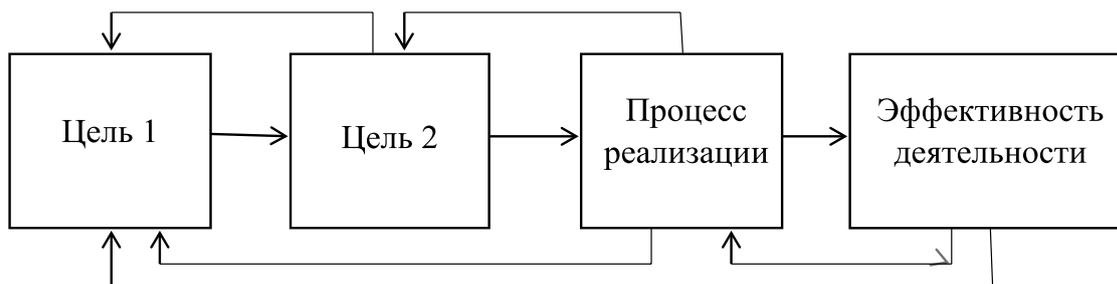


Рис. 2. Модель целей

центрального аппарата МВД России. Формулирование цели на этом уровне управления связано с необходимостью учета и формализации, наряду с показателями работы органов внутренних дел, большого массива криминологических факторов социального, экономического, политического, психологического и пр. характера. Это привносит в цель-потребность высокую долю неопределенности. По этой причине, как уже было сказано выше, формализация такой цели представляет чрезвычайно сложный процесс, что ограничивает возможность применения на этом уровне итоговых количественных показателей, задающих стратегию и тактику работы органов внутренних дел. Здесь возникает необходимость рассмотрения в качестве дополнительной цели заданного уровня эффективности деятельности территориальных подразделений, оценивающего количественно степень их организованности при выполнении поставленных задач в сложившейся оперативной обстановке. Подробно расчет уровня эффективности будет рассмотрен ниже.

Цель 2 (уровень задач) непосредственно связана с процессом реализации, ее можно назвать технологической, т.е. такой целью, которая наряду с ее формальным представлением может служить основой для сравнения целевых функций процессов различного характера как по масштабу, так и по содержанию. Очевидно, что такое сравнение необходимо для выявления уровня решаемых задач, а также для интеграции задач по их содержательным характеристикам, что позволит совместно рассматривать задачи, решаемые по различным видам правоохранительной деятельности, общих по целевой функции: работа дежурных частей, следственных подразделений, уголовного розыска, участковых уполномоченных. Таким образом, этот тип цели наиболее корректно формирует на уровне территориальных подразделений.

Под *процессом реализации* понимается любой вид целенаправленной деятельности, включающей все необходимые аспекты для достижения поставленной цели.

Процессами могут быть процесс оперативно-розыскной деятельности, процесс расследования преступлений, процесс охраны общественного порядка и пр.

При этом в процессе реализации цели 2 (уровня задачи) имеют место следующие основные составляющие, которые сами по себе также являются процессами:

1. Процесс разработки нормативной и методической документации, определяющей процессы реализации целенаправленной деятельности.
2. Собственно процесс деятельности подразделения на основе разработанной технологии для решения поставленных задач.
3. Процесс обеспечения, который включает все необходимые элементы обеспечения: кадровое, материальное, финансовое, психологическое и пр.
4. Процесс управления. Задачей этого процесса является координация трех вышеназванных процессов для достижения общей цели с использованием минимальных ресурсов. Процесс управления включает краткосрочное прогнозирование, долгосрочное и краткосрочное планирование, оперативное
4. Процесс развития включает в себя технологию решения перспективных задач подразделения. Процесс развития должен обеспечить перспективу совершенствования организации деятельности подразделения при изменении оперативной обстановки.

Таким образом, технологическая цель может быть представлена в виде дерева технологических целей процессов: организация деятельности; обеспечение; управление; развитие.

В связи с тем, что эти процессы выполняют различные функции и характеры направленности их действий отличны друг от друга, появляется необходимость типизировать число уровней и состав структурных элементов в глубину каждого процесса, так как только последнее может обосновать выявление прямых и обратных связей на всех этапах получения конечного результата: от идеи до реализации.

Если, например, технологическая цель получения конечного результата составлена таким образом, что сте-

пень детализации соответствует минимальным автономным составляющим системы (например, следственному отделу районного отдела полиции), а цель обеспечения включает только крупные составляющие системы (уровня УМВД РФ по региону), то имеет место разный масштаб представления указанных видов технологических целей. В этом случае объединение связями данных видов целей практически не может привести не только к ожидаемому результату, но даже к построению строгой системы управления, включающей координацию работ по разномасштабным элементам. Решение о степени детализации технологических целей должно приниматься на уровне центрального аппарата.

Блок «Эффективность деятельности» определяет степень организованности системы управления подразделением при решении служебных задач. В качестве синонима понятия организованности можно использовать понятие порядка. Отсюда задачей управления их деятельностью является уменьшения беспорядка. Количественной мерой измерения беспорядка в системе является ее особая характеристика — энтропия. Она характеризует соотношение организованности и дезорганизованности в системе, предопределяет поведение людей, в данном случае сотрудников, в сложной оперативной обстановке. Степень организованности системы тем выше, чем меньше количество содержащейся в ней энтропии. Но здесь нельзя с точки зрения управления абсолютизировать значение организованности в системе. Стремление уменьшить энтропию до нуля приводит к стагнации системы, уменьшению креативности во взаимодействии ее элементов. При этом энтропия системы вытесняется во внешнюю среду, что формирует между ними противоречие, которое при достижении определенного уровня может привести к разрушению системы. В части, касаемо управления территориальными подразделениями, это выглядит как потеря мотивации сотрудников к выполнению своих служебных обязанностей и профессиональному росту, стремление найти другую область применения своих сил и способностей вне деятельности правоохранительных органов. Именно в этом причина затяжного некомплекта по основным направлениям деятельности территориальных подразделений: следствие, дознание, уголовный розыск, деятельность участковых уполномоченных.

Таким образом задачей эффективного управления является поддержание определенного баланса между организованностью и беспорядком при безусловном доминировании организованности.

Здесь возникает вопрос — как определить этот баланс, как рассчитать границу между организованностью и неорганизованностью в виде количественного параметра, определив его границей эффективного и неэф-

фективного управления? Активной целью управления подразделением в данном случае может быть достижение этого параметра, либо его превышение на заданный диапазон.

Технология расчета этого параметра основана на использовании модели динамического равновесия четырех показателей оперативной обстановки [4]:

α , γ , R , V . Исходя из того, что форма зависимости между используемыми параметрами, не линейная, а экспоненциальная, модель представлена в следующем виде:

$$\alpha = \frac{\gamma \cdot R}{V} \cdot (1 - e^{-\frac{V}{\gamma \cdot R}}), \quad (1)$$

где α — рассматривается, как показатель границы эффективного управления;

γ — показатель эффективной (в зависимости от поставленной задачи) «пропускной способности» одного сотрудника за отчетный период;

R — число сотрудников территориального подразделения;

V — реальная нагрузка на подразделение в виде количества объектов, обработанных подразделением за отчетный период (например, количество уголовных дел в производстве у следственного подразделения по данным статистики).

Определяющим параметром применения этой модели для поставленной задачи является γ — величина, определяющая «пропускную способность» одного сотрудника за отчетный период. Представим в краткой форме технологию ее расчета, например, для следственных подразделений [2].

1. Все преступления, регистрируемые на территории подразделения, предварительно методом экспертных оценок классифицируются по степени сложности и трудоемкости расследования на отдельные категории (например, на 8 категорий).
2. Методом экспертных оценок для каждой категории определяется количество преступлений, которое может расследовать на подведомственной территории один следователь за один год. Представим эти показатели в виде числовой последовательности $k_1, k_2, k_3, \dots, k_8$.
3. На основе данных статистической отчетности определяем долю каждой категории преступлений в общем количестве преступлений, зарегистрированных на территории подразделения в отчетный период. Представим ее также в виде числовой последовательности $d_1, d_2, d_3, \dots, d_8$.

4. Рассчитываем γ — «пропускную способность» одного сотрудника методом расчета средневзвешенной величины.

$$\gamma = k_1*d_1 + k_2*d_2 + k_3*d_3 + k_4*d_4 + k_5*d_5 + k_6*d_6 + k_7*d_7 + k_8*d_8 \dots \quad (2)$$

5. В полученной величине «пропускной способности» γ в соответствии с логикой ее расчета учтена не только сложившаяся в отчетный период структура преступности и трудоемкость расследования зарегистрированных преступлений на территории подразделения, но и требуемый уровень профессиональной компетентности ее сотрудников. На этом основании, подставив полученное значение γ в формулу (1), получаем возможность определить нижнюю границу эффективности деятельности подразделения. В соответствии с этой формулой увеличение количества зарегистрированных преступлений V или увеличение сложности и трудоемкости расследования преступлений за отчетный период (учтено в γ) ведет к уменьшению значения границы эффективности работы подразделения. Обратный процесс ведет к увеличению значения этой границы.

Следовательно, определив в качестве технологической цели уровень достаточной эффективности деятельности подразделения, мы получаем возможность избавиться от влияния внешней среды (структурной и количественной динамики преступности) на достижение поставленной цели. При этом уровень эффективности деятельности подразделения, его степень организованности подвергается непосредственному измерению.

Таким образом, подводя итог сказанному, модель, представленная на рис. 2, позволяет принципиально не считать цель уровня проблемы или цель уровня за-

дачи единственно активными элементом модели. Ими может быть любой из элементов модели, например процесс реализации. Действительно, можно сформулировать много целей, но осуществить их практически невозможно из-за отсутствия технологии процесса реализации, которая сама по себе может являться проблемой.

Проблемой может быть и эффективность деятельности подразделения, даже если мы знаем необходимые ее показатели. Если же на практике нельзя реализовать технологию достижения такой эффективности, то результаты деятельности подразделения будут иметь большой разброс, как со стороны состава самих показателей, так и со стороны их отклонений. Следовательно, все элементы модели (рис. 2) можно условно считать и активными, и пассивными.

Активность или пассивность элементов модели определяется только в процессе построения дерева целей, при наличии конкретно поставленной задачи.

Если при построении дерева целей окажется, что хотя бы один из элементов, например процесс реализации, не может быть реализован в рассматриваемый момент времени, а элемент «цель» явился инициатором построения дерева целей, то цель в этом случае — активный элемент. Наоборот, если дерево целей строится исходя из оптимизации ресурсов, а именно, возможностей получения требуемой эффективности и процесса ее реализации, то цель в этом случае является пассивным элементом.

Таким образом, представленная модель целей позволяет выработать типовую технологию построения иерархии целей, начиная от выявления проблемы и формулирования целей-потребностей до расчета количественного показателя активного элемента технологической цели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Состояние преступности в России за январь — июнь 2020 года. Статистический сборник. — Москва. Генеральная прокуратура Российской Федерации. 2020. (Сборник подготовлен на основании формы федерального статистического наблюдения № 4-ЕГС и ведомственного отчета МВД России формы 1-А).
2. Рыбак А. В. Оценка эффективности деятельности следственных подразделений на основе применения методов системной динамики // Научный портал МВД России. 2016. № 3 (35). С. 99–103.
3. Рыбак А. В. Системный анализ в диссертационном исследовании // Технология и особенности применения в сфере юридических наук. Научный журнал. — 2018. № 6. С. 231–326.
4. Минаев В. А. Кадровые ресурсы органов внутренних дел: современные подходы к управлению. Монография. — М.: Академия МВД СССР, 1991.
5. Стабин И.П., Моисеева В. С. Автоматизированный системный анализ. — М.: Машиностроение, 1984.

ОДЕЛЬ ЗВЕНА СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С ГРАДИЕНТНЫМ РЕЗЕРВИРОВАНИЕМ КАНАЛЬНОГО РЕСУРСА ДЛЯ ОПИСАНИЯ ПЕРЕДАЧИ МНОГОМОДАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

MODEL OF A DATA TRANSMISSION NETWORK LINK WITH GRADIENT REDUNDANCY OF A CHANNEL RESOURCE FOR DESCRIBING THE TRANSMISSION OF MULTIMODAL INFORMATION

**S. Saitov
A. Saitov**

Summary. The article proposes a new approach to modeling by means of the theory of queuing processes of joint service with reservation of the channel resource of protocol data units of messages of traditional communication services and messages in a multimodal representation in the link of the data transmission network of the monitoring system of critical state facilities.

Keywords: model, data transmission network, critical object, operator identification, monitoring, efficiency of resource use.

Саитов Сергей Игоревич

Сотрудник, Академия ФСО России, г. Орел
soul1308@yandex.ru

Саитов Андрей Игоревич

Сотрудник, Академия ФСО России, г. Орел

Аннотация. В статье предлагается новый подход к моделированию средствами теории массового обслуживания процессов совместного обслуживания с резервированием канального ресурса протокольных блоков данных сообщений традиционных услуг связи и сообщений в многомодальном представлении в звене сети передачи данных системы мониторинга критически важных объектов государства.

Ключевые слова: модель, сеть передачи данных, критически важный объект, идентификация оператора, мониторинг, эффективность использования ресурсов.

Общие положения

Геополитическая обстановка в мире требует существенного ужесточения мониторинга критически важных объектов (КВО) государства [1, 2], так как отказ (повреждение) их элементов может приводить к существенным негативным военно-политическим и экономическим последствиям, а иногда к многочисленным человеческим жертвам [3]. Для снижения влияния «человеческого фактора» в КВО широко внедряются средства мониторинга поведения операторов автоматизированных рабочих мест (АРМ). Перспективными для автоматической идентификации легитимности и девиантности персонала КВО признаны системы на базе динамической многомодальной аутентификации (ДМА) [4]. Внедрение новых средств DMA приводит к увеличению нагрузки на соответствующие сети передачи данных (СПД), где наряду с данными контроля передаются сообщения традиционных услуг связи (ТУС). Кроме того, поток сообщений модальностей обладают рядом специфических характеристик, не учет которых при обслуживании в СПД приведет к недостоверным выводам о состоянии операторов АРМ [5]. В следствие изложенного актуальной научно-технической задачей предметной области является моделирование процессов совмест-

ного обслуживания протокольных блоков данных (ПБД) сообщений ТУС и сообщений в многомодальном представлении. Ниже такое моделирование предлагается осуществить на основе положений теории массового обслуживания (ТМО) [6–9] для систем с резервированием канального ресурса (РКР).

Постановка задачи моделирования СПД

Пусть в рассматриваемой СПД даже с учетом внедрения средств DMA по экономическим соображениям не планируется увеличения объемов канального ресурса, но сохраняется требование к качеству предоставления ТУС [10]. Следовательно, задачу моделирования может быть сформулирована в условиях обеспечения приоритета сообщений ТУС (ПБД_{ТУС}) относительно сообщений в модальном представлении (ПБД_{мод}). Однако, вследствие необходимости синхронизации модальностей, требуется обеспечить своевременную доставки ПБД_{мод} без изменения взаимных временных соотношений между ними, иначе достоверность суждения о легитимности и девиантности операторов будет неудовлетворительной. Соответственно, предлагаемая модель в формализованном виде может быть представлена как

система массового обслуживания с РКР следующим образом.

Дано: система массового обслуживания (СМО), в которой вектор параметров входной нагрузки вида $\vec{Z}_k = [b_k, N_k, \alpha_k, \mu_k]^T$, где $k = 1, \dots, n$, n — число потоков заявок, b_k — число единиц канального ресурса (ЕКР) линии, необходимого для обслуживания k -го потока; α_k — интенсивность потока заявок от одного источника k -го приоритета в свободном состоянии; μ_k — интенсивность обслуживания заявок k -го потока; N_k — общее число источников, формирующих k -й поток нагрузки; $\varphi_k(i)$ — градиентная функция внутренней блокировки для заявок k -го потока, где i — общее число занятых канальных единиц объема канального ресурса V в момент поступления заявки k -го потока; V — объем канального ресурса.

Дисциплина обслуживания — с абсолютным приоритетом и РКР.

Ограничения и допущения: процесс обслуживания заявок рассматривается на уровне соединения; поступающие входные потоки описываются моделью простейшего потока с параметром α_k ($N_k < 100$); длительность обслуживания заявок потоков имеет экспоненциальное распределение с параметром μ_k ; функция внутренней блокировки $\varphi_k(i) \neq 1$ и является неубывающей.

Необходимо: разработать математическую модель системы, учитывающую дисциплину обслуживания заявок с приоритетами, прерыванием и резервированием канального ресурса, определяющую зависимость

$$\pi_k = F(\vec{Z}_k, V, n),$$

где π_k — показатель качества обслуживания в виде вероятности потерь заявок k -го потока.

В символике Кендалла-Башарина модель СМО представляется в виде

$$\overline{M}_n^{[L]} / \overline{M}_1^{[L]} / V / L / PRA.$$

Ниже раскрываются элементы этого представления.

1. Входной поток — $\overline{M}_n^{[L]}$. На СМО поступает n примитивных потоков заявок (вызовов) с общим числом источников N_k , $k = 1, \dots, n$; $N_k < 100$.
2. Поток освобождений — $\overline{M}_1^{[L]}$. Среднее время занятия канального ресурса обслуживанием одной заявки k -го потока равно $1/\mu_k$. Число ЕКР, необходимое для обслуживания одной заявки k -го потока, — b_k (целое число). Длительности обслуживания заявок k -го потока являются случайной величиной, имеют экспоненциальное распре-

ление и не зависят друг от друга и от других входных потоков.

3. Скорость передачи информации в канале связи, выраженная в ЕКР, — V (целое число).
4. Способ обслуживания с явными потерями — L .
5. Порядок обслуживания с абсолютным приоритетом — PRA .

Моделирование звена СПД системы мониторинга КВО. Пусть на звено СПД со скоростью передачи информации V поступают два потока заявок ($n = 2$), ПБД_{МОД} и ПБД_{ТВС}. Доля потерянных заявок k -го потока ($k = 1, 2$) далее обозначается через π_k . Заявки второго потока ($k = 2$) обладают абсолютным приоритетом по отношению к заявкам первого потока ($k = 1$) за исключением случаев, предусмотренных РКР для низкоприоритетных заявок с характеристиками субъекта контроля (оператора АРМ).

Входными данными разработанной модели являются: \vec{Z}_k — вектор параметров входной нагрузки, определяемый как

$$\vec{Z}_k = [b_k, N_k, \alpha_k, \mu_k]^T.$$

Выходные данные модели: π_1, π_2 .

Число заявок первого и второго потока, находящихся на обслуживании, далее обозначается в виде

$$i_1 \in \left\{ 0, 1, \dots, \left\lfloor \frac{V}{b_1} \right\rfloor \right\} \text{ и } i_2 \in \left\{ 0, 1, \dots, \left\lfloor \frac{V}{b_2} \right\rfloor \right\}$$

соответственно, где скобки $\lfloor \cdot \rfloor$ обозначают целую часть от соответствующего выражения. Общее число занятых ЕКР определяется из соотношения $i = i_1 b_2 + i_2 b_2$. Тогда вектор (i_1, i_2) отражает состояние системы.

При поступлении высокоприоритетного вызова возможны исходы:

вызов будет принят на обслуживание с вероятностью $1 - \varphi_2(i)$, при $\varphi_2(i) \in [0; 1)$, не влияя на число установленных низкоприоритетных соединений. Ситуация возможна, когда число свободных ресурсов звена больше или равно b_2 ЕКР, т.е. при $V - i \geq b_2$;

вызов будет принят на обслуживание с вероятностью $1 - \varphi_2(i)$, при $\varphi_2(i) \in [0; 1)$ за счет прерывания

$$\left\lfloor \frac{b_2 - (V - i)}{b_1} \right\rfloor$$

установленных низкоприоритетных соединений, где $\lfloor \cdot \rfloor$ — округление к большему целому. Ситуация возмож-

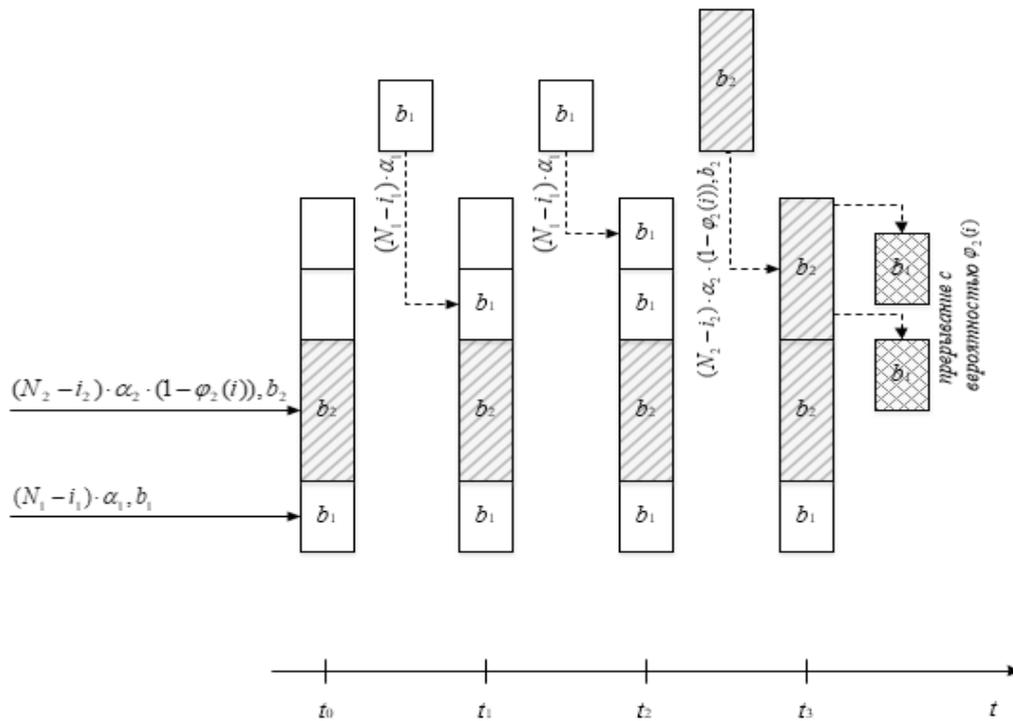


Рис. 1. Реализация механизма прерывания установленных низкоприоритетных соединений при использовании функции внутренней блокировки

на, когда число свободных ресурсов звена меньше числа ЕКР b_2 , требуемых для установления высокоприоритетного соединения, т.е. при $V - i < b_2$; вызов будет потерян, когда число ресурсов звена, не занятых обслуживанием высокоприоритетных соединений, меньше числа ЕКР b_2 , т.е. при $V - i_2 b_2 < b_2$.

При поступлении низкоприоритетного вызова возможны исходы: вызов будет принят на обслуживание. Ситуация возможна, когда число свободных ресурсов звена больше или равно b_1 единиц канального ресурса, т.е. при $V - i \geq b_1$; вызов будет потерян во всех остальных случаях.

Описанные правила приема и обслуживания вызовов показаны на рисунке 1 для случая, когда $b_1 = 1, b_2 = 2, V = 5$.

Сформулированная постановка задачи определяет вид пространства состояний исследуемой двухпоточковой модели звена СПД и структуру случайного процесса, описывающего динамику их изменения. Через $i_1(t)$ далее обозначается число заявок первого ($k = 1$) и $i_2(t)$ — второго ($k = 2$) потоков, находящихся в момент времени t на обслуживании. Динамика изменения с течением времени числа обслуживаемых заявок каждого из имеющихся потоков описывается двумерным случайным

процессом $r(t) = (i_1(t), i_2(t))$, определённым на конечном пространстве состояний $\Omega = \{(i_1, i_2): i \leq V\}$. Пространство состояний и соответствующая диаграмма переходов СМО, рассматриваемого типа, показаны на рисунке 2.

Характеристики качества обслуживания вызовов

Приведенная постановка задачи и математическое описание модели позволяют утверждать, что процесс $r(t)$ является марковским и может быть исследован в стационарном режиме. Пусть $P(i_1, i_2)$ — стационарная вероятность того, что на обслуживании находятся i_1 заявок на передачу низкоприоритетного трафика ПБД_{МОД} и i_2 заявок высокоприоритетного трафика ПБД_{ТУС}.

В соответствии с интерпретацией стационарных вероятностей марковского процесса $r(t)$ значение вероятности $P(i_1, i_2)$ представляет собой долю времени пребывания звена в состоянии (i_1, i_2) .

Приведенная интерпретация позволяет определить искомые характеристики качества обслуживания поступающих потоков заявок. К ним относятся вероятности потери заявок на передачу низкоприоритетного трафика π_1 сообщений в модальном представлении и высокоприоритетного трафика π_2 ТУС.

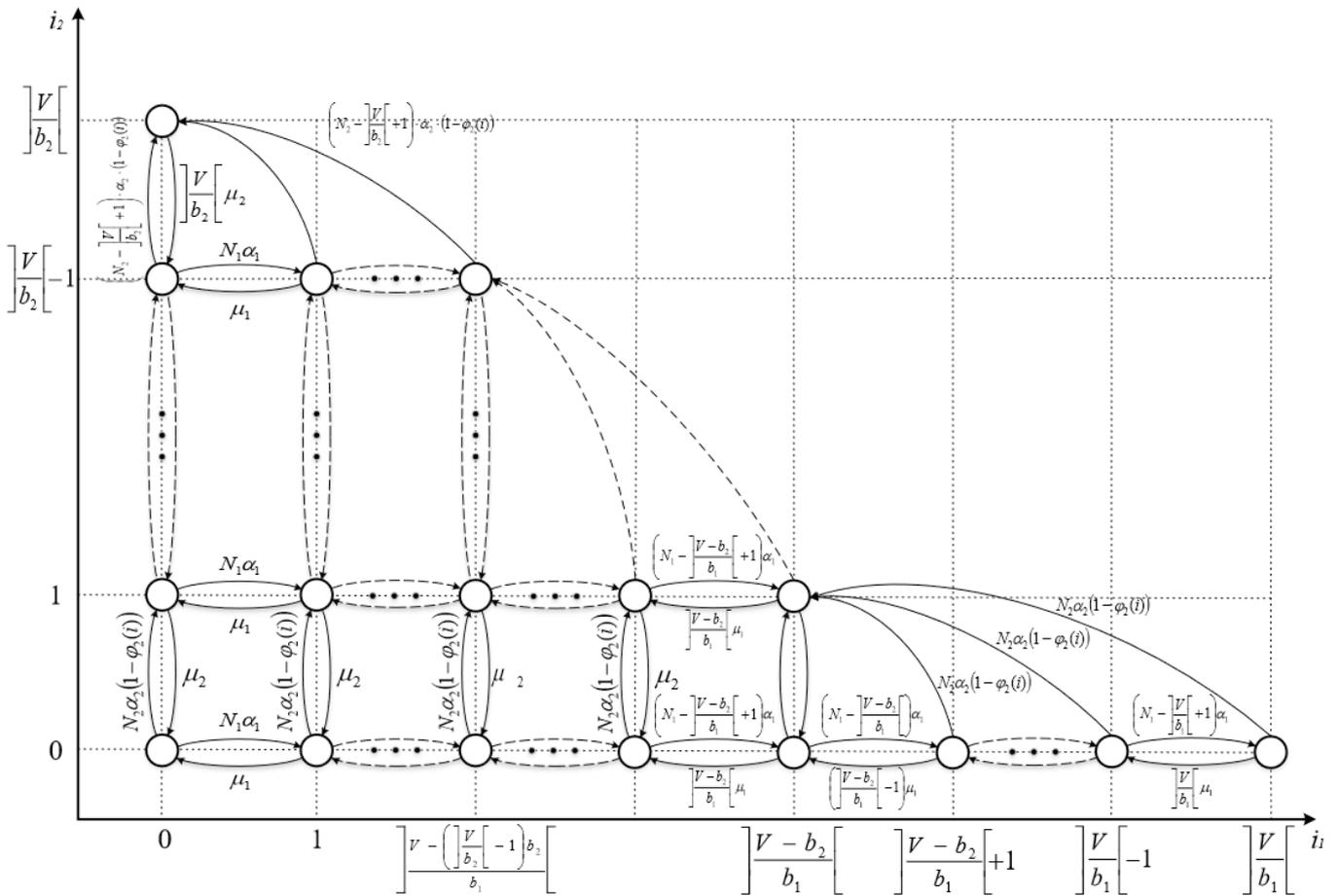


Рис. 2. Диаграмма переходов для случайного процесса $r(t)$

Ниже приводятся общие выражения и порядок оценивания данных показателей $\pi_1 = \pi + \pi_{пр}$, где $\pi_{пр}$ — вероятность потерь низкоприоритетного трафика из-за занятости всего канального ресурса обслуживанием заявок обоих потоков, определяемая как отношение интенсивности потерянных заявок к интенсивности поступивших заявок

$$\pi_{пр} = \frac{\sum_{(i_1, i_2) \in B_1} P(i_1, i_2) \cdot (N_1 - i_1) \cdot \dots}{\sum_{(i_1, i_2) \in \Omega} P(i_1, i_2) \cdot (N_1 - i_1) \cdot \dots}, \quad (1)$$

где $B_1 = \{(i_1, i_2) \in \Omega : i + b_1 > V\}$; $\pi_{пр}$ — вероятность потерь низкоприоритетного трафика из-за прерывания соединения заявкой более высокого приоритета, определяемая как отношение интенсивностей соответствующих событий. Высокоприоритетная заявка будет принята к обслуживанию с вероятностью $1 - \varphi_2(i)$, если компоненты состояния СМО удовлетворяют условию $i_2 \cdot b_2 + b_2 \leq V$.

Прерывание низкоприоритетных заявок для компонент рассматриваемого состояния (i_1, i_2) происходит при выполнении неравенства $i + b_2 > V$. В этом случае число прерываемых заявок будет определяться из выражения

$$\left\lfloor \frac{b_2 - (V - i)}{b_1} \right\rfloor;$$

$$\pi_{пр} = \frac{\sum_{(i_1, i_2) \in B_2} \left(\left\lfloor \frac{b_2 - (V - i)}{b_1} \right\rfloor \right) \cdot P(i_1, i_2) \cdot (N_2 - i_2) \cdot \dots}{\sum_{(i_1, i_2) \in \Omega} P(i_1, i_2) \cdot (N_1 - i_1) \cdot \dots}, \quad (2)$$

где $B_2 = \{(i_1, i_2) \in \Omega : V - i_1 \cdot b_1 < i_2 \cdot b_2 + b_2 \leq V\}$; π_2 — вероятность потерь высокоприоритетного трафика из-за занятости всего канального ресурса и с учетом РКР определяется выражением $\pi_2 = \pi_{пр2} + \pi_{фб}$, где $\pi_{пр2}$ — вероятность потерь высокоприоритетного трафика ТУС из-за занятости всего канального ресурса обслуживанием заявок приоритетного потока, определя-

емая как отношение интенсивности потерянных заявок к интенсивности поступивших заявок

$$\pi_{nm2} = \frac{\sum_{(i_1, i_2) \in B_3} P(i_1, i_2) \cdot (N_2 - i_2) \cdot (1 - \varphi_2(i))}{\sum_{(i_1, i_2) \in \Omega} P(i_1, i_2) \cdot (N_2 - i_2) \cdot (1 - \varphi_2(i))}, \quad (3)$$

где $B_3 = \{(i_1, i_2) \in \Omega : i_2 \cdot b_2 + b_2 > V\}$; $\pi_{\phi\delta}$ — вероятность потерь высокоприоритетного трафика из-за функции блокировки:

$$\pi_{\phi\delta} = \sum_{(i_1, i_2) \in \Omega} P(i_1, i_2) \cdot \varphi_2(i). \quad (4)$$

Приведенные определения показателей качества обслуживания заявок и заданная функция блокировки для высокоприоритетного трафика ТУС дают возможность произвести оценку отличий предложенной модели СПД как СМО с РКР относительно известных моделей с отказами и абсолютным приоритетом.

Система уравнений равновесия

Для оценивания характеристик модели СМО

$$\overline{M}_n / \overline{M}_1 / V / L / PRA$$

необходимо составить и решить систему уравнений равновесия (СУР), связывающую значения стационарных вероятностей $P(i_1, i_2)$.

В соответствии с правилом статистического равновесия при формировании системы уравнений необходимо определить и просуммировать интенсивности поступления всех событий, которые выведут процесс $r(t)$ из произвольного состояния (i_1, i_2) , взвешенные вероятностью данного состояния (левая часть СУР) и приравнять их к суммарным интенсивностям перехода процесса $r(t)$ в состояние (i_1, i_2) , взвешенным соответствующими вероятностями состояний, из которых этот переход происходит (правая часть СУР) [6, 9].

Сначала целесообразно получить выражение для левой части произвольного уравнения системы уравнений равновесия. Переход из состояния (i_1, i_2) осуществляется при наступлении следующих событий.

1. При поступлении заявки на передачу низкоприоритетного трафика. Данное событие наступает с интенсивностью $(N_1 - i_1) \cdot \alpha_1$ при условии, что есть свободный канал ресурс для обслуживания поступившей заявки (т.е. при $i + b_1 \leq V$). В этом случае совершается переход в состояние $(i_1 + 1, i_2)$.

2. При поступлении заявки на передачу высокоприоритетного трафика. Данное событие наступает с интенсивностью $(N_2 - i_2) \cdot \alpha_2 \cdot (1 - \varphi_2(i))$ при условии, что механизм допуска заявок принимает решение о ее приеме на обслуживание и функция блокировки $\varphi_2(i) \neq 1$. Указанное действие выполняется в двух случаях:

если есть свободный канал ресурс для обслуживания поступившей заявки, т.е. $i + b_2 \leq V$. В этом случае совершается переход в состояние $(i_1, i_2 + 1)$;

если число свободных ресурсов звена меньше b_2 , т.е. $V - i < b_2$. В этом случае происходит прерывание обслуживания

$$\left\lfloor \frac{b_2 - (V - i)}{b_1} \right\rfloor$$

низкоприоритетных соединений, и совершается переход в состояние

$$\left(i_1 - \left\lfloor \frac{b_2 - (V - i)}{b_1} \right\rfloor, i_2 + 1 \right).$$

3. При окончании обслуживания заявки на передачу низкоприоритетного трафика. Данное событие наступает с интенсивностью $i_1 \cdot \mu_1$, если на обслуживании имеются соответствующие заявки ($i_1 > 0$). В этом случае совершается переход в состояние $(i_1 - 1, i_2)$.

4. При окончании обслуживания заявки на передачу высокоприоритетного трафика. Данное событие наступает с интенсивностью $i_2 \cdot \mu_2$, если на обслуживании имеются соответствующие заявки ($i_2 > 0$). В этом случае совершается переход в состояние $(i_1, i_2 - 1)$.

Правая часть произвольного уравнения СУР отражает, из каких состояний, с какой интенсивностью и при каких условиях возможен переход процесса $r(t)$ в заданное состояние (i_1, i_2) . Интересны в этом контексте соответствующие события и интенсивности их осуществления.

Переход случайного процесса $r(t)$ в состояние (i_1, i_2) может произойти в следующих ситуациях:

1. Из состояния $(i_1 - 1, i_2)$ с интенсивностью $(N_1 - i_1 + 1) \cdot \alpha_1$ в результате поступления заявки на передачу низкоприоритетного трафика. Условием осуществления события является принадлежность состояния $(i_1 - 1, i_2)$ пространству состояний модели Ω

$$\left(\text{т. е. при } 0 < i_1 \leq \left\lfloor \frac{V - i_2 \cdot b_2}{b_1} \right\rfloor \right).$$

$$\begin{aligned}
 &P(i_1, i_2) \cdot \left[(N_1 - i_1) \cdot \alpha_1 \cdot I(i + b_1 \leq V) + (N_2 - i_2) \cdot \alpha_2 \cdot (1 - \varphi_2(i)) \cdot I(i + b_2 \leq V) + \right. \\
 &\left. + (N_2 - i_2) \cdot \alpha_2 \cdot (1 - \varphi_2(i)) \cdot I(i + b_2 > V, i_2 \cdot b_2 + b_2 \leq V) + \sum_{k=1}^2 i_k \cdot \mu_k \cdot I(i_k > 0) \right] = \\
 &= P(i_1 - 1, i_2) \cdot (N_1 - i_1 + 1) \cdot \alpha_1 \cdot I\left(i_1 < i_1 \leq \left\lfloor \frac{V - i_2 \cdot b_2}{b_1} \right\rfloor \right) + \\
 &+ P(i_1, i_2 - 1) \cdot (N_2 - i_2 + 1) \cdot \alpha_2 \cdot (1 - \varphi_2(i - b_2)) \cdot I\left(i_2 < i_2 \leq \left\lfloor \frac{V - i_1 \cdot b_1}{b_2} \right\rfloor \right) + \\
 &+ P(i_1 + 1, i_2) \cdot (i_1 + 1) \cdot \alpha_1 \cdot I(i + b_1 \leq V) + P(i_1, i_2 + 1) \cdot (i_2 + 1) \cdot \alpha_2 \cdot I(i + b_2 \leq V) + \\
 &= P(i_1 - 1, i_2) \cdot (N_1 - i_1 + 1) \cdot \alpha_1 \cdot I\left(i_1 < i_1 \leq \left\lfloor \frac{V - i_2 \cdot b_2}{b_1} \right\rfloor \right) + \\
 &+ P(i_1, i_2 - 1) \cdot (N_2 - i_2 + 1) \cdot \alpha_2 \cdot (1 - \varphi_2(i - b_2)) \cdot I\left(i_2 < i_2 \leq \left\lfloor \frac{V - i_1 \cdot b_1}{b_2} \right\rfloor \right) + \\
 &+ P(i_1 + 1, i_2) \cdot (i_1 + 1) \cdot \alpha_1 \cdot I(i + b_1 \leq V) + P(i_1, i_2 + 1) \cdot (i_2 + 1) \cdot \alpha_2 \cdot I(i + b_2 \leq V) + \\
 &\cdot I(i_2 > 0, i_2 \cdot b_2 \leq V, i + b_1 > V), (i_1, i_2) \in \Omega.
 \end{aligned} \tag{5}$$

Здесь $I(\cdot)$ — индикаторная функция, определяемая соотношением

$$I(\cdot) = \begin{cases} 1, & \text{если выполнено условие, сформулированное в скобках;} \\ 0, & \text{если это условие не выполнено.} \end{cases}$$

2. В результате поступления заявки на передачу высокоприоритетного трафика, если механизм допуска заявок принимает решение о ее приеме на обслуживание. Указанное действие выполняется в двух случаях:

из состояния $(i_1, i_2 - 1)$ с интенсивностью $(N_2 - i_2 + 1) \cdot \alpha_2 \cdot (1 - \varphi_2(i))$. Условием осуществления события является принадлежность состояния $(i_1, i_2 - 1)$ пространству состояний модели Ω

$$\left(\text{т. е. при } 0 < i_2 \leq \left\lfloor \frac{V - i_1 \cdot b_1}{b_2} \right\rfloor \right);$$

из состояний $(i_1 + k, i_2 - 1)$, где

$$k = 1, \left\lfloor \frac{V - (i_2 - 1) \cdot b_2}{b_1} \right\rfloor - i_1,$$

с интенсивностью $(N_2 - i_2 + 1) \cdot \alpha_2 \cdot (1 - \varphi_2(i))$, в случае прерывания низкоприоритетной заявки. Условием осуществления события является принадлежность состоя-

ний $(i_1 + k, i_2 - 1)$ пространству состояний модели Ω (т.е. при $i_2 > 0$ и $i_2 \cdot b_2 \leq V, i + b_1 > V$).

3. Из состояния $(i_1 + 1, i_2)$ с интенсивностью $(i_1 + 1) \cdot \mu_1$ в результате окончания обслуживания заявки на передачу низкоприоритетного трафика. Условием осуществления события является принадлежность состояния $(i_1 + 1, i_2)$ пространству состояний модели Ω (т.е. при $i + b_1 \leq V$).

4. Из состояния $(i_1, i_2 + 1)$ с интенсивностью $(i_2 + 1) \cdot \mu_2$ в результате окончания обслуживания заявки на передачу высокоприоритетного трафика. Условием осуществления события является принадлежность состояния $(i_1, i_2 + 1)$ пространству состояний модели Ω (т.е. при $i + b_2 \leq V$).

Приравняв левую и правую части уравнения равновесия можно получить общий вид СУР (5).

Следует отметить, что решение системы уравнений равновесия (5) удовлетворяет условию нормировки

$$\sum_{(i_1, i_2) \in \Omega} P(i_1, i_2) = 1.$$

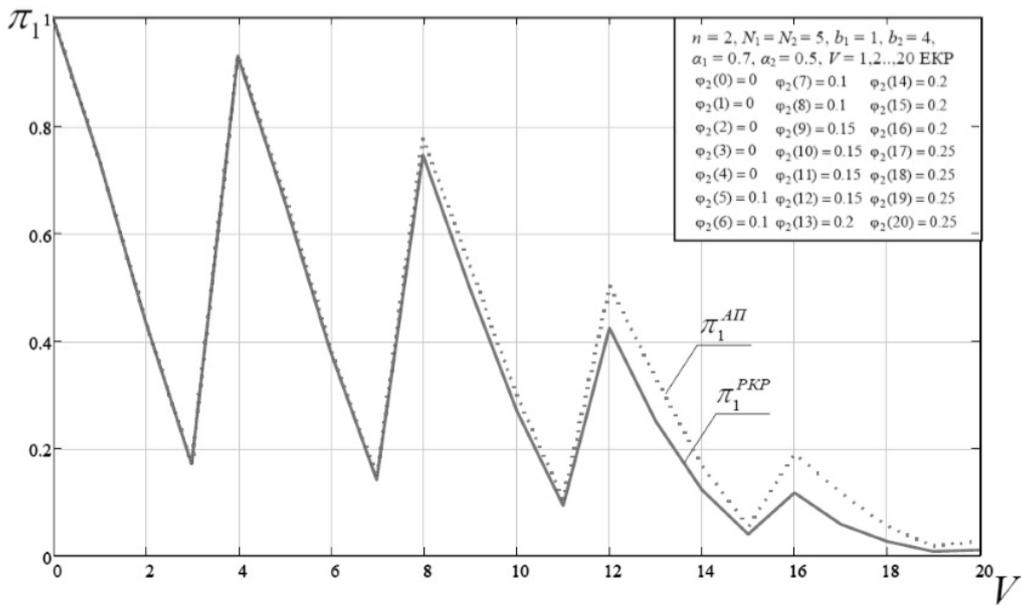


Рис. 3. Зависимость вероятности потерь низкоприоритетных заявок от канального ресурса известной и предлагаемой модели: $\pi_1^{АП}$ — вероятности потерь низкоприоритетных заявок известной модели, $\pi_1^{ПКР}$ — вероятности потерь низкоприоритетных заявок предлагаемой модели с учетом ПКР.

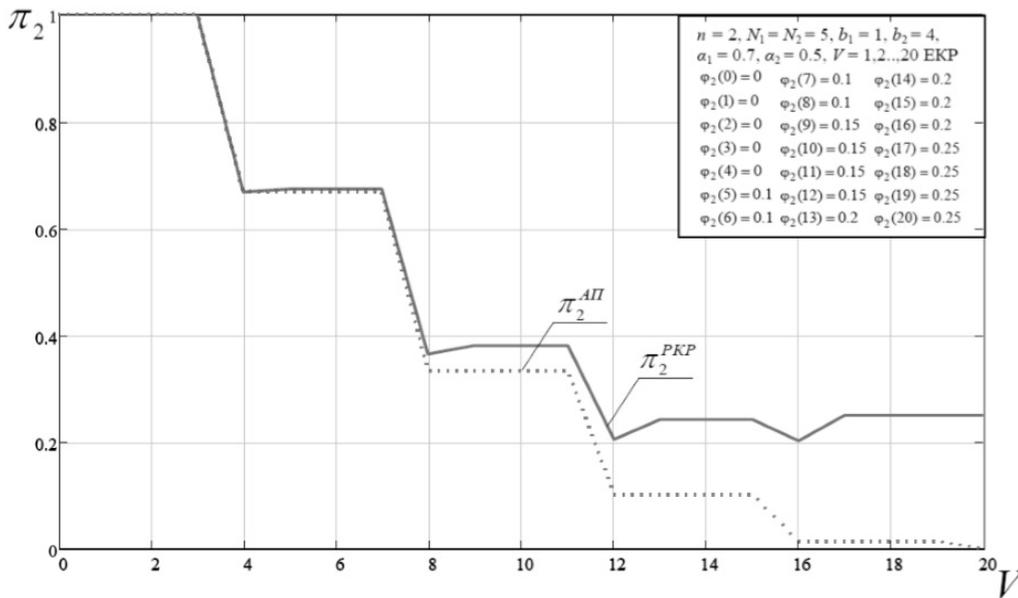


Рис. 4. Зависимость вероятности потерь высокоприоритетных заявок от канального ресурса известной и предлагаемой модели: $\pi_2^{АП}$ — вероятности потерь высокоприоритетных заявок существующей модели, $\pi_2^{ПКР}$ — вероятности потерь высокоприоритетных заявок предлагаемой модели с учетом ПКР.

В связи с реализацией механизма прерывания для данной модели не выполняется критерий Колмогорова, следовательно, процесс $r(t)$ не обладает свойством обратимости. Поэтому распределение вероятностей состояний системы не может быть представлено в мульти-

пликативном виде [11, 12]. В связи с этим для решения СУР (5) необходимо использовать численные методы. В этом случае рекомендуется использовать итерационный метод Гаусса-Зейделя, общая схема реализации которого при решении СУР представлена в [13].

В связи с предложенной концепцией, предлагается, варьируя значения вероятностей отказа в обслуживании высокоприоритетного трафика в зависимости от общего числа занятых ЕКР, исследовать алгоритмы резервирования канального ресурса СПД (рисунки 3 и 4). Наблюдаемое локальное уменьшение вероятности потерь низкоприоритетных заявок объясняется вытеснением с обслуживания ресурсоемких заявок в соответствии с правилом, заданным функцией внутренней блокировки.

Представленный механизм позволяет обеспечить как необходимое качество обслуживания сообщений ПБДМОД, так и соответствующее качество ТУС в зависимости от актуальной обстановки по связи.

Моделирование обеспечило описание закономерностей зависимости качества обслуживания ПБДТУС и ПБДМОД от параметров звена СПД (от АКСО до узла ИА-С+БД). Данная модель позволяет разработать алгоритм для определения оптимальных значений управляемых характеристик звена СПД, а также решить задачу, заключающуюся в поиске таких функций блокировок СПИ, при которых вероятность потерь низкоприори-

тетных заявок ПБДМОД будет минимальной, а показатели качества обслуживания ПБДТУС останутся в заданных рамках.

Заключение

Таким образом, для системы мониторинга КВО с реализованным контролем состояния операторов АРМ на базе ДМА предложена новая математическая модель СМО

$$M_n^{LJ} / M_1^{LJ} / V / L / PRA$$

с градиентным резервированием канального ресурса вида

$$\pi_k = F(Z_k, V, n).$$

Предложенная модель в комплексе с известными моделями систем распределения информации [12–15] позволит решать оптимизационные задачи, связанные с определением наиболее предпочтительных параметров при проектировании СПД системы мониторинга КВО государства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон РФ 68-ФЗ от 21.12.1994 (с изменениями от 8.03.2015) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» / М.: Собрание законодательства РФ, 2017.
2. Федеральный закон РФ N187-ФЗ от 26.07.2017 «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» / М.: Собрание законодательства РФ, 2017.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 14 августа 2020 г. № 1225 «Об утверждении правил разработки критериев отнесения объектов всех форм собственности к критически важным объектам» / <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74423898>.
4. Саитов И. А. Методологические основы синтеза полимодальных инфокоммуникационных систем государственного управления: монография / И. А. Саитов, О. О. Басов, А. А. Карпов, — Орёл: Академия ФСО России, 2015. — 263 с.
5. Носов М. В. Повышение эффективности управления в условиях изменения психофизиологического состояния персонала / М. В. Носов, О. О. Басов, П. Ю. Хахамов // Труды СПИИРАН. — 2014. — Вып. 3 (34). — С. 112–135.
6. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания / Л. Клейнрок — М.: Машиностроение, 1979–432 с.
7. Evans J., Filsfils C. Deploying IP and MPLS QoS for Multiservice Networks. Theory and Practice, Morgan Kaufmann Publishers, 2007, 456 p.
8. Степанов С. Н. Основы телетрафика мультисервисных сетей / С. Н. Степанов. — М.: Эко-Трендз, 2010. — 392 с.
9. Саитов И. А. Теоретические основы анализа и оптимизации иерархических многоуровневых маршрутизирующих систем: монография / И. А. Саитов, Р. Б. Трегубов. — Орёл: Академия ФСО России, 2017. — 587 с.
10. Концепция управления качеством связи в Российской Федерации (проект). — М.: Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 2015.
11. Iversen V. B. Teletraffic Engineering and Network Planning. DTU Fotonik, 2015, 382 p.
12. Наумов В. А. Теория телетрафика мультисервисных сетей. — М., РУДН, 2007. — 191 с.
13. Степанов С. Н. Теория телетрафика: концепции, модели, приложения. М., Горячая линия, Телеком, 2015, 868 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ БИТОВОЙ ОШИБКИ В РАДИОКАНАЛЕ РЕЛЕЯ В РЕЖИМЕ SISO ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СВЁРТОЧНЫХ КОРРЕКТИРУЮЩИХ КОДОВ

INVESTIGATION OF THE PROBABILITY OF BIT ERROR IN THE RAYLEIGH RADIO CHANNEL IN SSO MODE WHEN USING CONVOLUTIONAL CORRECTION CODES

**M. Seksembayeva
N. Tashatov
G. Ovechkin**

Summary. The article deals with convolutional codes with a given end bit combination (TBC) and Viterbi decoding in a Rayleigh channel with adaptive Gaussian noise. Simulation modeling of the information transmission system using convolutional correction codes and their decoding using the Viterbi method is demonstrated. A linear equalizer with RLS algorithms and a Gain signal amplifier were also used to improve the system's noise immunity. The model was developed using the Matlab software package using the Simulink package. The main indicator of performance of any communication system — the error probability — is investigated and calculated, and graphs of the error probability dependences on the signal-to-noise ratio (SNR) are constructed. The results obtained can be applied to the selection of an effective type of modulation and a method of noise-tolerant coding in communication systems.

Keywords: rayleigh channel, bit error probability, convolutional codes, Viterbi decoding, intersymbol interference.

Основная цель любой схемы связи — обеспечить безошибочную передачу данных. Многолучевое распространение радиосигнала может привести к ослаблению или даже полному подавлению некоторых поднесущих из-за взаимных помех прямых и задержанных сигналов. В результате форма сигнала искажается, смещается оценка истинной задержки, наблюдаются флуктуации амплитуды, фазы и угла прибытия; перекрытие во времени соседних последовательно передаваемых сигналов приводит к эффекту межсимвольной интерференции (МСИ) (intersymbol interference, ISI). Одним из методов решения такой проблемы является помехоустойчивое кодирование. Для повышения эффективности подавления негативного воздействия МСИ при использовании передачи сигналов будем применять

сверточное кодирование и декодирование Витерби, данные методы исправления ошибок, применяющиеся во многих современных коммуникационных стандартах, таких как LTE и WiMAX и широко используемые в системах связи для улучшения показателей коэффициента ошибок по битам (BER). Таким образом, требуется исследовать вероятность битовой ошибки в многолучевом канале Релея при заданных типах M-арной цифровой модуляции в среде Matlab-Simulink.

Структуры цифровых сигналов, расчет их характеристик, условий их распространения — первичные параметры, которые должны учитываться при проектировании радиосетей. Именно городские условия являются наиболее сложными для распространения радиосигналов.

Сексембаева Манара Ануаровна

Евразийский национальный университет имени
Л. Н. Гумилева
manara-1988@mail.ru

Ташатов Нурлан Наркенович

К.ф.-м.н., доцент, Евразийского национального
университета имени Л. Н. Гумилева
tash.nur@mail.ru

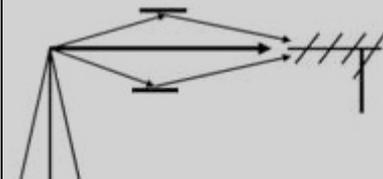
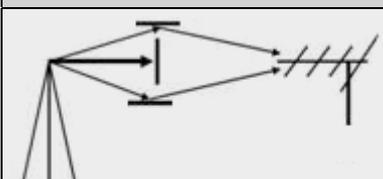
Овечкин Геннадий Владимирович

Д.т.н., профессор, Рязанский государственный
радиотехнический университет
g_ovechkin@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены сверточные коды с задаваемой концевой комбинацией битов (ТВСС) и декодирование Витерби в канале Релея с адаптивным гауссовским шумом. Продемонстрировано имитационное моделирование системы передачи информации с использованием сверточных корректирующих кодов и их декодирование по методу Витерби. Для повышения помехоустойчивости системы также были использованы линейный эквалайзер с RLS алгоритмом и усилитель сигнала Gain. Модель разработана при помощи программного комплекса Matlab с применением пакета Simulink. Исследован и вычислен главный показатель производительности любой системы связи — вероятность ошибки и построены графики зависимостей вероятности ошибки от отношения сигнал/шум (ОСШ). Полученные результаты могут быть применены при выборе эффективного вида модуляции и метода помехоустойчивого кодирования в системах связи.

Ключевые слова: канал Релея, вероятность битовой ошибки, сверточные коды, декодирование Витерби, межсимвольной интерференция.

Таблица 1. Прохождение сигнала через разные каналы

Расположение антенн	Описание
	Аддитивный гауссовский канал: Прямая видимость между антеннами, без отраженных сигналов.
	Райсовский канала: Прямая видимость между антеннами, имеется отраженные сигналы.
	Релеевский канал: Нет прямой видимости между антеннами, принимаются только отраженные сигналы Этот канал присущ городам со средней и высокой застройкой и рассматривается как основной канал в городских условиях.

В этих условиях неизбежно многолучевое распространение — отражение от препятствий, дифракция, проникновение сквозь здания и сооружения. Сигнал, приходящий на приемную антенну, имеет задержки и изменение амплитуды во времени. Эти факторы являются наиболее существенными в ухудшении производительности и качества канала. При анализе многолучевых каналов выделяют два их вида — канал Райса и канал Релея.

В каналах Релея и Райса помимо аддитивной составляющей шума присутствуют мультипликативные шумы, вызванные переотражениями и движениями объектов в среде. Прохождение сигнала через канал можно представить следующим образом (Таблица 1):

Один из показателей характеристик качества физического канала это вероятность ошибки (битовой или символьной) при передаче цифрового потока.

Вероятность принятия детектором неверного решения называется вероятностью символьной ошибки, P_E .

Битовая ошибка дает количество битов в ошибке в единицу времени. В цифровой связи число битов ошибки — это число битов, принятых в потоке данных по каналу связи, которые изменяются либо из-за шума, помех, искажений, либо из-за битовой синхронизации, затухания, беспроводного многолучевого замирания и т.д.

Соотношение между вероятностью битовой ошибки (P_B) и вероятностью символьной ошибки (P_E) для ортогональных M -арных сигналов дается следующим выражением (1):

$$\frac{P_B}{P_E} = \frac{2^{k-1}}{2^k - 1} = \frac{M/2}{M - 1} \quad (1)$$

Будем рассматривать битовые ошибки. Если коэффициент битовых ошибок в точке приема резко вырастет, то это приведет к неустойчивой связи. Избегав повышения уровня коэффициента битовых ошибок, можно добиться устойчивой связи в точке приема

Основной параметр, определяющий вероятность ошибки в канале — это отношение сигнал/шум. В понятие шум входят и помехи канала. Значения отношения сигнал/шум и вероятности ошибки — обратно пропорциональны. Ниже приведены характеристики вероятности ошибок в канале Релея в сравнении с ошибками в канале Гаусса при одинаковых модуляциях (рис. 1, 2) [1].

Графики показывают огромную разницу между ошибками каналов Релея и Гаусса.

Для исследования уменьшение этой разницы в данной работе был рассмотрен сверточное кодирование с задаваемой конечной комбинацией битов и декодирование Витерби в канале Релея в режиме SISO с адаптивным гауссовским шумом с использованием модуляции BPSK, QPSK и QAM, а их производительность оценивается путем нахождения коэффициента битовых ошибок. Модель создана с помощью Simulink/Matlab 20.

В сверточном коде с задаваемой конечной комбинацией битов начальное и конечное состояние его матрицы кодирования после кодирования всегда равны.

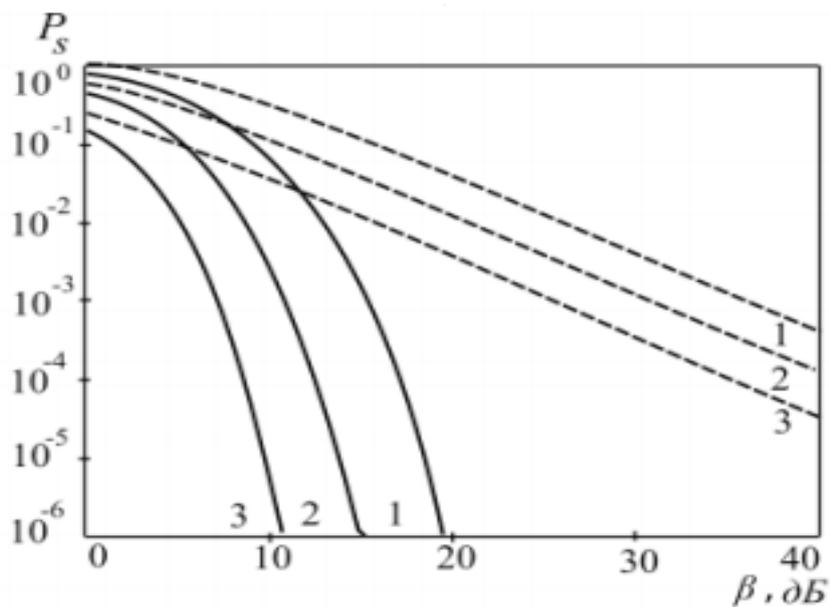


Рис. 1. Вероятности ошибок в канале Релея и Гаусса для модуляции MQAM при:
1) $M = 4$; 2) $M = 16$; 3) $M = 64$

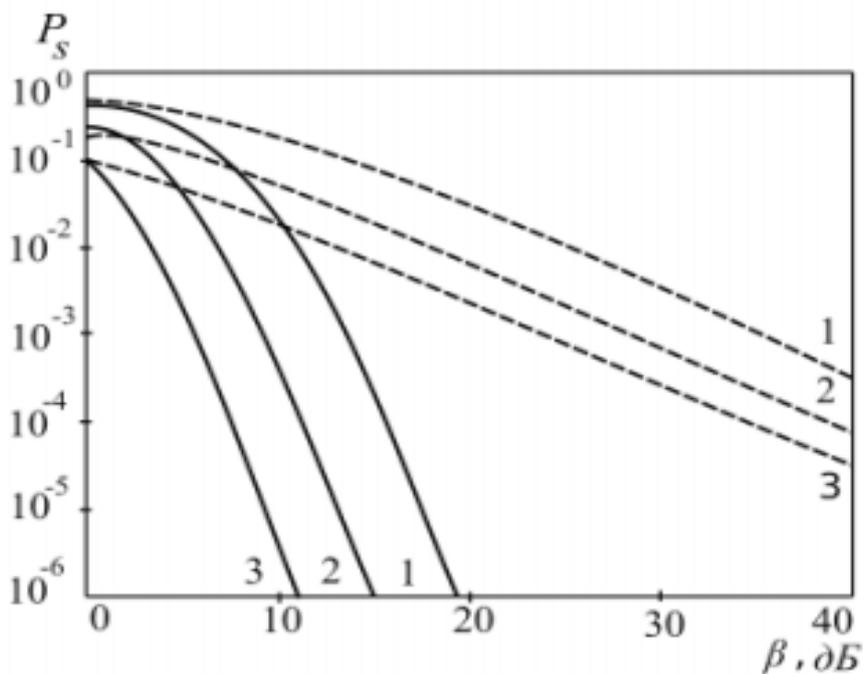


Рис. 2. Вероятности ошибок в канале Релея и Гаусса для модуляции MPSK при:
1) $M = 2$; 2) $M = 8$; 3) $M = 16$

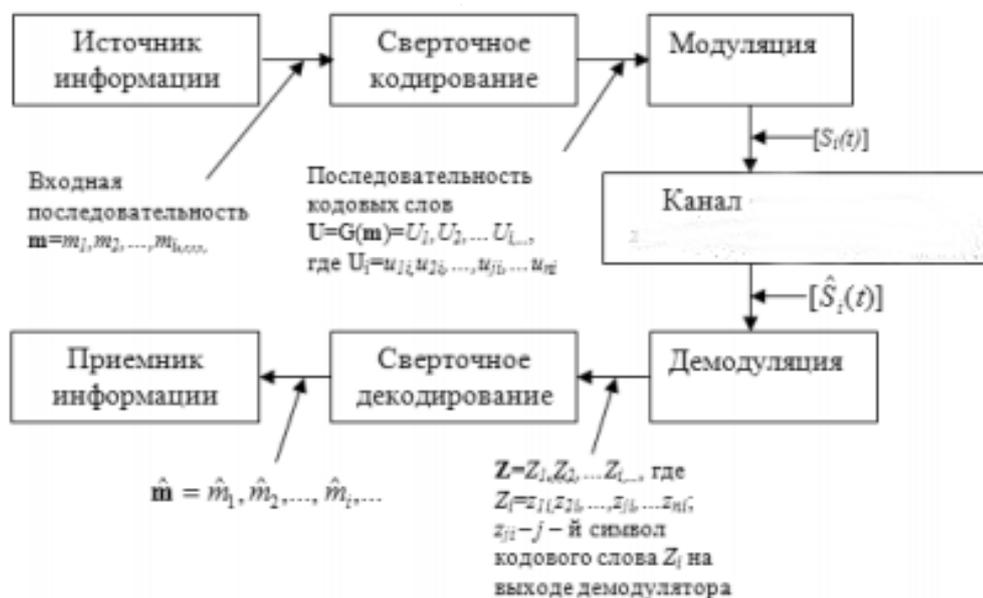


Рис. 3. Кодирование и модуляция в канале связи [2]

Сверточные коды с задаваемой концевой комбинацией битов (ТВСС) — это простые и действенные коды с прямым исправлением ошибок.

Основное практическое различие между сверточным кодом и ТВСС заключается в ограничении завершения. Обычное кодирование сверточным кодом добавляет нулевые биты для наложения нулевых состояний; кодирование ТВСС не требует дополнительных битов, избегая потери скорости.

Сверточные коды с задаваемой концевой комбинацией битов (ТВСС) применяют в последнее время многие современные коммуникационные стандарты, такие как LTE и WiMAX.

На следующем рисунке представлена упрощенная функциональная схема сверточного кодирования и модуляции системы передачи информации (рис. 3):

В 1967 г. был разработан алгоритм декодирования Витерби, цель которого уменьшение объема вычислений по сравнению с алгоритмом последовательного декодирования. Преимущество алгоритма Витерби в том, что он не учитывает пути, которые, согласно принципу максимального правдоподобия, не могут быть оптимальными.

Анализ характеристик системы кодирования проводится для наиболее распространенном на практике режима без разнесения антенн. Это режим SISO (Simple-input-Simple-output), т.е. это система с одной передающей и одной приемной антеннами.

Режим SISO основан на реализации двух функциональных блоков: канала с рэлеевскими замираниями и блока адаптивного белого шума. Функциональный блок рэлеевского канала с замираниями представляет в модели эффекты многолучевого распространения в беспроводной среде и влияние на сигнал. Функциональный блок AWGN в модели представляет наложение белого гауссовского шума. Блок AWGN генерирует псевдослучайный шумовой сигнал, характеризуемый гауссовым распределением в частотно-временной области, и последующего сложения уровней сигнала и шума. Реализация функциональной схемы системы передачи информации в Simulink с использованием цифровых схем модуляции BPSK, QPSK и QAM. (Рис. 4)

Для повышения помехоустойчивости системы передачи информации с использованием сверточных алгоритмов обработки сигналов в работе используется линейный эквалайзер с RLS алгоритмом (алгоритм рекурсивных наименьших квадратов) и усилитель сигнала Gain.

Эквалайзер — это устройство, который уменьшает межсимвольную интерференцию.

Адаптивные алгоритмы, алгоритмы рекурсивных наименьших квадратов (RLS) представляет увеличенную сложность, вычислительную стоимость и точность. По сравнению с LMS (Least Mean Square, алгоритм наименьшего квадрата) подход RLS предлагает более быструю сходимость и меньшую ошибку относительно неизвестной системы, за счет требования большего количества вычислений.

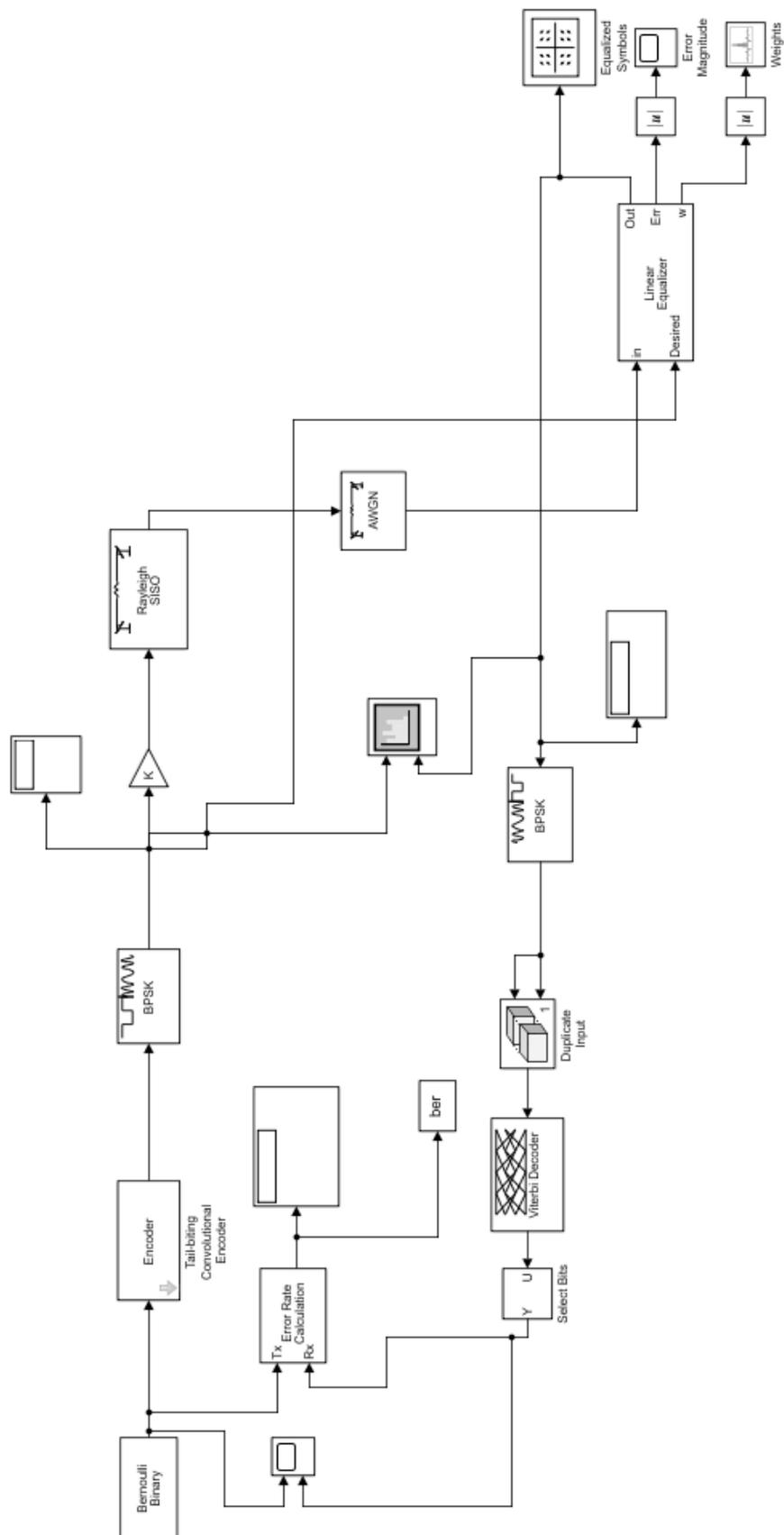


Рис. 4. Блок-схема Simulink с использованием сверточного кодера (ТВСС) и Витерби декодера

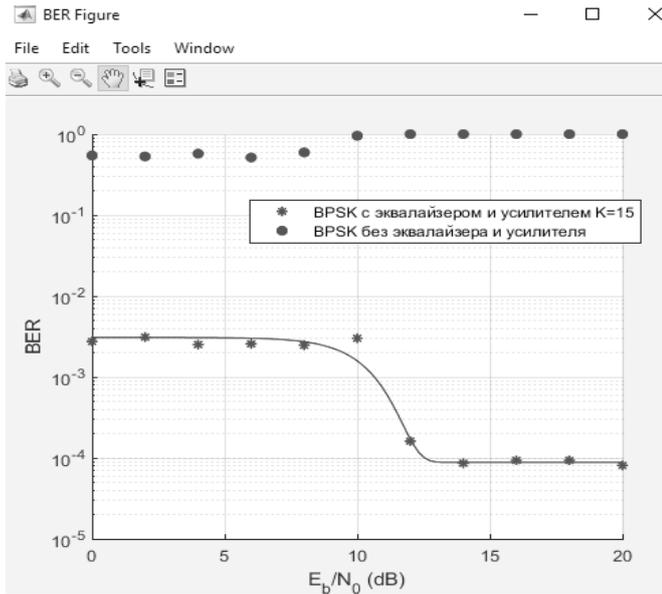


Рис. 5. Вероятности ошибок в канале для модуляции BPSK

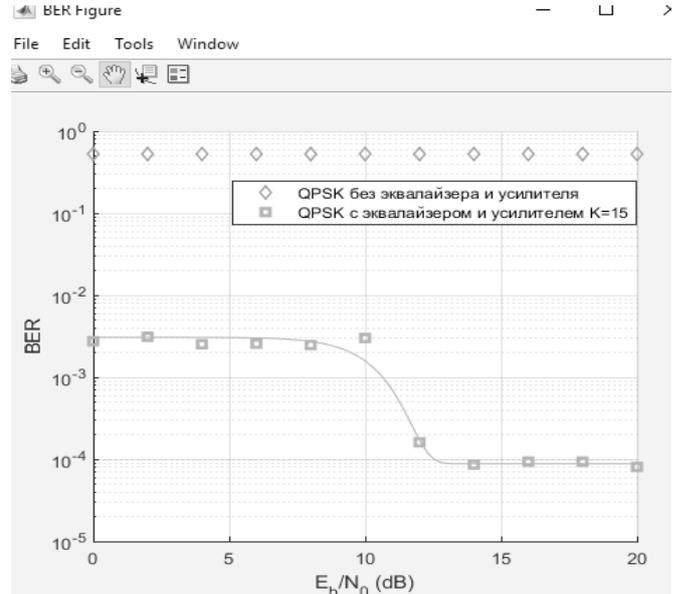


Рис. 6. Вероятности ошибок в канале для модуляции QPSK

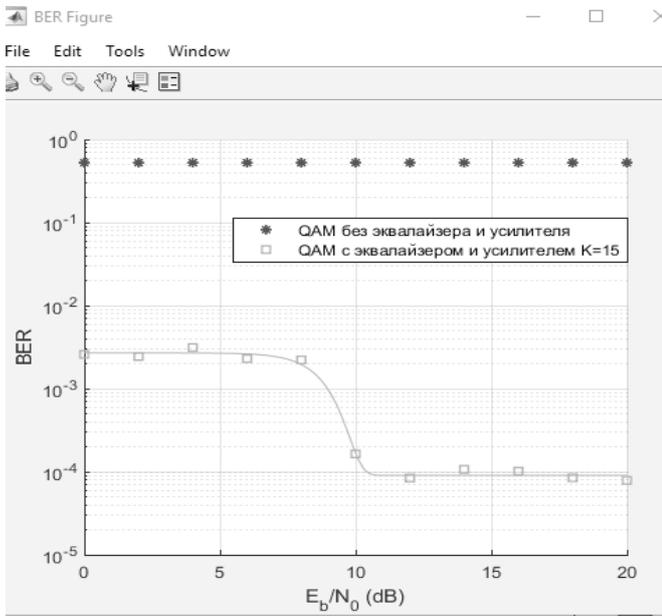


Рис. 7. Вероятности ошибок в канале для модуляции QAM

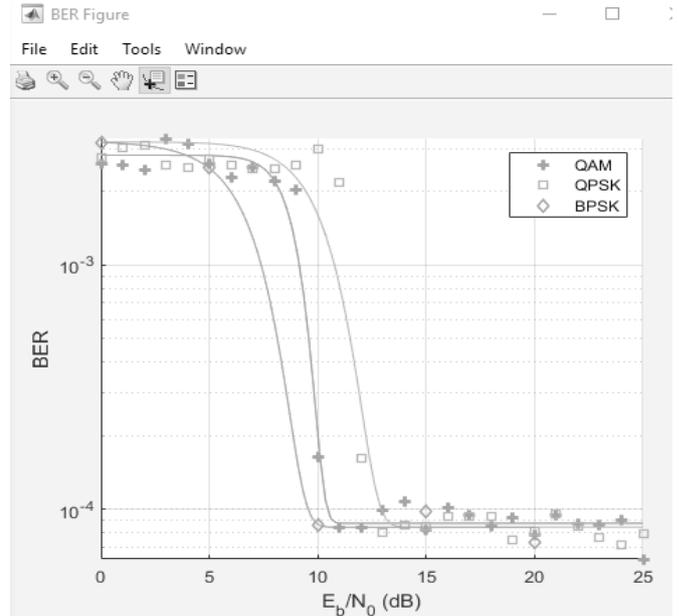


Рис. 8. Характеристика вероятности ошибок в канале Релея при K=15

Линейный усилитель Gain усиливает или ослабляет сигнал в соответствии с заданным коэффициентом K [3].

$$S_{\text{вых}}(t) = K * S_{\text{вх}}(t) \quad (2)$$

На рисунках 5–7 можно увидеть, что вероятность ошибки не уменьшается без усилителя и эквалайзера,

а с помощью эквалайзера RLS и усилителя Gain можно добиться значительного уменьшения показателей коэффициента битовых ошибок для разных модуляций, при $K=15$.

А на рис. 8 и 9 объединены сравнительные характеристики вероятности ошибок в канале Релея при разных модуляциях, при коэффициенте усилителя равной $K=15$ и $K=30$, соответственно

Таблица 2. Значения битовых ошибок от уровня сигнал/шум при разных типах модуляций

ОСШ	BPSK				QPSK				16-QAM			
	без эквалайзера и усилителя	с эквалайзером	с эквалайзером и усилителем K=15	с эквалайзером и усилителем K=30	без эквалайзера и усилителя	с эквалайзером	с эквалайзером и усилителем K=15	с эквалайзером и усилителем K=30	без эквалайзера и усилителя	с эквалайзером	с эквалайзером и усилителем K=15	с эквалайзером и усилителем K=30
0	0.545	0.525	0.031	0.0021	0.525	0.49	0.0027	0.0029	0.525	0.5133	0.0025	0.0022
2	0.53	0.4533	0.0027	8.82E-5		0.4833	0.0031	0.0024		0.55	0.0024	0.0022
4	0.575	0.5033	0.0024	8.30E-5		0.535	0.0025	0.0030		0.505	0.0031	1.56E-4
6	0.515	0.4933	0.0022	9.04E-5		0.6	0.0025	1.61E-4		0.51	0.0022	8.37E-5
8	0.595	0.55	8.82E-5	9.04E-5		0.525	0.0024	8.60E-5		0.4066	0.0022	1.05E-4
10	0.955	0.0362	8.59E-5	8.66E-5		0.58	0.0030	9.33E-5		0.1666	1.63E-4	1.01E-4
12	1.0	0.0055	9.04E-5	1.02E-4		0.4966	1.61E-4	9.33E-5		0.0495	8.37E-5	8.15E-5
14	1.0	0.0040	9.04E-5	7.28E-5		0.0641	8.60E-5	8.07E-5		0.0102	1.06E-4	8.37E-5
16	1.0	0.0039	8.66E-5	6.17E-5		0.0075	9.33E-5	7.92E-5		0.0042	1.01E-4	8.66E-5
18	1.0	0.0031	8.00E-5	7.84E-5		0.0048	9.33E-5	6.95E-5		0.0036	8.44E-5	7.63E-5
20	1.0	0.0028	7.28E-5	6.17E-5	0.0038	8.07E-5	6.56E-5	0.0032	7.85E-5	6.34E-5		

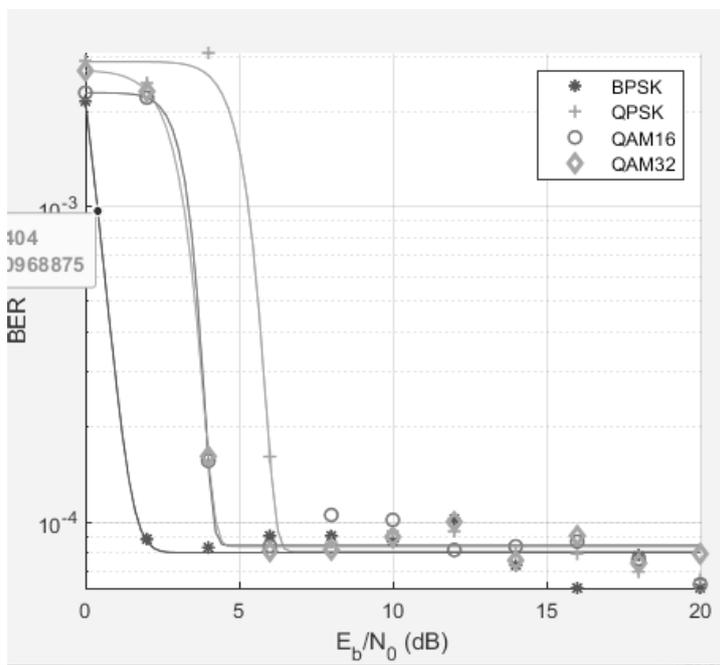


Рис. 9. Характеристика вероятности ошибок в канале Релея при K=30

Вывод

Если коэффициент битовых ошибок в точке приема резко вырастет, то это приведет к неустойчивой связи. Очевидно, что BPSK имеет более низкий коэффициент битовых ошибок, чем QPSK и M-QAM. Коэффициент би-

товых ошибок для тончайшего музыкального сигнала считается равным $10^{-3.5}$ при использовании линейного эквалайзера с RLS алгоритмом и усилителя сигналов, он приблизительно достигается при $E_b/N_0 = 7$ дБ при коэффициенте 15 и $E_b/N_0 = 0,0004$ дБ при коэффициенте 30 (Таблица 2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ошкина А.В., Петров В. П., «Анализ производительности и качества радиоканалов Релея в режиме SISO», Труды XIV международной научнотехнической конференции актуальные проблемы электронного приборостроения АПЭП — 2018, Том 4 Новосибирск 2018, С. 113–118
2. Сицин Д.В., Повышение помехоустойчивости радиотехнических систем передачи информации с использованием сверточных алгоритмов обработки сигналов: дис. канд. тех. наук. Владимир. гос. Университет. Владимир, 2014
3. Павлейно М.А, Ромаданов В. М., Сафронова Ю. Ф., Статуя А. А., Моделирование работы электрических схем в Simulink. Применение операционных усилителей для фильтрации, усиления и генерации сигналов. УМП — СПб., 20073

© Сексембаева Манара Ануаровна (manara-1988@mail.ru),

Ташатов Нурлан Наркенович (tash.nur@mail.ru), Овечкин Геннадий Владимирович (g_ovechkin@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ НА ОСТРИЕ ИНДУСТРИИ 4.0 – ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ И ПОТРЕБЛЕНИЯ УСЛУГ НА ИТ-ПРОЕКТЫ И ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЭКОСИСТЕМЫ КЛИЕНТА ОПЕРАТОРА СВЯЗИ

**MODERN TELECOMMUNICATIONS
AT THE FOREFRONT OF INDUSTRY 4.0 —
THE IMPACT OF CHANGES
IN THE STRUCTURE AND CONSUMPTION
OF SERVICES ON IT PROJECTS
AND OPERATIONS OF THE ECOSYSTEM
OF THE TELECOM OPERATOR'S CLIENT**

S. Smirnov

Summary. The article considers the problem of changing the demand and consumption structure of telecommunications services. The main factors that influence changes in the consumer's mindset and the structure of consumption of telecommunications services described in the literature are listed. Elements of the Industry 4.0 concept, their implementation by means of modern telecommunications, as well as additional factors that affect the infrastructure of the telecommunications environment from Industry 4.0 are considered. The main elements that make it possible to realize the customer's needs and customize (individualize) the product to meet their personal expectations are considered. The influence of these factors on the implementation of IT-projects on the implementation of changes or the introduction of new telecommunications and non-telecommunications products is considered. Using the system engineering method, key poorly formalized elements of project management and operation of the results of their implementation, which require special skills from the staff and special attention of the project Manager or product Manager, is identified. The task of developing multi-criteria analysis algorithms for automatic calculation of parameters of project management elements or functioning of components of the communication enterprise ecosystem that were previously calculated manually or evaluated based on expert opinions is formulated.

Keywords: telecommunications services, modern telecommunications, multi-criteria analysis, optimization algorithm, industry 4.0.

Смирнов Сергей Павлович

Аспирант, Российский технологический
университет МИРЭА (г. Москва)
spvert@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрена проблема изменения потребности и структуры потребления телекоммуникационных сервисов. Перечислены основные факторы, оказывающие влияние на изменении мировоззрения потребителя и структуры потребления телекоммуникационных услуг, описанные в литературе. Рассмотрены элементы концепции Индустрии 4.0, их реализация средствами современных телекоммуникаций, а также дополнительные факторы, оказывающие влияние на инфраструктуру телекоммуникационной среды со стороны Индустрии 4.0. Рассмотрены основные элементы, позволяющие реализовать потребности клиента, индивидуализировать продукт под его личные ожидания. Рассмотрено влияние перечисленных факторов на выполнение проектов, в области информационных технологий, по реализации изменений или внедрению новых телекоммуникационных и нетелекоммуникационных продуктов. С использованием метода системной инженерии выявлены ключевые плохо формализованные элементы управления проектами и эксплуатации результатов их выполнения, требующие специальных навыков от персонала и особого внимания менеджера проекта или менеджера продукта. Сформулирована задача разработки алгоритмов многокритериального анализа для автоматического расчета параметров элементов управления проектами или функционирования компонентов экосистемы предприятия связи, ранее рассчитывавшихся вручную или оценивавшихся на основе экспертных мнений.

Ключевые слова: телекоммуникационные услуги, современные телекоммуникации, многокритериальный анализ, алгоритм оптимизации, индустрия 4.0.

Телекоммуникации существуют практически столько же времени, сколько существует способность общаться у человечества. В более или менее современном понимании средства коммуникации начали формироваться примерно 250 лет назад с появлением первого телеграфа и, далее, телефона, и до последнего

времени они выполняли роль обеспечения связи между конкретными людьми или группами людей для целей передачи коротких осмысленных сообщений. Взрывной рост телекоммуникаций относится к концу XX века и началу 2000-х годов: появление массового интернета и мобильной сотовой связи полностью преобразили облик

современного мира. Современное состояние телекоммуникаций в России — это совершенно изменившийся мир и определяемое им новое мировоззрение. Повсеместное распространение сотовой связи ликвидировало подавляющее количество проблем, существовавших до середины 90-х годов. В настоящее время суммарный объем активных СИМ-карт российских сотовых операторов многократно превышает население России. Также, практически во всех городах практически все домохозяйства покрыты домашним интернетом по технологии FTTh. Широта покрытия и прошедшие ценовые войны привели к тому, что Интернет-канал, по сравнению с концом 20 века, перестал быть самостоятельной услугой и превратился, в определенном смысле, в такой же сервис как электричество, вода или канализация. В условиях, когда стоимость безлимитного мобильного интернета составляет, по состоянию на середину 2020 года, около 800 рублей, а безлимитный «домашний интернет» стоит от 400 рублей в месяц, борьба за клиента и его деньги ведется в направлении предоставления дополнительных услуг, полезного контента и удобства клиента. Клиент, в свою очередь тоже сильно изменился, стал существенно более требовательным и придирчиво выбирает товары или услуги, подходящие ему наилучшим образом [1][2].

Если применить системный подход [3–5] и оценить современные вызовы экосистемы современного человека к средствам производства, то можно сказать, что наблюдается [1]:

- ◆ Экспоненциальный рост сложности изделий даже самого простого бытового назначения [6]. Количество элементов в продукте массового использования, например, умном телевизоре или смартфоне, исчисляется десятками миллиардов [7];
- ◆ Высокая скорость изменения требований к целевому изделию [8][9], малый срок жизни требований [9][10], следование требований моде [11]. Это касается как пользовательских устройств, так и услуг связи и тарифов;
- ◆ Массовость производства изделий и вытекающие из этого массовость требований к изделию, что порождает большую вариативность требований [12];
- ◆ Преобразование финансовой модели — от владельца к инвестору, давление финансового рынка, сокращение срока жизни поколения изделия с десятилетий до полугода-года [13]. Существенное увеличение влияния цены изделия; повышенные требования к технологичности производства;
- ◆ Обучаемые системы и системы систем, принятие машиной не алгоритмизированных решений на основании анализа и статистики возмуще-

ний-реакций, критическое влияние качества и объемов проводимого обучения [14][15][16];

- ◆ Этические нормы, поддержка выбора и принятия машиной решений в критических ситуациях, когда любой выбор приводит к нанесению того или иного объема ущерба [17][18]. Существенный рост влияния качества программного обеспечения;
- ◆ Технологический тупик, недостаточность неисследованных возможностей в существующих технологиях, потребность в новых технологиях [19][20];
- ◆ Экологичность. Ограниченность (конечность) ресурсов для производства, недостаточность и неэффективность мер по утилизации и обеспечению оборота редких и дорогостоящих ресурсов [21].

Для того, чтобы адресовать перечисленные факторы в контексте телекоммуникаций требуется принципиально новый подход, предлагаемый Индустрией 4.0 — не только в появлении новых технологий, но и интеграция уже существующих в одну систему для достижения одной цели — улучшения качества жизни человека, создания условий, в которых человек может приобретать то что ему необходимо, а не то что ему предлагается.

Концепция Индустрии 4.0 включает в себя следующие ключевые компоненты, обеспечивающие формирование единого информационного пространства: управление жизненным циклом продукта (Product Lifecycle Management, PLM), BigData, продуманное производство (S.M.A.R.T. factory), кибер-физические системы (Cyber-physical systems, CPS), Интернет вещей (IoT) и интероперабельность [22]. Современная телекоммуникационная индустрия обеспечивает техническую связность и среду передачи данных элементов в продуманном производстве, кибер-физических системах и интернете вещей, а также исходную информацию и инфраструктуру для BigData. В то же время, потребности в быстром создании новых уникальных продуктов, заставляют телекоммуникационную индустрию создавать внутри себя самостоятельные элементы PLM, BigData, S.M.A.R.T. Factory, IoT и обеспечивать интероперабельность сервисов. Таким образом, существенные изменения в требованиях к гибкости предлагаемых в телекоммуникационной сфере решений, фактически, требующие от оператора предоставлять настроенные под конкретного клиента услуги, более того, выявлять потребности клиента на основании его поведения или имеющейся или приобретаемой информации — являются фактическими признаками, на основании которых телекоммуникационная сфера может рассматриваться как самостоятельный компонент Индустрии 4.0. Или можно сказать, что, де факто, телекоммуникационная

индустрия, на данный момент, находится на лезвии Индустрии 4.0, являясь неотъемлемой ее частью [1].

Если рассмотреть визуализацию пирамиды потребностей Маслоу в контексте цифрового мира, то мы легко можем увидеть, что, де факто, мы говорим о реализации потребностей человека с помощью некоторого набора инструментов: на базовом уровне потребностей мы предоставляем commodity сервисы [23] для обеспечения доступа в цифровой мир (средства доступа — электронные устройства, смартфоны, ноутбуки, планшеты; среды доступа — сотовая связь, фиксированная связь, WiFi); на уровне базовых потребностей речь идет о предоставлении инструментов для он-лайн общения, некоторого базового контента, определенных профессиональных сервисов (например телемедицины или страховых продуктов для здоровья, для дома, для машины); на уровне психологических потребностей предоставляются инструменты в виде социальных сетей и сред общения и получения персональной обратной связи. Для каждой потребности есть свои инструменты с помощью которой эти потребности могут быть удовлетворены. И современный телеком должен отвечать на эти новые потребности и создавать уникальные персонализированные пользователем под себя продукты, фактически реализуя концепцию S.M.A.R.T factory, только не в мире производства собственной уникальной пары ботинок или костюма, а в цифровом мире. Как результат, в настоящий момент, в российской сфере телекоммуникаций очень активно развивается новый принцип взаимодействия с клиентами, который может быть описан как «Экосистема Клиента» — система отношений клиент-оператор, в рамках которой клиент может удовлетворить все или почти все свои цифровые потребности. Такая Экосистема включает в себя инструменты, агрегирующие различные элементы как телекоммуникационного плана, например, контент, streaming сервисы, площадки для общения, мессенджеры и т.п.; так и элементы из нетелекоммуникационного мира — аналитический контент, профессиональные сервисы (например, страхование, телемедицина, Uber для каких-то домашних работников), банковские и платежные сервисы, возможности универсальной идентификации и т.п. Как результат, клиент получает возможность собрать из предлагаемых компонентов пакет услуг, необходимый именно ему. И не только собрать, но и настроить под собственные нужды. Например, если клиент хочет смотреть только телеканал НВО и только на своем смартфоне, то он может исключить из своего пакета все остальные каналы и оптимизировать свои затраты как материальные так технические: не нужно платить за контент, который клиент не потребляет, нет необходимости приобретать и развертывать

элементы инфраструктуры (роутеры, например), которые не нужны. И в этом и состоит суть и главный результат Индустрии 4.0 для конечного пользователя: гибкое бережливое производство и доставка того, что требуется потребителю в те моменты, когда это требуется потребителю.

Необходимо отметить, что реализация инструментов и средств Индустрии 4.0 в телекоммуникационной области в силу сложности осуществляется с применением методов управления проектами. В контексте данной статьи говорится об ИТ-проектах: проектах по модернизации существующих или разработке новых компонент ИТ-архитектуры телекоммуникационного предприятия. Классическим подходом является выявление потребности бизнеса или клиента, описание этой потребности в формате формализованных требований, реализация изменений, интеграция (комплексирование), развертывание. Это может реализовываться как в классической водопадной модели и использованием, например, Rational Unified Process, так и с применением гибких подходов, с использованием фреймворков SCRUM, Scaled Agile Framework (SAFe), Disciplined Agile Delivery (DAD), Dynamic System Development Method (DSDM), Feature Driven Development (FDD), Kanban, Lean SD, LeSS, или иных — в зависимости от объема и типа решаемой задачи. Но ключевым является то, что решается конкретная задача.

В рамках же концепции Индустрии 4.0 телекоммуникационная отрасль получает совершенно новый вызов — дать клиенту возможность получать необходимый ему продукт самостоятельно и научить его это делать — это современная потребность, которая требует серьезного переосмысления подходов, рекомендаций, лучших практик, формировавшихся в телекоммуникационной отрасли десятилетиями. Ключевыми элементами в реализации этой потребности становятся:

- ◆ Атомарные переиспользуемые системные компоненты (features), реализующие регулярную функциональность;
- ◆ Среднеуровневые компоненты, реализующие оркестрацию features для достижения целей бизнес-потребности;
- ◆ Высокоуровневые компоненты, создающие ценность для бизнеса (business capabilities);
- ◆ Инструменты и фреймворки, которые позволяют не терять широту обзора задачи при решении конкретной проблемы, а также управлять точностью и достоверностью исходных данных;
- ◆ Жесткие требования по обеспечению непрерывности бизнеса и непрерывности сервиса для клиента;

- ◆ Таким образом, ключевыми факторами, специфичными для современного состояния телекоммуникационной индустрии, оказывающими существенное влияние на ИТ-проекты, являются:
- ◆ Требование гибкости продукта для клиента;
- ◆ Требование быстрого Time to Market (TTM) для продукта;
- ◆ Требование быстрого Time to Customer (TTC) для экземпляра продукта;
- ◆ Требование оптимальности затрат на создание продукта и вывод его на рынок (стоимости TTM);
- ◆ Требование оптимизации затрат на предоставление экземпляра продукта (стоимость TTC);
- ◆ Требование непрерывности сервиса для клиента;
- ◆ Требование непрерывности бизнеса при внедрении нового продукта.

Ежегодно в мире инициируется и выполняется более миллиона ИТ-проектов общей стоимостью более триллиона долларов США и лишь 30% из них завершаются успешно, т.е. созданием продукта или услуги с ожидаемыми свойствами, в установленное время, в рамках установленного бюджета [24]. Анализ причин неуспешности проектов, например приведенный в современных обзорах [25–31], привел к появлению описанных методов и стандартов управления проектами, например PMBOK [32] или PRINCE2 [33], призванных увеличить процент успешности проектов. В то же время, процессы функционирования продуктов, их гибкости и удобства относятся не к сфере интересов проектного управления, а к сфере интересов системной инженерии, метод которой направлен на создание успешных систем, удовлетворяющих потребности заинтересованных сторон [3].

Исходя из этого, можно сделать вывод о необходимости разработки подходов и их реализации в инструментальных средствах для оптимизации ведения проектов по реализации компонент Индустрии 4.0 в сфере телекоммуникаций:

- ◆ Методы и механизмы для поддержки проектной деятельности по разработке и внедрению новых продуктов и элементов экосистемы потребителя (для элементов управления проектами и элементов системной инженерии);
- ◆ Методы и механизмы для оптимизации стоимостных характеристик эксплуатации продуктов и элементов экосистемы потребителя (для элементов системной инженерии).

Методы поддержки проектной деятельности описаны в виде стандартов или сводов знаний [32] [33] включают в себя рекомендации, фреймворки и процедуры, реализованные в многочисленных инструментах для поддержки управления проектами, например, Microsoft Project. Данные инструменты

позволяют управлять расписанием, ресурсами проекта, фиксировать стоимостные параметры. В то же время, данные инструменты не позволяют решать плохо формализованные задачи, требующие существенного экспертного участия или особых навыков:

- ◆ Управление коммуникациями в части автоматизации обеспечения договоренности участников проекта и заинтересованных сторон на всем протяжении проекта;
- ◆ Управление рисками проекта в части автоматизации идентификации и оценки рисков проекта.

Методы оптимизации стоимостных характеристик эксплуатации продуктов и элементов экосистемы потребителя направлены на решение задачи поиска и выбора наиболее оптимального решения цепочки производства и поставок в рамках реализации S.M.A.R.T. factory при создании как продукта в целом так и его экземпляра, настроенного под конкретные потребности клиента.

Таким образом, разработка моделей и математических алгоритмов, позволяющих автоматизировать оптимизацию параметров создания и функционирования продукта для потребителя по множеству критериев, является актуальной задачей для исследований в настоящее время. Наиболее приоритетными представляются алгоритмы:

- ◆ Оптимизации управления коммуникациями в проекте и при эксплуатации продуктов в части возможности достижения консенсуса;
- ◆ Оптимизации управления рисками проектов по созданию новых продуктов или элементов экосистемы оператора связи в рамках Индустрии 4.0, а также при эксплуатации этих элементов и продуктов;
- ◆ Снижения стоимости проектов;
- ◆ Улучшения стоимостных характеристик при эксплуатации созданных элементов экосистемы оператора связи в телекоммуникационной сфере.

Выводы

Таким образом, в работе

- ◆ Рассмотрена проблема изменения потребности и структуры потребления телекоммуникационных услуг.
- ◆ Перечислены основные факторы, оказывающие влияние на изменение мировоззрения потребителя и структуры потребления телекоммуникационных услуг, описанные в литературе.
- ◆ Рассмотрен состав концепции Индустрии 4.0, реализация элементов концепции средствами современных телекоммуникаций, а также дополнительные факторы, оказывающие влияние

на инфраструктуру телекоммуникационной сферы со стороны Индустрии 4.0.

- ◆ Рассмотрено влияние факторов изменения потребностей и мировоззрения клиентов на выполнение ИТ-проектов по реализации изменений или внедрению новых телекоммуникационных и нетелекоммуникационных продуктов.
- ◆ Определено понятие «Экосистема Клиента» оператора связи.
- ◆ Выявлены ключевые плохо формализованные элементы управления проектами и эксплуатации

результатов их выполнения, требующие специальных навыков от персонала и особого внимания менеджера проекта или менеджера продукта.

- ◆ Сформулирована задача разработки алгоритмов многокритериального анализа для автоматического расчета параметров выявленных элементов управления проектами или функционирования компонентов экосистемы предприятия связи, ранее рассчитывавшихся или оценивавшихся вручную.

ЛИТЕРАТУРА

1. Smirnov S.P., Telecom Stories from Russia: being on razor of Industry 4.0 // ADVISORS Webinar record [Электронный ресурс] // URL: <https://www.youtube.com/watch?v=ODZF5KC9vvo>. (Дата обращения 18.10.2020).
2. Smirnov S.P., Telecom Stories from Russia: being on razor of Industry 4.0 // PMI Course // URL: <https://ccrs.pmi.org/search/course/471606> (Дата обращения 14.10.2020).
3. Александр Косяков и др. Системная инженерия. Принципы и практика. М: ДМК Пресс, 2017.
4. О'Коннор Дж., Макдермотт И. Искусство системного мышления: необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006.
5. RI, Faulconbridge & Ryan, Mike. (2014). Systems Engineering Practice.
6. Steinhart, Eric. (2020). Complexity. DOI: 10.1007/978-3-030-43052-8_2.
7. NVIDIA Drive Xavier SOC Detailed — A Marvel of Engineering, Biggest and Most Complex SOC Design To Date With 9 Billion Transistors. [Электронный ресурс]. // URL: <https://wccftech.com/nvidia-drive-xavier-soc-detailed/> (Дата обращения 01.02.2020).
8. [Chemuturi, Murali. (2013). Requirements Change Management. DOI: 10.1007/978-1-4614-5377-2_8.
9. Э. Халл, К. Джексон, Д. Дик. Инженерия требований. М. ДМК Пресс, 2017.
10. Moorthy S. (2013). Lifecycle Challenges in Long Life and Regulated Industry Products. DOI: 10.1007/978-81-322-1050-4_66.
11. Sheridan Mandy & Moore, Christopher & Nobbs, Karinna. (2006). Fast fashion requires fast marketing: The role of category management in fast fashion positioning. Journal of Fashion Marketing and Management. 10. 301–315. DOI: 10.1108/13612020610679286.
12. Modrak Vladimir & BEDNAR, Slavomir & Marton David. (2015). Generating product variations in terms of mass customization. SAMI 2015 — IEEE 13th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics, Proceedings. 187–192. DOI: 10.1109/SAMI.2015.7061873.
13. Tariq Amna & Musleh, Noor & Nobanee Haitham. (2020). Credit Unions' Business and Financial Models.
14. Бром А.Е., Белоносов К. Ю. Исследование проблем внедрения беспилотных автомобилей в экономическую среду // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2018. № 1. С. 23–32
15. Simic Danica & Bacanin Nebojsa. (2019). The Ethics of Machine Learning. 478–484. DOI: 10.15308/Sinteza-2019-478-484.
16. Soh Julian & Copeland, Marshall & Puca, Anthony & Harris Micheleen. (2020). Ethical AI, Azure AI, and Machine Learning. 10.1007/978-1-4842-5958-0_5.
17. Безопасность алгоритмов машинного обучения. Атаки с использованием Python. [Электронный ресурс] // URL: <https://habr.com/ru/company/dsec/blog/437092/>. (дата обращения 01.06.2020).
18. Этика роботов — можно ли убить одного, чтобы спасти пятерых? [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/76255/> (дата обращения 01.06.2020).
19. «Сколько стоит вертолет». [Электронный ресурс] URL: <https://lenta.ru/articles/2017/01/18/helidev/> (дата обращения 10.03.2020).
20. «Что такое платформа автомобиля и как сегодня строят машины». [Электронный ресурс] URL: <https://www.kolesa.ru/article/chto-takoe-platforma-avtomobilja-i-kak-ih-segodnja-strojat-2014-11-21> (дата обращения 10.03.2020).
21. Грязный секрет Apple, или как разработка редкоземельных элементов вредит экологии и подчиняет себе производство iPhone. [Электронный ресурс]. // URL: <https://www.iphones.ru/iNotes/403115> (дата обращения 01.02.2020).
22. Шесть составляющих Индустрии 4.0 [Электронный ресурс]. // URL: <http://www.plm.pw/2016/09/The-6-Factors-of-Industry-4.0.html> (Дата обращения 01.11.2020).
23. Н. Карр. Блеск и нищета информационных технологий. М. Секрет фирмы, 2005.
24. The Standish Group report. Chaos. 2011. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.projectsmart.co.uk/white-papers/chaos-report.pdf>. (Дата обращения 01.06.2020).
25. PMI's pulse of the profession: The high cost of low performance. 2014. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-the-profession-2017.pdf>. (Дата обращения 01.06.2020).
26. PMI's pulse of the profession. 9th Global Project management survey. 2017. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-the-profession-2017.pdf>. (Дата обращения 01.06.2020).

27. PMI's pulse of the profession: Success in disruptive times. 2018. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-the-profession-2018.pdf>. (Дата обращения 01.06.2020).
28. PMI' pulse of the profession: Requirements management — a core competency for Project and Program success. 2014 [Электронный ресурс] // URL: <https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/requirements-management.pdf>. (Дата обращения 01.06.2020).
29. Geneca (2011). Doomed From the Start? Why a Majority of Business and IT Teams Anticipate Their Software Development Projects Will Fail. // Geneca. Oakbrook terrace, IL.
30. The state of project management. Annual survey. 2018. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.wellingtone.co.uk/wp-content/uploads/2018/05/The-State-of-Project-Management-Survey-2018-FINAL.pdf>. (Дата обращения 01.06.2020).
31. Gartner survey shows why project fails. 2012. [Электронный ресурс] // URL: <https://thisiswhatgoodlookslike.com/2012/06/10/gartner-survey-shows-why-projects-fail/>. (Дата обращения 01.06.2020).
32. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide), 6th edition. 2017/ Newton-square, PA: Project management institute, 2017.
33. PRINCE2 [Электронный ресурс] // URL: <https://www.prince2.com/eur/downloads>. (Дата обращения 01.10.2020).

© Смирнов Сергей Павлович (spvert@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



МИРЭА — Российский технологический университет

DOI 10.37882/2223–2966.2020.12.36

РАЗРАБОТКА НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ БОЛЕЗНЕЙ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА У СОБАК

DEVELOPMENT OF A NEURAL NETWORK MODEL FOR DIAGNOSING DISEASES GASTROINTESTINAL TRACT IN DOGS

E. Tolstova
A. Ormeli
M. Bolshelapov
A. Selyutin

Summary. The article provides a solution to the problem of diagnosing diseases of the gastrointestinal tract in dogs. This task is relevant for expert veterinarians. To solve this problem, a neural network model of a multi-layer perceptron was developed, which allows classifying diseases depending on incoming input parameters, and a web interface was created for the trained model. The developed interface allows you to interact with the system in the most comfortable way.

Object: development of a multi-layer perceptron neural network model for classification of diseases of the gastrointestinal tract in dogs.

Methods: general theoretical — analysis of special literature, study of statistical data; mathematical — network modeling, programming, visualization.

Findings: a system for diagnosing diseases of the gastrointestinal tract in dogs was developed. The system has a user-friendly web interface.

Conclusions: the developed system can be used by veterinarians when there are difficulties in diagnosing a specific disease of the gastrointestinal tract in dogs.

Keywords: gastritis, pancreatitis, stomach ulcer, Flask, multi-layer perceptron.

Толстова Елизавета Антоновна

Саратовский Государственный Аграрный
 Университет им Н. И. Вавилова г. Саратов
 liza.tolstova.2014@mail.ru

Ормели Александр Федорович

Саратовский Государственный Технический
 Университет им. Гагарина Ю. А., г. Саратов
 ormelialex@gmail.com

Большелатов Михаил Александрович

Саратовский Государственный Технический
 Университет им. Гагарина Ю. А., г. Саратов
 mihan3110@yandex.ru

Селютин Александр Дмитриевич

Саратовский Государственный Технический
 Университет им. Гагарина Ю. А., г. Саратов
 cool.selutin99@yandex.ru

Аннотация. В статье приведено решение проблемы диагностики заболеваний желудочно-кишечного тракта у собак. Данная задача является актуальной для экспертов ветеринаров. Для решения стоящей проблемы разработана нейросетевая модель многослойного перцептрона, позволяющая классифицировать заболевания в зависимости от поступающих входных параметров, а также, создан веб-интерфейс для обученной модели. Разработанный интерфейс позволяет взаимодействовать с системой максимально комфортным способом.

Цель: разработка нейросетевой модели многослойного перцептрона для классификации болезней желудочно-кишечного тракта у собак.

Методы: общетеоретические — анализ специальной литературы, изучение статистических данных; математические — сетевое моделирование, программирование, визуализация.

Результаты: была разработана система диагностики болезней желудочно-кишечного тракта у собак. Система имеет удобный пользовательский веб-интерфейс.

Выводы: разработанная система может использоваться ветеринарами при возникновении трудностей диагностики конкретного заболевания желудочно-кишечного тракта у собак.

Ключевые слова: гастрит, панкреатит, язва желудка, Flask, многослойный перцептрон.

Введение

С каждым годом качество ветеринарной медицины повышается, формируются новые подходы, появляются новые программы, с помощью которых заболевания диагностируются быстрее, чем в случае традиционной работы ветеринаров. По статистике самыми распространенными заболеваниями среди животных, являются заболевания желудочно-кишечного тракта и дыхательной системы, так как они контактируют с внешней средой [3, с. 982].

В связи с этим, возникает необходимость создания нейросетевой модели многослойного перцептрона для классификации болезней желудочно-кишечного тракта у собак, которая на основании описанных симптомов (анализов) предложит несколько вариантов заболеваний и поможет поставить наиболее вероятный диагноз ветеринарному специалисту.

Материалы
и методы

В связи с трудностью определения патологий желудочно-кишечного тракта у собак, даже после ряда обследований, необходимо диагностировать заболевание по ряду анализов. Разрабатываемая система должна давать ответ, в процентном соотношении, на вопрос о наличии конкретной патологии желудочно-кишечного тракта у обследуемой собаки [4, с. 482]. Также информационная система должна обладать удобным и понятным интерфейсом.

Целью текущей работы является разработка нейросетевой модели многослойного перцептрона для классификации болезней желудочно-кишечного тракта по ряду входных параметров. Описанный выше вид нейросетевой архитектуры лучше всего подходит для анализа, дифференциации и классификации простых типов данных. Будет необходимо обработать полученные данные анализов собак, привести их к одной ранговой шкале. Также, потребуется верно подобрать оптимальное количество слоев для модели, чтобы она обладала достаточной точностью и верно дифференцировала входящие данные [2, с. 382]. Помимо этого, необходимо готовой и обученной модели перцептрона придать понятный пользовательский интерфейс. Разработка модели будет происходить с использованием языка программирования Python версии 3.6.6. Будут использованы такие библиотеки для машинного обучения как Keras, а в качестве основы для наиболее главных операций будет использоваться библиотека от Google под названием TensorFlow. Веб-интерфейс будет разработан на фреймворке для создания веб-приложений Flask.

Литературный обзор

Сегодня существует большое разнообразие нейросетевых архитектур, которые способны выполнять разные задачи. Также существуют разнообразные методы обучения нейросетей, например, с учителем и без. В обучении с учителем множество данных, над которым происходит работа модели, заранее содержит ответ, который должна выдавать система после завершения процесса обучения, но уже на новых данных согласно исследованиям Розенблатта. При обучении без учителя система должна прийти к балансу многократным повторением, благодаря более однозначному выявлению с каждой итерацией различных зависимостей [1, с. 282]. Для текущей задачи, связанной с дифференцированием массивов данных, оптимально будет использовать архитектуру многослойного перцептрона, согласно работам У. Маккалока и У. Питтса. При разработке будет использоваться фреймворк Keras, содержащий в своей основе фреймворк для TensorFlow. Фреймворк Keras содержит в себе множество алгоритмов для обучения нейросетевых моделей, а также позволяет очень удобно конфигурировать разрабатываемую модель. Благодаря абстракции, которую обеспечивает фреймворк разработка нейросетевой модели будет проходить безболезненно.

Из открытых источников были собраны и обработаны данные об анализах собак с конкретным заболеванием желудочно-кишечного тракта. Данные группировались по патологии. В итоге, было сформировано 4 результирующих подвыборки с патологиями гастрита, язвы желудка, непроходимости кишечника и панкреатита [6, с. 187].

Количество записей, которые удалось корректно обработать, равняется 1353. Этого будет достаточно, чтобы обучить модель, с достаточно высокой точностью и классифицировать заболевания желудочно-кишечного тракта у собак. Формат, в котором хранятся полученные данные о собаках — csv файл [5, с. 382]. Все записи содержат метку класса, то есть обучение модели происходит с учителем, ответы будут оптимизировать веса нейросети.

Для максимально эффективного обучения модели необходимо разделить имеющийся набор данных на 3 выборки по которым будет проводиться дальнейшее обучение и проверка. Был написан скрипт, который размещает в случайном порядке записи по 3 файлам: файл для обучения модели, файл для валидации модели, а также файл проверки модели на явление переобучения. После исполнения скрипта и распределения записей по файлам в файле для обучения модели оказалось 859 записей, в валидационном файле находится 264 записей и в файле для проверки 230 строк со сведениями об анализах и диагностированных патологиях желудочно-кишечного тракта собак.

Диагностика На главную

Введите возраст собаки

Укажите пол собаки Мужской Женский

Введите температуру тела

Собака находится в состоянии беременности? Да Нет

Введите массу тела собаки

Укажите рост собаки

Количество тромбоцитов

Значение скорости оседания эритроцитов

Количество нейтрофилов

Количество лимфоцитов

Значение гемоглобина

Показатель щелочной фосфатазы

Уровень креатинина

Рис. 1. Веб-интерфейс информационной системы

После распределения записей необходимо заняться разработкой модели. Первым делом следует верно добавить слои и активационную функцию. Благодаря фреймворку Keras сделать это очень просто. Было добавлено 2 промежуточных слоя. Перцептрон представляет собой сужающуюся модель от входного слоя с описанными выше параметрами до 1 нейрона, с предсказанием по поводу патологии желудочно-кишечного тракта на выходном слое. Обучение происходит минибатчами. Это означает, что обучающее множество разбивается на небольшие кортежи по 20 строк, а общие для всей модели веса корректируются в конце итерации. Всего таких итераций обучения 400.

Обучение модели на рабочей станции с процессором Intel Core i7-6700HQ, 16 GB RAM, видеоадаптером NVIDIA GeForce GTX 960M заняло 15 минут. После этого модель была сохранена в формате h5 для дальнейшего использования. На обучающем множестве была достиг-

нута точность 95%. На тестовом множестве точность составила 92%. Далее необходимо создать удобный интерфейс пользователя, чтобы модель было удобно использовать.

Результаты

Для разработанной модели необходимо создать веб-интерфейс в виду его чрезмерного удобства и универсальности использования.

Интерфейс должен обладать следующим минимальным функционалом: возможность внести анализы собаки (после обследования), получить результат о конкретной диагностированной системой патологии желудочно-кишечного тракта.

Для разработки был выбран фреймворк Flask. Данная технология обладает рядом преимуществ, например,

удобнейший шаблонизатор Jinja 2, а также замечательный маршрутизатор Werkzeug. Все эти преимущества позволяют быстро и качественно разработать веб-интерфейс.

Необходимо разработать функцию, которая будет принимать, поступившие данные от веб-формы и обрабатывать результат с помощью нейросетевой модели. Потребуется выделить отдельный поток для данной функции, так как действие по обработке и классификации томограммы должно обрабатываться параллельно с HTTP-запросом.

На Рисунке 1, который представлен ниже, изображён интерфейс готовой информационной системы, опубликованной на хостинге Heroku:

Обсуждение

Полученные результаты могут использоваться в работе врачей-ветеринаров при возникновении трудностей, связанных с диагностикой заболеваний желудочно-кишечного тракта у собак. Успешно диа-

гностируются такие болезни как: гастрит, язва желудка, непроходимость кишечника и панкреатит. Результаты работы информационной системы проверены практически.

Благодарности

Авторы выражают признательность Правительству Саратовской области за оказанную помощь при написании настоящей статьи.

Заключение

В ходе работы была разработана нейросетевая модель многослойного перцептрона, выполняющая функцию диагностики заболеваний желудочно-кишечного тракта, в частности гастрита, язвы желудка, непроходимости кишечника и панкреатита у собак. К разработанной модели был создан веб-интерфейс.

Разработанная система может применяться врачами-ветеринарами в случае возникновения неоднозначностей и трудностей при диагностировании патологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев А. Н. Принципы и техника нейросетевого моделирования / А. Н. Васильев, Д. А. Тархов. — Москва: СПб. [и др.]: Питер, 2014.
2. Круглов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В. В. Круглов, В. В. Борисов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2002.
3. Лапиков Сергей Никитович Паразитарные болезни собак / Лапиков Сергей Никитович. — М.: Аквариум, 2009.
4. Неонатология и болезни новорожденных собак. Монография. — Москва: ИЛ, 2016.
5. Основы нейрокибернетики. — Москва: СПб. [и др.]: Питер, 2015.
6. Сидоркин В. А. Болезни собак / В. А. Сидоркин. — М.: Аквариум, 2011.

© Толстова Елизавета Антоновна (liza.tolstova.2014@mail.ru), Ормели Александр Федорович (ormelialex@gmail.com),
 Большелатов Михаил Александрович (mihan3110@yandex.ru), Селютин Александр Дмитриевич (cool.selutin99@yandex.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ГАЗА И БАЛЛОНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ИСТЕЧЕНИЯ ГАЗА ИЗ БАЛЛОНА

MATHEMATICAL MODELING OF GAS AND HIGH-PRESSURE CYLINDER TEMPERATURE CONDITIONS DURING GAS DISCHARGE FROM THE CYLINDER

V. Uchvatova
V. Inozemtseva
A. Romanenkov

Summary. The paper considers the temperature conditions of a gas and a high-pressure cylinder during the gas outflow from the cylinder. A method of mathematical modeling of heat transfer through the wall of a high-pressure balloon under non-stationary boundary conditions is presented. The algorithm allows you to set the temperature conditions of the gas and the cylinder during the flow of gas from the cylinder. The influence of the convective heat exchange coefficients of the balloon with the internal and external environment on the temperature regime of the balloon under various boundary conditions is studied. The value of the heat transfer coefficient is determined by comparing the results of mathematical modeling with the results of experiments on filling and exposure of a high-pressure cylinder. It is shown that in the range of possible values of coefficients and possible temperature differences between the internal and external environments, the temperature gradient along the wall thickness of the balloon is negligible.

Keywords: mathematical modeling, temperature regimes, heat transfer process, quasi-stationary boundary conditions, convective heat transfer coefficients, free balloons.

Учватова Валентина Пантелеевна

Доцент, Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет),
Москва

valentina.uchvatova@yandex.ru

Иноземцева Валентина Сергеевна

Старший преподаватель, Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет), Москва
v.s.inozemtseva@mail.ru

Романенков Александр Михайлович

Доцент, Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет),
Москва

romanaleks@gmail.com

Аннотация. В работе рассматриваются температурные режимы газа и баллона высокого давления, в процессе истечения газа из баллона. Представлена методика математического моделирования теплопередачи через стенку баллона высокого давления при нестационарных граничных условиях. Алгоритм позволяет установить температурные режимы газа и баллона в процессе истечения газа из баллона. Исследовано влияние коэффициентов конвективного теплообмена баллона с внутренней и наружной средой на температурный режим баллона при различных граничных условиях. Из сравнения результатов математического моделирования с результатами экспериментов по наполнению и экспозиции баллона высокого давления определена величина коэффициента теплоотдачи. Показано, что в диапазоне возможных значений коэффициентов и возможных перепадов температур между внутренней и наружной средами, градиент температуры по толщине стенки баллона пренебрежимо мал.

Ключевые слова: математическое моделирование, температурные режимы, процесс теплообмена, квазистационарные граничные условия, коэффициенты конвективного теплообмена, свободные аэростаты.

Введение

В настоящее время широкое применение приобретают современные воздухоплавательные аппараты для решения различных научно-исследовательских и прикладных задач [2, 13, 15].

Успехи в области материаловедения, разработка новой технологии получения полимерных пленок, обладающих высокими удельными прочностными характеристиками, способствуют развитию воздухоплавания

и позволяют создавать свободные аэростаты с качественно новыми летно-техническими характеристиками по высотности, грузоподъемности и продолжительности полета [2, 13, 15]. Свободные аэростаты снабжены специальной системой управления, автоматически стабилизирующей высоту полета или ее изменение по заданной программе. Усилия конструкторов при создании комплексов свободных аэростатов направлены на разработку схем старта, увеличивающих надежность оболочки, на повышение эксплуатационных характеристик системы газообеспечения, на методы и способы, позво-

ляющие существенно сократить время газонаполнения оболочки аэростата, уменьшая тем самым вероятность воздействия на нее ветровых режимов, превышающих допускаемые [4, 10].

В состав системы газообеспечения современных аэростатных комплексов [4] входят газозаправщики, включающие в себя баллоны высокого давления, закомпримированные подъемным газом до избыточного давления 20–40 МПа, что позволяет значительно уменьшить время газонаполнения оболочки аэростата за счет большого расхода газа из баллонов. Это особенно важно при скоростях ветра, превышающих 5 м/с, и массовых стартах аэростатов. Сокращение времени воздействия ветровых нагрузок на оболочку повышает надежность эксплуатации аэростата на этапе старта.

Для обеспечения задаваемых параметров надежности аэростата процессы ускоренного газонаполнения оболочки из баллонов высокого давления, запуска и взлета аэростата должны строго регламентироваться, а кинематические параметры при этом могут изменяться в допускаемых пределах, поэтому очевидна актуальность теоретического и экспериментального исследования термодинамических процессов, происходящих во всех элементах аэростатного комплекса т.е. в оболочке аэростата, газовых магистралях и баллонах газозаправщика [1, 5].

В настоящей работе рассматриваются температурные режимы газа и баллона высокого давления в процессе истечения газа из баллона. Эти режимы зависят от теплообмена баллонов с окружающей средой (задача теплообмена). Одной из целей работы является определение величин коэффициентов теплоотдачи $\alpha_{\text{в}}$ и $\alpha_{\text{г}}$, от которых зависят температурные режимы газа и баллона высокого давления. В работе представлены результаты теоретических исследований влияния теплопроводности стенок баллона высокого давления на температурные режимы баллона и газа, выдаваемого из баллонов высокого давления, в процессе газонаполнения оболочки [5].

Результаты теоретических и экспериментальных исследований [9, 14] показывают, что параметры состояния газа, выдаваемого из баллона высокого давления, существенно зависят от продолжительности времени выдачи и значения начальных параметров газа в баллонах. Газ, находящийся в баллоне, может по мере истечения весьма сильно переохладиться за счет расширения [11]. Степень этого переохлаждения зависит от массы газа и баллона, а также от параметров, характеризующих процесс теплопередачи от окружающей среды через стенку баллона к газу. Поскольку масса баллона и толщина его стенки довольно значительны, целесообразно

оценить влияние теплопроводности стенки баллона на температурный режим баллона высокого давления в процессе выдачи газа.

В данной работе разработана и приведена методика математического моделирования температурного режима баллона высокого давления с учетом теплопередачи через стенку баллона, описан алгоритм моделирования, приведены результаты моделирования. На основании сравнения полученных результатов с результатами экспериментов [9] определены величины коэффициентов теплоотдачи, которые должны закладываться в расчеты температурных режимов газа и баллона высокого давления.

Постановка задачи и выбор метода решения

Температурные режимы баллона и газа, выдаваемого из баллона высокого давления, существенно зависят от теплообмена баллонов с окружающей средой [5, 6]. Учитывая, что процесс газонаполнения оболочки может идти довольно быстро, а разность температур окружающей среды и газа в баллоне может достигать значительной величины, представляется целесообразным при решении задачи об истечении газа из баллонов учесть нестационарный характер теплопередачи через стенки баллона. При этом для простоты рассматривается сферический баллон, считая, что его масса и объем равны соответствующим величинам для баллона высокого давления.

Таким образом, в работе рассматривается одномерная задача нестационарной теплопроводности для полого шара при нестационарных граничных условиях.

Математическая модель теплообмена имеет вид:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \cdot \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \cdot \frac{\partial T}{\partial r} \right), \quad (1)$$

где r — координата вдоль радиуса; $R_{\text{в}} \leq r \leq R_{\text{г}}$ — сферический слой; t — время;

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho} —$$

коэффициент температуропроводности материала баллона; ρ — плотность материала баллона; c — теплоемкость материала баллона; T — температура стенки баллона.

Начальное условие:

$$t = 0 : T = B(r), \quad (2)$$

где $B(r)$ — распределение температуры вдоль радиуса.

Граничные условия, описывающие конвективный теплообмен между стенками баллона и внешней или внутренней средой, имеют вид:

$$\begin{aligned}
 t > 0, \quad r = R_n : \quad \frac{\partial T}{\partial r} &= \frac{\alpha_n}{\lambda} \cdot (T_n - T) \\
 r = R_e : \quad \frac{\partial T}{\partial r} &= \frac{\alpha_e}{\lambda} \cdot (T - T_e)
 \end{aligned} \tag{3}$$

где T_e и T_n — температуры среды внутри и снаружи баллона; α_e и α_n — коэффициенты конвективной теплоотдачи соответственно от внутренней и наружной среды к стенке баллона.

Приводя выражения (1) — (3) к безразмерному виду, с помощью соотношений:

$$\begin{aligned}
 T &= T_p \cdot \bar{T}; \quad r = R_n \bar{r}; \quad t = \frac{R_n^2}{\alpha} \bar{t}; \quad \alpha_n = \frac{\lambda}{R_n} \bar{\alpha}_n; \\
 \alpha_e &= \frac{\lambda}{R_n} \bar{\alpha}_e; \\
 R_e &= R_n \cdot \bar{R}; \quad T_n = T_p \cdot \bar{T}_n; \quad T_e = T_p \cdot \bar{T}_e; \quad B = T_p \cdot \bar{B}; \tag{4}
 \end{aligned}$$

где T_p — некоторое значение температуры, связывающее размерные и безразмерные величины, и подставляя (4) в (1) — (3), получим:

$$\frac{\partial \bar{T}}{\partial \bar{t}} = \alpha \cdot \left(\frac{\partial^2 \bar{T}}{\partial \bar{r}^2} + \frac{2}{\bar{r}} \cdot \frac{\partial \bar{T}}{\partial \bar{r}} \right), \tag{1'}$$

$$t = 0 : \quad \bar{T} = \bar{B}(\bar{r}), \tag{2'}$$

$$\begin{aligned}
 t > 0, \quad \bar{r} = 1 : \quad \frac{\partial \bar{T}}{\partial \bar{r}} &= \bar{\alpha}_n \cdot (\bar{T}_n - \bar{T}), \\
 \bar{r} = \bar{R} : \quad \frac{\partial \bar{T}}{\partial \bar{r}} &= \bar{\alpha}_e \cdot (\bar{T} - \bar{T}_e).
 \end{aligned} \tag{3'}$$

В дальнейшем знак черты над безразмерными величинами опускается.

Рассматриваемое уравнение теплопроводности является дифференциальным уравнением в частных производных параболического типа с начальными и краевыми условиями. Методы нахождения аналитических решений начально-краевых задач рассмотрены в [3, 7, 8, 12]. В указанных работах рассматривались:

- ◆ Представление решения через функцию Грина [3, 8].
- ◆ Метод разделения переменных:

(а) решение представлено в виде ряда от произведения решений двух задач [3, 7, 8, 12];

(б) решение представлено через функции Бесселя [3, 7, 12].

- ◆ Нахождение решения с помощью преобразования Лапласа [7].
- ◆ Нахождение решения с помощью преобразования Фурье [7].

Анализируя, перечисленные выше, методы решения начально-краевых задач с нестационарными граничными условиями применительно к уравнению теплопроводности (1') — (3') можно сделать следующий вывод: решение поставленной задачи можно находить одним из следующих методов:

- ◆ с помощью функции Грина (в граничных условиях (3') коэффициенты α_n и α_e должны быть константами).
- ◆ методом разделения переменных.
- ◆ с помощью преобразования Лапласа.

Метод нахождения решения с помощью преобразования Фурье использовать нельзя, так как уравнение теплопроводности (1') содержит коэффициент зависящий от пространственной переменной r .

Особенностью задачи (1') — (3') является то, что в граничных условиях (3') нестационарными являются как функции температур $T_n(t)$, $T_e(t)$, так и функции $\alpha_n(t)$, $\alpha_e(t)$, что существенно ограничивает непосредственно применение этих методов.

Если использовать квазистационарность граничных условий на достаточно малом интервале времени, а весь рассматриваемый интервал — сумма конечного числа достаточно малых интервалов, то для каждого достаточно малого интервала можно найти аналитическое решение задачи (1') — (3'). Начальным условием для каждого интервала времени будет являться распределение температуры по толщине стенки, которое получилось в результате решения задачи для предыдущего интервала. Таким образом, при исследовании процесса теплообмена с квазистационарными граничными условиями метод разделения переменных является наиболее удобным в реализации.

Математическая модель

Общее решение (1') ищется, в виде:

$$T(r, t) = T_0(r) + T_1(r, t), \tag{5}$$

где $T_0(r)$ — решение краевой задачи:

$$\frac{d^2 T_0}{dr^2} + \frac{2}{r} \cdot \frac{dT_0}{dr} = 0 \tag{6}$$

с неоднородными граничными условиями:

$$r = 1: \frac{dT_0}{dr} = \alpha_n \cdot (T_n - T_0), \quad (7)$$

$$r = R: \frac{dT_0}{dr} = \alpha_e \cdot (T_0 - T_e).$$

$T_1(r, t)$ — решение уравнения:

$$\frac{\partial T_1}{\partial t} = \frac{\partial^2 T_1}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \cdot \frac{\partial T_1}{\partial r}, \quad (8)$$

с однородными граничными условиями:

$$r = 1: \frac{\partial T_1}{\partial r} = -\alpha_n \cdot T_1, \quad (9)$$

$$r = R: \frac{\partial T_1}{\partial r} = \alpha_e \cdot T_1,$$

Согласно теории, решение задачи (6) — (7) имеет вид:

$$T_0 = A_1 + \frac{A_2}{r}, \text{ где} \quad (10)$$

$$\begin{cases} A_2 = (T_n - T_e) \cdot \left(\frac{\alpha_n - 1}{\alpha_n} - \frac{\alpha_e \cdot R + 1}{\alpha_e \cdot R^2} \right), \\ A_1 = T_n - \frac{\alpha_n - 1}{\alpha_n} \cdot A_2, \end{cases} \quad (11)$$

а решение задачи (8) — (9) (методом разделения переменных) запишется в виде:

$$T_1(r, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{c_n}{r} \cdot [\sin(\mu_n \cdot r) + b_n \cdot \cos(\mu_n \cdot r)] \cdot e^{-\mu_n^2 t}, \quad (12)$$

где μ_n — собственные значения, находятся из характеристического уравнения:

$$a_1 \cdot \cos(1 - R)\mu_n - a_2 \cdot \sin(1 - R)\mu_n = 0, \quad (13)$$

где

$$a_1 = \mu_n \left(1 - \frac{1}{R} - \alpha_e - \alpha_n \right), \quad a_2 = \mu_n^2 + (1 - \alpha_n) \cdot \left(\frac{1}{R} + \alpha_e \right);$$

b_n — коэффициенты:

$$b_n = \frac{[\mu_n \cdot \cos \mu_n - (1 - \alpha_n) \cdot \sin \mu_n]}{[\mu_n \cdot \sin \mu_n + (1 - \alpha_n) \cdot \cos \mu_n]}. \quad (14)$$

Общее решение исходного уравнения (1') запишется в виде суммы (8) и (11):

$$T(r, t) = A_1 + \frac{A_2}{r} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{c_n}{r} \cdot [\sin(\mu_n \cdot r) + b_n \cdot \cos(\mu_n \cdot r)] \cdot e^{-\mu_n^2 t}. \quad (15)$$

Коэффициенты c_n определяются из начального условия:

$$t = 0 : T(r, t) = B(r), \quad B = B_0 = const, \quad (16)$$

в котором учтена ортогональность собственных функций:

$$\int_R^1 r^2 \cdot F_n \cdot F_m dr = 0. \quad (17)$$

$$c_n = X_{1n} / X_{2n}, \quad (18)$$

где

$$\begin{aligned} X_{1n} = & (A_1 - B_0) \cdot \left[\left(\frac{b_n}{\mu_n} - 1 \right) \cdot \cos(\mu_n) - \right. \\ & - \left(\frac{b_n}{\mu_n} - R \right) \cdot \cos(\mu_n R) + \left(b_n + \frac{1}{\mu_n} \right) \cdot \sin(\mu_n) - \\ & - \left(R \cdot b_n + \frac{1}{\mu_n} \right) \cdot \sin(\mu_n R) \left. \right] + A_2 \cdot [b_n \cdot \sin(\mu_n) - \\ & - b_n \cdot \sin(\mu_n \cdot R) - \cos(\mu_n) + \cos(\mu_n \cdot R)]. \end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} X_{2n} = & \left(\frac{b_n^2 + 1}{2} \right) \cdot \mu_n \cdot (R - 1) + \left(\frac{b_n^2 + 1}{4} \right) \cdot (\sin(2\mu_n \cdot R) - \\ & - \sin(2\mu_n)) + b_n \cdot (\sin^2(\mu_n \cdot R) - \sin^2(\mu_n)). \end{aligned} \quad (20)$$

Формулы (18) — (20) получаются в результате следующих действий:

1. Начальное условие (16) подставляется в решение (15).
2. Обе части выражения, полученного в п. 1, умножаются на $r \cdot [\sin(\mu_n \cdot r) + b_n \cdot \cos(\mu_n \cdot r)]$.
3. Осуществляется интегрирование выражения, полученного в п. 2, от R до 1, учитывая условие ортогональности собственных функций.

Таким образом, если температуры наружной T_n и внутренней T_e среды остаются неизменными, то распределение температуры по толщине стенки для момента времени t описывается выражением (15), где коэффициенты разложения c_n определяются по формуле (18), коэффициенты b_n — по формулам (14), константы A_1 и A_2 — по (11), собственные числа μ_n — находятся из уравнения (13).

В рассматриваемой задаче величины T_e и T_n в общем случае не остаются постоянными в течение всего процесса. Изменяются также и коэффициенты конвективной теплоотдачи α_e и α_n , зависящие от температур стенки и среды. В связи с этим граничные условия (3') становятся нестационарными, и решение исходного уравнения (1') не может быть выражено в виде (14) для всего рассматриваемого отрезка времени.

Для нахождения решения в случае нестационарных граничных условий используется следующий подход:

- ♦ весь рассматриваемый отрезок времени разбивается на элементарные интервалы Δt ; считается что в течение каждого интервала граничные условия (3') остаются неизменными и определяются значениями температур в момент времени, соответствующим началу данного интервала;
- ♦ начальное условие для каждого интервала времени — распределение температуры по толщине стенки, получается в результате решения задачи для предыдущего интервала.

Решение уравнений (1') для рассматриваемого интервала времени может быть в таком случае представлено в виде (14).

Начальное для данного интервала времени распределение температуры можно записать следующим образом:

$$t = 0: B(r) = A_0 + \frac{A_0}{r} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{c_{n0}}{r} \cdot [\sin(\mu_{n0} \cdot r) + b_{n0} \cdot \cos(\mu_{n0} \cdot r)] \cdot e^{-\mu_{n0}^2 \cdot \Delta t_0}, \tag{21}$$

где все величины с индексом «0» относятся к предыдущему интервалу времени Δt_0 , и являются известными.

Подчиняя общее решение (15) начальному условию (21), получится следующее уравнение для определения коэффициентов c_n :

$$A_1 + \frac{A_2}{r} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{c_n}{r} \cdot [\sin(\mu_n \cdot r) + b_n \cdot \cos(\mu_n \cdot r)] = A_{10} + \frac{A_{20}}{r} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{c_{n0}}{r} \cdot [\sin(\mu_{n0} \cdot r) + b_{n0} \cdot \cos(\mu_{n0} \cdot r)] \cdot e^{-\mu_{n0}^2 \cdot \Delta t_0}. \tag{22}$$

Вычисление величин A_1, A_2, μ_n, b_n , входящих в (22), выполняется по формулам (10), (13), (14), в которые входят текущие значения температур T_{gr}, T_n и коэффициентов теплоотдачи α_{gr}, α_n .

Умножая обе части выражения (22) на $r \cdot [\sin(\mu_m \cdot r) + b_m \cdot \cos(\mu_m \cdot r)]$ и интегрируя в пределах от R до 1, учитывая условие ортогональности собственных функций, после некоторых преобразований, получается выражение для нахождения коэффициентов c_n :

$$c_n = Y_{1n} / Y_{2n}, \tag{23}$$

где

$$Y_{1n} = (A_1 - A_{10}) \cdot \left[\left(\frac{b_n}{\mu_n} - 1 \right) \cos(\mu_n) - \left(\frac{b_n}{\mu_n} - R \right) \cos(\mu_n R) + \left(b_n + \frac{1}{\mu_n} \right) \cdot \sin(\mu_n) - \left(R \cdot b_n + \frac{1}{\mu_n} \right) \cdot \sin(\mu_n R) \right] + (A_2 - A_{20}) \cdot [b_n \cdot \sin(\mu_n) - b_n \cdot \sin(\mu_n \cdot R) - \cos(\mu_n) + \cos(\mu_n \cdot R)] - J_n \cdot \mu_n. \tag{24}$$

$$Y_{2n} = \left(\frac{b_n^2 + 1}{2} \right) \mu_n (R - 1) + \left(\frac{b_n^2 + 1}{4} \right) \cdot (\sin(2\mu_n \cdot R) - \sin(2\mu_n)) + b_n \cdot (\sin^2(\mu_n \cdot R) - \sin^2(\mu_n)). \tag{25}$$

$$J_n = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{\infty} c_{n0} \cdot e^{-\mu_{n0}^2 \cdot \Delta t_0} \left\{ \frac{1 + b_n b_{n0}}{\mu_n - \mu_{n0}} \cdot [\sin(\mu_{n0} - \mu_n) - \sin(\mu_{n0} - \mu_n) R] + \frac{b_n b_{n0} - 1}{\mu_n + \mu_{n0}} \cdot [\sin(\mu_n + \mu_{n0}) - \sin(\mu_n + \mu_{n0}) R] + \frac{b_n b_{n0} - 1}{\mu_n + \mu_{n0}} \cdot [\sin(\mu_n + \mu_{n0}) - \sin(\mu_n + \mu_{n0}) R] + \frac{b_n - b_{n0}}{\mu_n - \mu_{n0}} \cdot [\cos(\mu_{n0} - \mu_n) - \cos(\mu_{n0} - \mu_n) R] \right\} + \frac{b_n + b_{n0}}{\mu_n + \mu_{n0}} \cdot [\cos(\mu_{n0} + \mu_n) R - \cos(\mu_{n0} + \mu_n)]. \tag{26}$$

Распределение температуры для рассматриваемого интервала времени Δt можно записать в виде, аналогичном (18):

$$T(r, t) = A_1 + \frac{A_2}{r} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{c_n}{r} \cdot [\sin(\mu_n \cdot r) + b_n \cdot \cos(\mu_n \cdot r)] \cdot e^{-\mu_n^2 \cdot t}, \quad \text{где } 0 \leq t \leq \Delta t. \tag{27}$$

Алгоритм построения математической модели

Алгоритм решения задачи (1') — (3') в соответствии с изложенной методикой заключается в следующем:

1. задается начальное распределение температуры по стенке баллона в общем случае в виде:

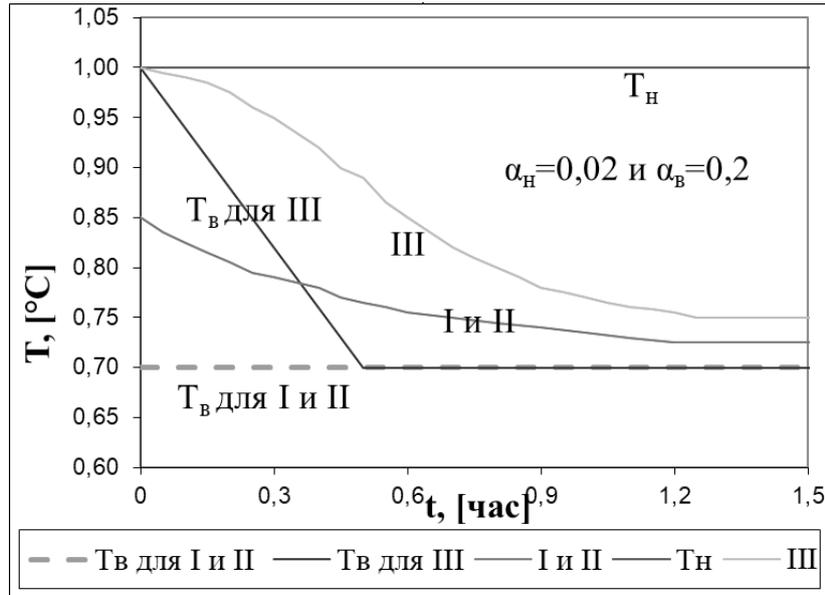


Рис. 1. Результаты контрольных экспериментов

$$T(r,0) = A_{10} + \frac{A_{20}}{r} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{c_{n0}}{r} \cdot [\sin(\mu_{n0} \cdot r) + b_{n0} \cdot \cos(\mu_{n0} \cdot r)]. \quad (28)$$

Если $T(r, 0) = const$, то A_{20} и сумма в (28) поучаются равными нулю. В этом случае задается равным нулю и значение интеграла J_n в (26), входящего в формулы для вычисления коэффициентов c_n .

2. Задаются значения наружной T_n и внутренней $T_{в}$ температур или законы, связывающие $T_n, T_{в}$ с температурой стенки T .

3. Задаются значения коэффициентов теплоотдачи $\alpha_n(T_n, T)$ и $\alpha_{в}(T_{в}, T)$.

4. Задается шаг интегрирования $\Delta t(t)$.

5. Задается внутренний радиус баллона $R_{в}$.

По заданным значениям определяются для первого интервала времени:

- ◆ константы A_1 и A_2 — по формулам (11),
- ◆ собственные значения μ_n — из (13),
- ◆ коэффициенты b_n — по (14),
- ◆ коэффициенты c_n — по (23) — (26).

По найденным значениям определяется по формуле (27) распределение температуры для данного интервала времени. Количество слагаемых в сумме (27), определяется заданной точностью решения.

Для продолжения решения на следующем интервале времени задаются новые начальные условия, представляющие собой значения всех величин, в конце предше-

ствующего интервала, после чего повторяется описанная выше процедура вычислений.

В соответствии с изложенным алгоритмом построена математическая модель температурных режимов газа и баллона и проведены исследования. Исследования проводились при различных значениях коэффициентов конвективной теплопроводности от внутренней среды к стенке баллона ($\alpha_{в}$) и от наружной среды к стенке баллона (α_n).

Анализ результатов моделирования

Для проверки разработанного алгоритма и его программной реализации, были проведены эксперименты с математической моделью для некоторых контрольных вариантов. Результаты этих исследований приведены на рис. 1.

В первом варианте считалось, что величины $T_n, T_{в}, \alpha_n, \alpha_{в}$ не меняются в течение всего рассматриваемого времени, т.е. граничные условия являются стационарными. Начальная температура стенки принималась постоянной по толщине и равной $T=0,5 \cdot (T_{в} + T_n)$. Решение задачи записывалось в виде (15) для всего рассматриваемого времени (без разбиения на интервалы). На рис. 1 показано изменение температуры стенки по времени при $T_{в} = 0,7, T_n = 1$ (кривая I). Видно, что с увеличением времени температура стенки стремится к стационарному значению.

Во втором варианте та же задача решалась по общему алгоритму с разбиением времени на малые интер-

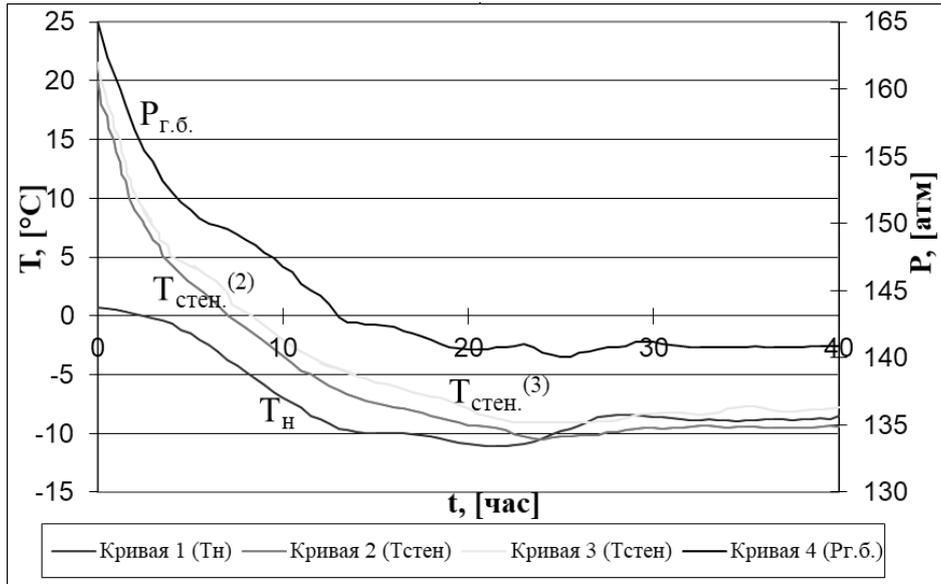


Рис. 2. Температурные режимы баллона

валы ($\Delta t = 0,01$). Результаты экспериментов с математическими моделями для в первого и второго вариантов полностью совпали (кривая II).

В третьем варианте рассматривалась задача с переменными граничными условиями внутри баллона. Температура T_0 за время $t=0,5$ изменялась от $T_0=1$ до $T_0=0,7$ и далее осталась неизменной. Температура T_H при этом постоянна и равна 1. Зависимость температуры от времени в этом случае имеет вид, показанный на рис. 1 — кривая III. Из рис. 1 видно, что температура стремится с ростом времени к стационарному значению. Кривые I и III, начиная с времени $t \approx 0,58$, являются эквидистантными в направлении t , как и должно быть. Градиент температуры стенки по радиусу во всех случаях получается близким к нулю, что связано с выбором численных значений коэффициентов теплоотдачи α_H и α_0 . Результаты проведенных контрольных исследований показали, что разработанная методика может быть использована для математического моделирования температурного режима баллонов высокого давления в процессе газонаполнения с учетом теплопередачи через стенки баллонов.

Одной из целей данной работы являлось определение величин коэффициентов теплоотдачи α_H и α_0 , от которых зависит температурный режим баллонов высокого давления. Анализ имеющихся экспериментальных данных [5, 9] показал, что величина α_H может быть приблизительно определена из сравнения результатов расчетов с результатами экспериментов, описанных в [9].

В процессе этих экспериментов осуществлялись газонаполнение баллонов высокого давления и последую-

щая их экспозиция в течение продолжительного времени. Результаты одного из экспериментов представлены на рис. 2, где изображены температурные зависимости, получившиеся при эксплуатации баллона, наполненного воздухом до давления ~ 160 атм. Кривой 1 обозначена температура окружающей среды, изменяющаяся в процессе экспозиции баллона; область между кривыми 2 и 3 — область значений температуры стенки баллона, измеренные различными датчиками [9]. Кривой 4 изображено изменение давления в баллоне. Начальная температура баллона, как видно из рис. 2, примерно на 20° превышает температуру окружающей среды. В процессе экспозиции температуры баллона и окружающей среды сближаются. Произведены исследования процесса теплообмена при различных значениях коэффициентов, α_H и α_0 , которые варьировались в достаточно широких пределах.

В пробных экспериментах с математической моделью, значения α_H и α_0 принимались одинаковыми. Исследования показали, что теоретические и экспериментальные результаты получаются наиболее близкими друг к другу при значениях $\alpha_H = \alpha_0 = 0,015$. Затем, на базе математической модели, были проведены исследования, в которых рассматривалось отдельно влияние α_H и α_0 на температурный режим баллона в процессе экспозиции. На рис. 3 приведены результаты математического моделирования, полученные для $\alpha_H = 0,015$, при различных значениях α_0 .

Из рис. 3 видно, что при величинах $\alpha_0 > 0,005$ температурные зависимости, соответствующие различным α_0 , практически сливаются в одну кривую: в рассматриваем-

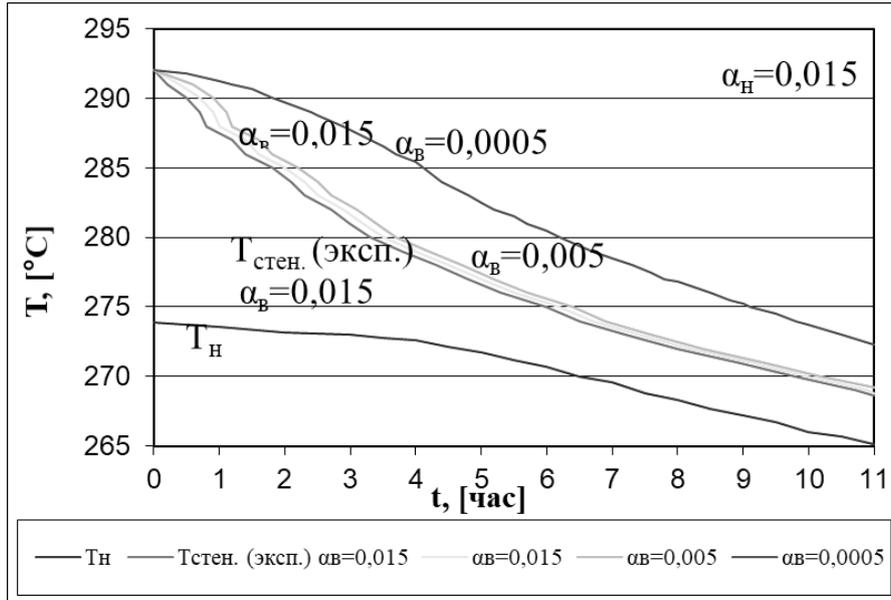


Рис. 3. Влияние α_b на температурные режимы баллона

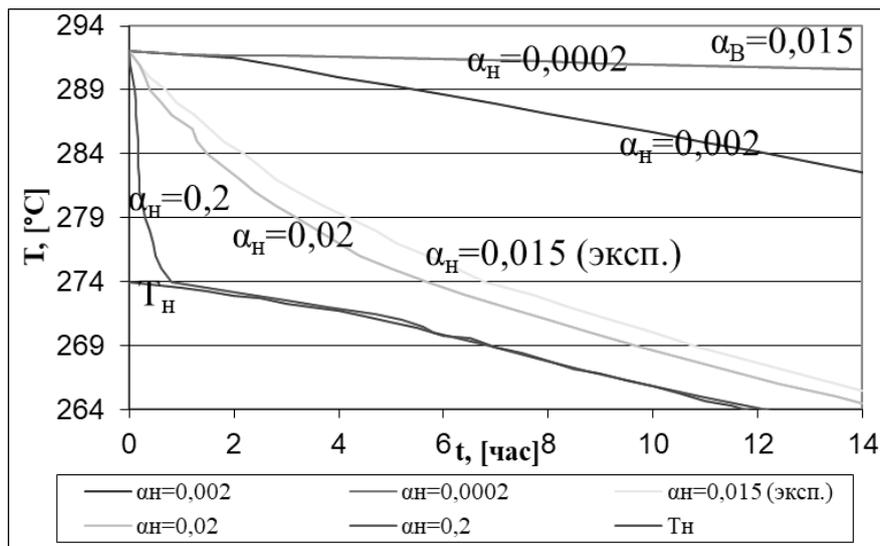


Рис. 4. Влияние α_n на температурные режимы баллона

мом процессе влияние величины коэффициента конвективного теплообмена между внутренней средой и стенкой на температурный режим баллона — незначительно. Таким образом, если допустить, что α_b имеет примерно тот же порядок, что и α_n , то из сравнения с экспериментальными данными [9] можно сделать вывод, что величина коэффициентов конвективной теплоотдачи от стенки баллона к окружающей среде равна $\sim 0,015$.

Для определения величины α_b необходимы экспериментальные данные по существенно более быстрому термодинамическому процессу.

На рис. 4. показано влияние α_n на температурный режим баллона при экспозиции; α_b принималось во всех случаях равным 0,015. Как видно из рис. 4, величина α_n существенно влияет на изменение температуры баллона в процессе эксплуатации. При величинах $\alpha_n < 0,0002$ конвективный теплообмен баллона с окружающей средой практически отсутствует; при $\alpha_n > 0,2$ — баллон принимает температуру окружающей среды достаточно быстро.

Результаты математического моделирования показали, что при всех заданных значениях величин коэф-

коэффициентов теплоотдачи α_n и α_g градиент температуры по толщине стенки баллона получается практически равным нулю. Таким образом, при математическом моделировании температурного режима баллона высокого давления в процессе выдачи газа, температура стенки баллона по толщине может считаться постоянной.

Заключение

1. Проведен сравнительный анализ аналитических методов решения уравнения теплопроводности с нестационарными граничными условиями. При исследовании процесса теплообмена с квазистационарными граничными условиями метод разделения переменных является наиболее удобным в реализации.
2. Разработана методика математического моделирования теплопередачи через стенку баллона

высокого давления при нестационарных граничных условиях. Алгоритм позволяет установить температурные режимы газа и баллона в процессе истечения газа из баллона.

3. Исследовано влияние коэффициентов конвективного теплообмена баллона с внутренней (α_g) и наружной (α_n) средой на температурный режим баллона при различных граничных условиях.
4. Из сравнения результатов математического моделирования с результатами экспериментов по наполнению и экспозиции баллона высокого давления определена величина коэффициента теплоотдачи α_n .
5. Показано, что в диапазоне возможных значений коэффициентов α_n и α_g и возможных перепадов температур между внутренней и наружной средами градиент температуры по толщине стенки баллона пренебрежимо мал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агамиров В.Л., Глухарев А. Н., Пяташев Р. В. Свободные аэростаты. М.: Академия имени Н. Е. Жуковского, 1997.
2. Альтер-Залик Ю. Ж. Зондирование атмосферы с помощью аэростатов. Л.: Гидрометеоздат, 1981.
3. Арсенин В. Я. Методы математической физики и специальные функции. М.: Наука, 1974.
4. Баженов В.И., Зайцев В. Г., Зоммерфельд В. Г. и др. Развитие идей К. Э. Циолковского об особенностях газонаполнения оболочки аэростатов из баллонов высокого давления // Труды XX–XXI Чтений К. Э. Циолковского. М., 1987.
5. Баум В.И., Лучев О. Н., Мамедниязов С. О. и др. Влияние условий конвективного теплообмена на тепловое состояние воздухоплавательных летательных аппаратов // Труды XX–XXI Чтений К. Э. Циолковского. М., 1987.
6. Белоногов Е.К., Елисеев В. Н., Саква Н. В., Феоничев А. И., Черников С. П., Щугарев С. Н. Математическое моделирование теплового состояния конструкций воздухоплавательных летательных аппаратов // Труды Чтений XX К. Э. Циолковского. К., 1986.
7. Владимиров В. С. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1988.
8. Зайцев В.Ф., Полянин А. Д. Справочник по дифференциальным уравнениям с частными производными. М.: Международная программа образования, 1996.
9. Кочерова В.П., Зоммерфельд В. Г. Экспериментальные исследования параметров течения газа при газонаполнении воздухоплавательных летательных аппаратов из баллонов высокого давления // Тезисы докл. Гагаринских научных чтений по космонавтике и авиации. 1986. М.: Наука, 1987.
10. Литовченко В.П., Щугарев С. Н. Влияние нестационарного теплового состояния оболочки и подъемного газа на аэростатические характеристики дирижаблей // Труды XXII Чтений К. Э. Циолковского. К., 1988.
11. Лыков А. В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967.
12. Тихонов А.Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 2004.
13. Шашин В. М. Воздухоплавательная техника: Итоги науки и техники // ВИНТИ. М., 1984.
14. Штыря А. С. Определение температуры оболочки воздухоплавательного аппарата с учетом локальных характеристик теплообмена // Труды XXIII Чтений К. Э. Циолковского. М., 1988.
15. Malaterre P. Long-duration flights using infrared montgolfieres // 7th ESA Symposium on European rocket and Balloon programs and related research, 5–11 May, 1985, Loen, Norway. New York, 1985.

© Учватова Валентина Пантелеевна (valentina.uchvatova@yandex.ru),

Иноземцева Валентина Сергеевна (v.s.inozemtseva@mail.ru), Романенков Александр Михайлович (romanaleks@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

О СПЕЦИФИКЕ ПРИМЕНЕНИЯ SMATH STUDIO В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ

SMATH STUDIO FEATURES APPLICATION IN ELECTRICAL ENGINEERING CALCULATIONS

*Yu. Ushakov
N. Ushakova*

Summary. The article discusses the features of using the free mathematical program Smath Studio for solving electrical tasks. The differences between Smath Studio and Mathcad in the analysis of steady-state and transient modes in linear and nonlinear electrical and magnetic circuits, the specifics of graphic illustrations of electrical calculations, and the practical use of executable files are described.

Keywords: Smath Studio, Mathcad, theoretical electrical engineering, steady state and transient analysis.

Ушаков Юрий Александрович

*К.т.н., доцент, Оренбургский государственный университет
uapr@mail.ru*

Ушакова Наталья Юрьевна

*К.т.н., доцент, Оренбургский государственный университет
olaa56@mail.ru*

Аннотация. В статье рассмотрены особенности применения бесплатной математической программы Smath Studio для решения электротехнических задач. Описаны отличия Smath Studio от Mathcad при анализе установившихся и переходных режимов в линейных и нелинейных электрических и магнитных цепях, специфика графических иллюстраций электротехнических расчетов, практическое использование исполняемых файлов.

Ключевые слова: Smath Studio, Mathcad, теоретическая электротехника, анализ установившихся и переходных режимов.

Введение

В последние годы значительно повысился интерес российских пользователей к бесплатной математической программе Smath Studio [1], разработчиком которой является российский программист Андрей Ивашов. Это связано как с реализуемой в настоящее время государственной политикой последовательного перехода организаций в различных областях деятельности на преимущественное использование отечественного и свободного программного обеспечения (ПО) [2], так и с потребностью в доступных и бесплатных программах при дистанционном режиме обучения или работы.

По сравнению с другими бесплатными математическими программами Smath Studio имеет ряд явных преимуществ: доступность, малый объем, возможность установки при различных операционных системах как на стационарный компьютер (Windows, Linux), так и на любое мобильное устройство (смартфон, планшет с Android или iOS), наличие облачной версии.

Однако наиболее привлекательным для пользователя является сходство Smath Studio с зарубежной лицензионной системой Mathcad, которая в настоящее время широко используется в инженерных и научных расчетах [3]. Программа действительно близка к Mathcad по интерфейсу, функционалу, техническим качествам, однако

считать ее бесплатным клоном Mathcad было бы неверным. Это два разных приложения, имеющие свои характерные особенности, некоторые из которых являются эксклюзивными.

Smath Studio непрерывно дорабатывается, содержит постоянно пополняемый набор дополнений (плагинов), которые распространяются с открытым исходным кодом. С 2006 года по настоящее время было разработано около 60 стабильных версий программы, каждая последующая актуализированная версия содержит улучшения и исправления.

Одной из причин, по которой Smath Studio пока не столь популярен, как Mathcad, является недостаток разработанной подробной технической и методической документации по его применению. Значительная часть российских публикаций о Smath Studio носит либо обзорный характер [4; 5], либо содержит результаты решения какой-либо узкой задачи с использованием программы в качестве расчетного инструмента [6; 7]. Работ, содержащих комплексный анализ и рекомендации по использованию Smath Studio в конкретных профессиональных областях, довольно мало [8].

Цель данной работы

Проанализировать функциональные возможности, специфику и целесообразность применения Smath

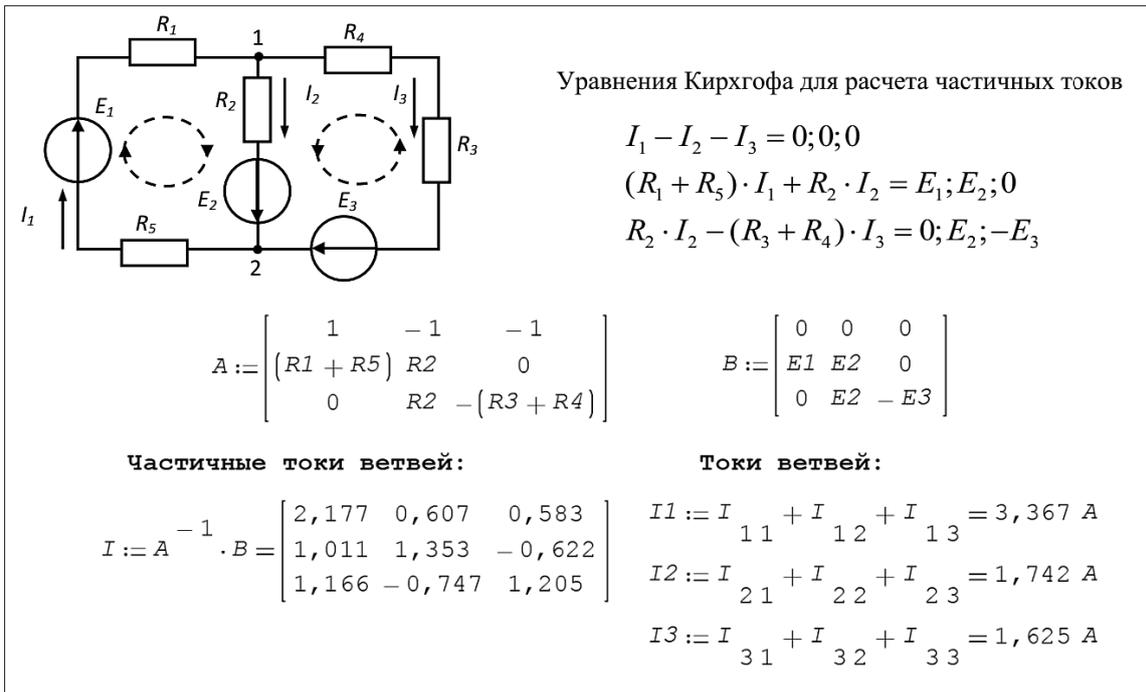


Рис. 1. Решение СЛАУ в методе наложения с тремя вариантами правой части уравнений

Studio как альтернативы Mathcad в электротехнических расчетах в области теоретической электротехники.

В математических моделях электротехнических устройств, используемых в теоретической электротехнике, применяется многообразный математический аппарат. Поэтому именно на примерах теоретической электротехники можно в комплексе оценить полноту и достаточность ресурсов Smath Studio, а также удобство его использования для решения широкого спектра электротехнических задач.

Значительная часть электротехнических расчетов базируется на теории электрических и магнитных цепей. Задачи теории цепей традиционно классифицируются по режимам работы цепи, по виду источников электромагнитной энергии, по характеру элементов цепи и их параметрам. Однако, чтобы всесторонне оценить преимущества и недостатки Smath Studio, более целесообразно применить к ним классификацию по применяемому при анализе цепей математическому аппарату, что и сделано в данной работе.

1. О расчете линейных режимов электрических цепей в Smath Studio

Математические модели электрических цепей описываются уравнениями, составленными различными методами на основе основных законов электротехники.

В зависимости от режима работы и параметров цепи эти уравнения могут быть линейные и нелинейные, алгебраические и дифференциальные, с действительными и комплексными коэффициентами.

Анализ установившихся режимов работы линейных электрических цепей постоянного и синусоидального тока сводится, как правило, к решению систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) с действительными или комплексными коэффициентами.

Вычислительные возможности Mathcad, применяемые в электротехнике для решения таких систем, весьма разнообразны: метод обратной матрицы, функции *Isolve*, *solve*, вычислительный блок *Given-Find* [9]. При этом любым из перечисленных способов можно решать системы уравнений, как с действительными, так и с комплексными коэффициентами, что позволяет использовать их для анализа цепей как с постоянными, так и с гармоническими сигналами.

Функционал Smath Studio, используемый для решения СЛАУ, намного скромнее и, кроме того, зависит от характера корней уравнения.

Для цепей постоянного тока, описываемых уравнениями с действительными коэффициентами, решить СЛАУ в Smath Studio можно двумя путями:

- ♦ методом обратной матрицы;

- ♦ с помощью функции *roots*, которая в программе есть в двух модификациях: *roots (3)* с указанием приближенных значений искомым неизвестных и *roots (2)* без указания приближений.

Для цепей синусоидального тока, уравнения которых имеют комплексные коэффициенты, возможности решения СЛАУ в Smath Studio ограничиваются вообще одним методом обратной матрицы, так как функция *roots* не предназначена для решения уравнений с комплексными корнями.

Функцией *solve* в Smath Studio в отличие от Mathcad можно решать только отдельные уравнения, а не систему, да и то они должны обязательно иметь действительные, а не комплексные корни.

Следует отметить, что индексация элементов вектора решения в Smath Studio при использовании метода обратной матрицы начинается с единицы, а не с нуля, как в Mathcad, что удобно при анализе электрических цепей.

Отличительной особенностью Smath Studio является его способность решать СЛАУ методом обратной матрицы сразу для нескольких вариантов правой части уравнений, в Mathcad такой возможности нет. В электротехнике эту способность Smath Studio можно использовать для расчета электрической цепи методом наложения. При расчете токов ветвей этим методом левые части уравнений, составленных для цепи, например, по законам Кирхгофа остаются неизменными, а вариантов правой части будет столько, сколько в цепи источников электромагнитной энергии. Каждый вариант правой части записывается при расчете в отдельный столбец в матрице свободных членов. Матрица результатов расчета будет содержать столько же столбцов. При расчете токов каждый столбец — это частичные токи ветвей, вызванные каждым источником энергии в отдельности.

На рисунке 1 приведен фрагмент расчета токов электрической цепи методом наложения с одновременным решением СЛАУ с тремя вариантами правой части уравнений.

2. О реализации символического метода расчета электрических цепей и использовании единиц измерения в Smath Studio

Анализ установившихся режимов линейных однофазных и трехфазных цепей синусоидального тока проводится традиционно символическим методом, при котором синусоидальные токи и напряжения заменяются их комплексными изображениями. Работа с комплексными числами в Smath Studio во многом аналогична

работе с ними в Mathcad. Мнимая единица здесь тоже обозначается буквой *i*, но возможности переобозначить ее в настройках программы через пункты Меню на принятое в электротехнике обозначение *j* (как это можно сделать в Mathcad) здесь не предусмотрено.

Результаты

расчетов токов и напряжений в цепях синусоидального тока получаются в виде комплексных чисел в алгебраической форме записи. Для перевода их в показательную форму записи нужно рассчитать модуль и аргумент комплексного числа. Как и в Mathcad, аргумент в Smath Studio по умолчанию считается в радианах, для перевода его в угловые градусы нужно вставить любым способом единицу измерения «Градус». Правда следует отметить, что в Smath Studio разработаны специальные функции *xy2pol* и *pol2xy*, которые должны облегчить пользователю перевод комплексного числа из алгебраической в показательную форму записи и обратно. Но работают они не всегда корректно. Например, у функции *xy2pol* результат расчета аргумента выдается в радианах, а при попытке перевести его в градусы, на множитель $180/\pi$ автоматически умножаются рассчитанные и модуль, и аргумент, что приводит в итоге к неверным результатам.

Кроме того, в Smath Studio нет опции получения из комплексного числа комплексно-сопряженного числа. В электротехнике так называемый «сопряженный комплекс тока» широко используется для расчета полной комплексной мощности. Для его нахождения можно предложить пользовательскую функцию

$$i_{sopr} = \frac{|i|^2}{i}$$

Smath Studio позволяет при вводе исходных данных вводить и их единицы измерения, обширный список которых предлагается во вкладке Меню «Вставка». При расчетах программа должна их распознать и автоматически подставить нужные единицы измерения в результаты расчетов. Во многих простых задачах электротехники эта опция действительно работает правильно и ее можно использовать. Но в некоторых случаях наличие введенных единиц измерения мешает и не позволяет провести расчеты. Например, при расчете цепи по законам Кирхгофа с помощью функции *roots* или методом обратной матрицы программа выдает сообщение об ошибке «Единицы измерения не соответствуют» и не считает токи. Это связано с разной размерностью уравнений Кирхгофа и соответственно строк матрицы. В подобных ситуациях лучше проводить расчеты в безразмерных величинах.

Исходные данные:

$$E := 300 \text{ В} \quad R := 10 \text{ Ом} \quad L1 := 30 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$$

$$L3 := 20 \cdot 10^{-3} \text{ Гн} \quad C2 := 60 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} \quad T := 0,4 \cdot 10^{-2} \text{ с}$$

Расчет токов ветвей методом двух узлов:

$$j := \sqrt{-1} \quad f := \frac{1}{T} = 250 \text{ Гц} \quad \omega := [2 \cdot \pi \cdot f] = 1570 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$\varphi1 := \frac{E \cdot \frac{1}{R + j \cdot \omega \cdot L1}}{\frac{1}{R + j \cdot \omega \cdot L1} + \frac{1}{R - j \cdot \frac{1}{\omega \cdot C2}} + \frac{1}{R + j \cdot \omega \cdot L3}} = (20,24 - 100,903 \cdot i) \text{ В}$$

$$I1 := \frac{-\varphi1 + E}{R + j \cdot \omega \cdot L1} = (3,257 - 5,248 \cdot i) \text{ А}$$

$$|I1| = 6,177 \text{ А} \quad \arg(I1) = -58,18^\circ$$

Некорректная работа функции xy2pol:

$xy2pol(3,191; -5,379) = \begin{cases} 6,254 \\ -1,035 \end{cases}$

$xy2pol(3,191; -5,379) = \begin{cases} 358,344 \\ -59,322 \end{cases}^\circ$

Расчет мощностей:

Сопряженный комплекс тока
(пользовательская функция)

$$I1sopr := \frac{|I1|^2}{I1} = (3,257 + 5,248 \cdot i) \text{ А}$$

Пользовательские единицы измерения

ВА := Вт ВАр := Вт

$$S := E \cdot I1sopr = (976,982 + 1574,482 \cdot i) \text{ В А}$$

$$P := \text{Re}(S) = 976,982 \text{ Вт}$$

$$Q := \text{Im}(S) = 1574,482 \text{ ВАр}$$

Векторная диаграмма токов

$$I := [0 \quad I1 \quad 0 \quad I2 \quad 0 \quad I3]^T$$

Токи := augment(Re(I); Im(I))

Токи

Рис. 2. Использование в расчете электрической цепи пользовательских функций и единиц измерения

Следует отметить, что в приведенном в Меню Smath Studio списке единиц измерения отсутствуют единицы для ряда применяемых в электротехнических расчетах величин: угловой частоты, реактивной и полной мощностей. Для таких величин целесообразно вводить в рас-

четах при необходимости пользовательские единицы измерения.

На рисунке 2 показан фрагмент расчета разветвленной цепи синусоидального тока с использовани-

```

j := sqrt(-1)  dp := 10-15

Исходная функция напряжения:
X := [ 0  pi/2  pi - dp  pi  3*pi/2  2*pi - dp  2*pi ]T
Y := [ 0  1  1  0  1  1  0 ]T
u(t) := linterp(X; Y; t)

Расчет коэффициентов ряда Фурье:
U0 := 1/(2*pi) * integral(u(t), t, 0, 2*pi) = 0,743

for k in [1..4]
  B_k := 1/pi * integral(u(t) * sin(k*t), t, 0, 2*pi)
  C_k := 1/pi * integral(u(t) * cos(k*t), t, 0, 2*pi)
  A_k := B_k + j * C_k
  Um_k := |A_k|
  psi_k := arg(A_k)

В Mathcad:
u(t) := U0 + sum(Um_k * sin(k*t + psi_k))
u(t) -> 0.02 * sin(t - 90 deg) + 0.02 * sin(3*t - 90 deg) +
+ 0.3847 * sin(145 deg + 2*t) + 0.74

Графики :


```

Напряжение в виде ряда Фурье:

$$u1(t) := U0 + Um_1 \cdot \sin(1 \cdot t + \psi_1) + Um_2 \cdot \sin(2 \cdot t + \psi_2) + Um_3 \cdot \sin(3 \cdot t + \psi_3) + Um_4 \cdot \sin(4 \cdot t + \psi_4)$$

Рис. 3. Разложение несинусоидального напряжения в ряд Фурье

ем встроенных и пользовательских единиц измерения и функций.

При расчете результаты практически во всех пунктах автоматически получились с верными единицами измерения, независимо от сложности формулы. Пользовательские единицы измерения вставлены у угловой частоты ω , а также у полной (S) и реактивной (Q) мощностей (изначально программа поставила у угловой частоты единицу измерения Герц, а у обеих мощностей — Ватт).

Для вставки единиц измерения полной и реактивной мощностей (BA и BAp) была переопределена имеюща-

яся в программе единица мощности Bm . После этого пользовательские единицы BA и BAp появились в списке единиц измерения Меню, что позволило использовать их в дальнейших расчетах, но только в данном документе.

Пользовательскую составную единицу измерения rad/c таким способом вставить нельзя, программа выдает ошибку «Выражение задано неверно». Поэтому единица измерения угловой частоты была просто скопирована из имеющихся в списке Меню отдельных единиц измерения (радиан, секунда). В списке единиц измерения Меню она при таком способе вставки

не появляется и носит чисто иллюстративный характер.

В приведенном на рисунке 2 фрагменте расчета показана также пользовательская функция для расчета сопряженного комплекса тока, используемого далее в формуле полной комплексной мощности S . Кроме того продемонстрированы некорректные результаты работы функции *xy2pol* на примере расчета модуля и аргумента комплексного тока I_1 . Сначала аргумент тока рассчитан в радианах, при попытке перевести его в градусы изменился не только аргумент, но и модуль тока.

Во фрагменте расчета часть формул скрыта с помощью элемента «Область» из вкладки Меню «Вставка».

3. О расчете несинусоидальных периодических и нелинейных режимов электрических цепей в Smath Studio

При анализе установившихся режимов в электрических цепях несинусоидального тока используется более сложный математический аппарат. Расчет таких цепей основан на принципе наложения и включает в себя: разложение периодической несинусоидальной функции в ряд Фурье; расчет цепи для каждой гармоники ряда; запись результирующих величин токов и напряжений в виде суммы мгновенных значений (в виде ряда Фурье).

В Smath Studio для расчета коэффициентов ряда Фурье функцию можно задать только двумя способами:

- ◆ аналитическим выражением;
- ◆ векторами с последующей интерполяцией.

В Mathcad, кроме этого, для задания функции можно еще использовать логическую функцию *if*. В Smath Studio при таком задании функции она не воспринимается в дальнейших операциях расчета коэффициентов ряда Фурье.

Первый способ целесообразно использовать, если несинусоидальную функцию достаточно просто описать аналитическими выражениями на определенных отрезках. Задание функции векторами наиболее удобно использовать для формализации графиков, заданных отрезками прямых. При необходимости моделирования скачка такой функции можно изменить значение одной или нескольких координат на такую малую величину, что это не отразится на дальнейших вычислениях.

Расчет коэффициентов ряда Фурье проводится по общеизвестным в высшей математике формулам. Для этих целей в Smath Studio есть функция вычисления определенного интеграла. Следует отметить, что в Smath Studio

в отличие от Mathcad можно вычислять только определенные интегралы. Расчет можно проводить отдельно для каждой гармоники, а можно оформить в виде циклического процесса, используя оператор *for* и элемент *line* с панели Программирование.

На рисунке 3 приведен пример разложения в ряд Фурье функции, заданной отрезками прямых. Для интерполяции функции использована функция линейной интерполяции *linterp*.

В этом примере показаны некоторые «странности» Smath Studio:

- ◆ для того чтобы рассчитать модули и аргументы гармоник напряжения, пришлось присвоить им наименования (*Umk*, *Ψk*), так как в противном случае программа выдавала сообщения об ошибках: «Аргумент должен быть скаляром» и «Ошибка приведения типов». Mathcad такие расчеты провел бы без переопределения величин;
- ◆ нельзя записать формулу напряжения в мгновенной форме записи, используя знак суммы (как это показано во фрагменте расчета из Mathcad на рисунке 3). Выражение напряжения в виде суммы гармоник записано вручную, но и в этом случае Smath не смог подставить в него числовые данные, как это делает Mathcad, чтобы получилось читаемое выражение.

Еще одна «странность» Smath Studio обнаружилась при попытке разложить в ряд Фурье функцию, заданную аналитическими выражениями на определенных отрезках периода. Программа выдает ошибку при расчете коэффициентов ряда, если в формуле общий множитель $1/\pi$ умножается на сумму определенных интегралов. Если же на этот множитель умножается каждый интеграл, расчет реализуется успешно.

При анализе нелинейных электрических и магнитных цепей, в которых нелинейные характеристики элементов в основном задаются совокупностью табличных значений широко используется интерполяция. Smath Studio позволяет использовать помимо линейной интерполяции интерполяцию сплайнами. При этом следует учитывать, что на заданном отрезке при любой интерполяции получаются близкие значения функции, а вот за пределами заданных отрезков данные значения при линейной интерполяции и интерполяции сплайнами будут сильно различаться.

На рисунке 4 показан фрагмент расчета магнитной цепи, в котором уравнение Кирхгофа для интерполированных функций магнитных потоков решается с помощью функции *solve* и находится значение межузлового магнитного напряжения.

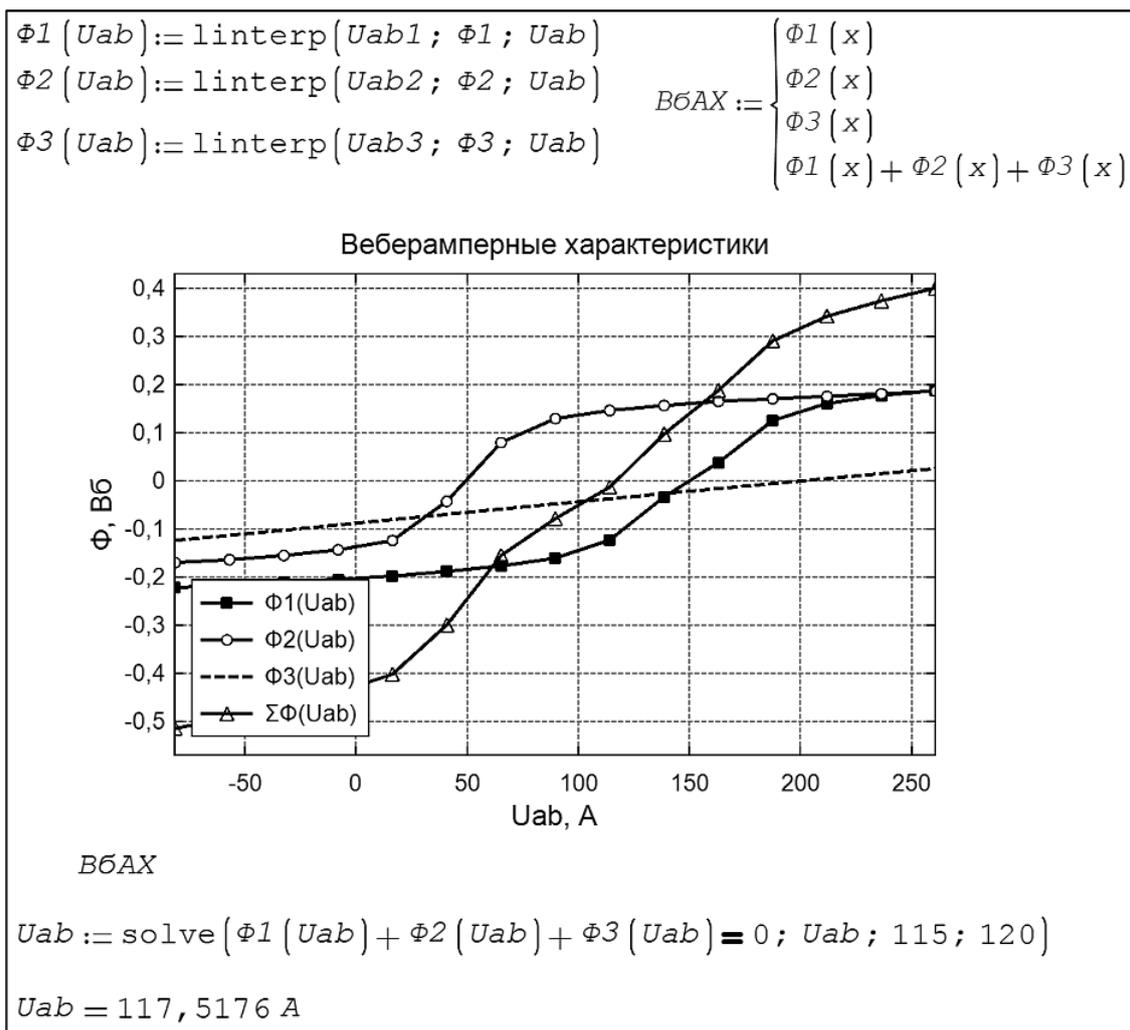


Рис. 4. Фрагмент графоаналитического расчета магнитной цепи

4. Особенности Smath Studio при анализе переходных процессов в электрических цепях

Электрическое состояние линейных электрических цепей в переходных режимах описывается обыкновенными дифференциальными уравнениями. В электротехнике для их решения наиболее часто применяются классический и операторный методы. Оба этих метода имеют четкие алгоритмы решения, для реализации которых в Smath Studio имеется необходимый, но не всегда достаточный функционал.

Одним из этапов классического метода расчета переходного процесса является составление характеристического уравнения и нахождение его корней. Для цепей, содержащих более одного накопителя энергии (конденсатора или катушки индуктивности), уравнение имеет вторую или более степень.

В зависимости от параметров пассивных элементов электрической цепи характеристическое уравнение может иметь как действительные, так и комплексно-сопряженные корни. Именно при наличии комплексных корней в Smath Studio возникают неожиданные проблемы в расчетах переходных процессов.

Первая из них связана с ограниченной символьной математикой программы. Решить характеристическое уравнение с комплексно-сопряженными корнями в Smath Studio можно, используя только функцию *polyroots*. Для формирования вектора коэффициентов характеристического уравнения, которое для разветвленной электрической цепи, как правило, записывается в виде многочлена, должно быть предварительно преобразовано и записано как полином. В Mathcad любые преобразования сложных выражений выполняются легко с использованием разнообразного набора функций символьной математики. В Smath Stu-

dio, к сожалению, преобразовать сложный многочлен к требуемому виду, используя имеющиеся символьные операции, практически невозможно. Проще выполнить преобразования вручную или в какой-либо другой программе.

Вторая проблема при комплексно-сопряженных корнях в классическом методе расчета переходного процесса может возникнуть на этапе расчета постоянных интегрирования. В случае комплексных корней постоянные интегрирования находятся из системы нелинейных алгебраических уравнений, для решения которых в Smath Studio используется функция *roots*. В данном случае целесообразно использовать ее модификацию *roots (3)*, в записи которой указываются приближения искомых величин. Однако если заданные приближения отличаются даже незначительно от истинных значений, решение не будет найдено. Mathcad при решении подобных систем уравнений не столь критичен к задаваемым начальным приближениям.

Операторный метод расчета переходных процессов заключается в том, что при расчётах действительные функции времени $f(t)$, описывающие процессы в электрических цепях и называемые оригиналами, заменяют их операторными изображениями $F(p)$ с помощью преобразования (интеграла) Лапласа. Электрическая схема заменяется операторной схемой замещения, из которой рассчитываются изображения искомых токов и напряжений, далее от изображений переходят к оригиналам.

Следует отметить, что возможности Smath Studio позволяют так же, как и в Mathcad, рассчитать операторные токи и напряжения в виде функций или получить решение в общем виде, используя оператор символьного вычисления.

Для перехода от изображений к оригиналам в символьных операциях Mathcad имеется оператор *invlaplace*. Правда, справедливости ради нужно отметить, что корректно этот оператор работал до версии Mathcad 13 включительно. В версиях Mathcad 14 и 15 для обратного преобразования Лапласа сложные выражения приходится раскладывать на более простые, используя операции символьной математики [10].

В Smath Studio оператора процедуры обратного преобразования Лапласа нет, поэтому для перехода от изображений к оригиналам целесообразно использовать стандартный алгоритм используемой в электротехнике теоремы разложения. И здесь успешность расчета опять зависит от того, какие корни получатся в процессе расчета: действительные или комплексно-сопряженные. При комплексных

корнях возникают описанные выше неудобства при формировании полинома.

Кроме того, и при действительных, и при комплексных корнях в Smath Studio не получается сформировать читаемые результирующие выражения для оригиналов и их приходится формировать вручную, используя промежуточные результаты расчетов.

Переходной процесс в электрической цепи можно рассчитывать и численно. Для численного решения дифференциальных уравнений в Smath Studio можно применять дополнение «ODE Solvers» из онлайн-галереи, которое содержит функции *rkfixed* и *Rkadapt*. Обе функции используют для решения метод Рунге — Кутты четвертого порядка, *rkfixed* — с фиксированным шагом, *Rkadapt* — с адаптивным шагом. На рисунке 5 показан фрагмент расчета переходного процесса в сложной электрической цепи с двумя накопителями энергии с помощью функции *rkfixed*.

5. О графических особенностях Smath Studio в электротехнических расчетах

Расчет электрических цепей в электротехнике практически всегда сопровождается построением двумерных графиков временных, векторных или топографических диаграмм. Нужно отметить, что подход к заданию и построению графиков в Smath Studio радикально отличается от Mathcad.

Одно из своеобразных требований Smath Studio заключается в том, что при построении двумерного графика функции одного переменного на поле графика эта переменная должна быть обязательно обозначена латинской буквой «x», при любом другом символе программа напишет, что он «не определен». В самом же выражении функции, которая записана до графика, эта переменная может быть обозначена любой другой буквой, на построение графика это никак не повлияет. Причем это требование распространяется только на функции, заданные аналитически.

Если же функция задана в виде двух векторов значений по осям абсцисс и ординат, то для построения ее графика такой оба вектора должны быть объединены в единую матрицу. И в этом случае безразлично, какими буквенными символами обозначены вектор аргументов и вектор функции. Название объединенной матрицы тоже может быть произвольным, и даже не обязательно должно быть записано в виде функции. В электротехнике именно так задаются вектора токов и напряжений для их изображения на комплексной плоскости. Примеры и особенности построения графиков функций, заданных аналитически и векторами приведены выше на рисунках 2 и 3.

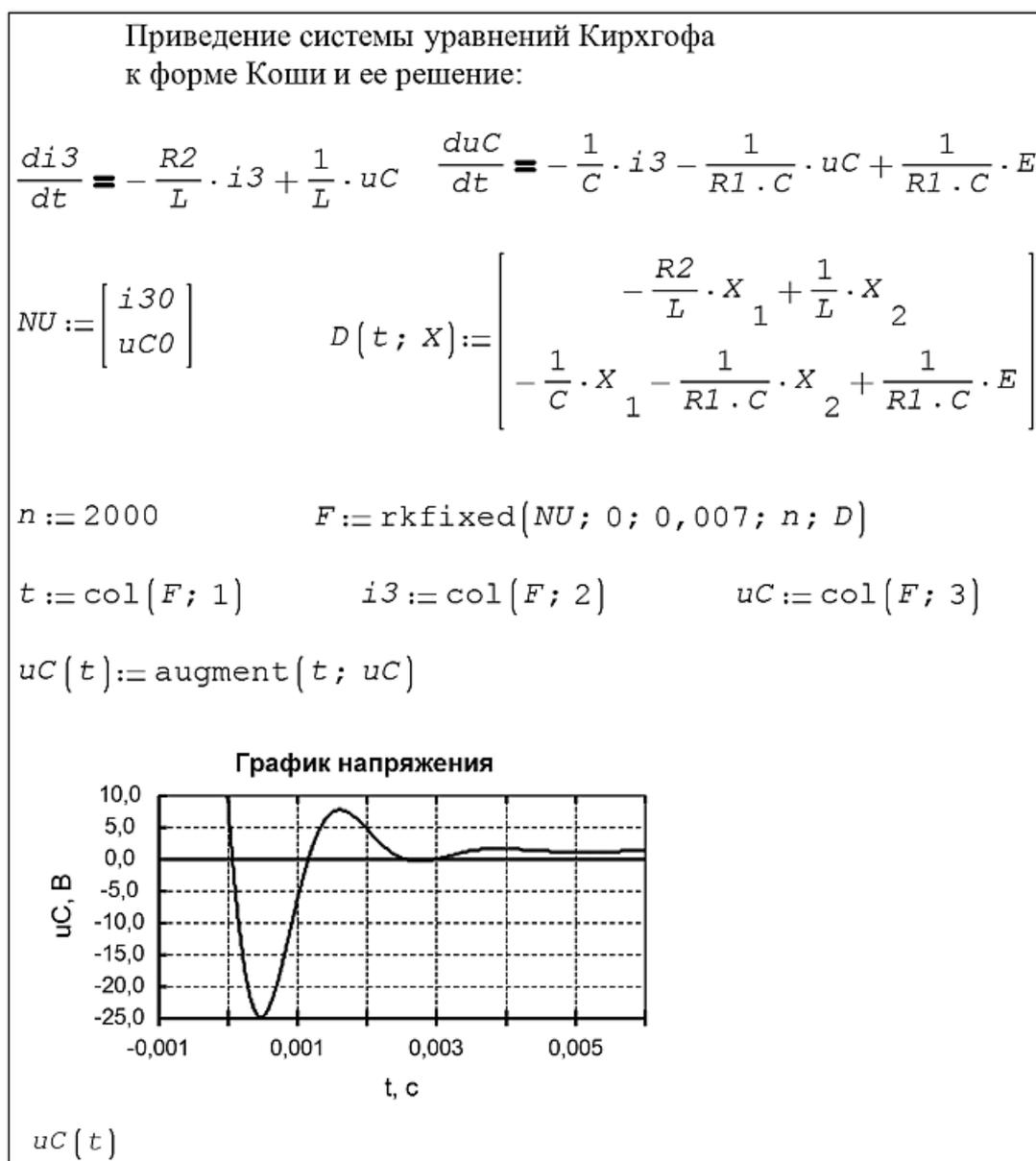


Рис. 5. Численный расчет переходного процесса

К основному недостатку базовой версии Smath Studio при построении графиков в сравнении с Mathcad относится невозможность задать пределы изменения аргумента перед построением графика. Независимо от пределов, в которых строится график, пределы осей на полотне графика вставляются всегда одинаковые (от -12 до +12 по оси «x» и от -8 до +8 по оси «y»). Если график меньше или больше этих пределов, полотно можно масштабировать только вручную колесиком мыши и клавишами Shift и Ctrl. Mathcad же пределы осей устанавливает автоматически в зависимости от строящейся функции. Кроме того, в Smath Studio вообще не предусмотрена функция полноценного

форматирования самих графиков: нельзя поменять их цвет и толщину, вставить пользовательские названия осей, легенду и т.п.

Для построения графика аналитической функции на заданном участке можно использовать в записи функции элементы программирования или булевы функции. Такая возможность показана на одном из графиков рисунка 3. К сожалению, эти действия только ограничивают участок, на котором изобразится функция, но пределы осей не изменяют, и график после построения, если он выходит за стандартные пределы полотна, все равно приходится масштабировать.

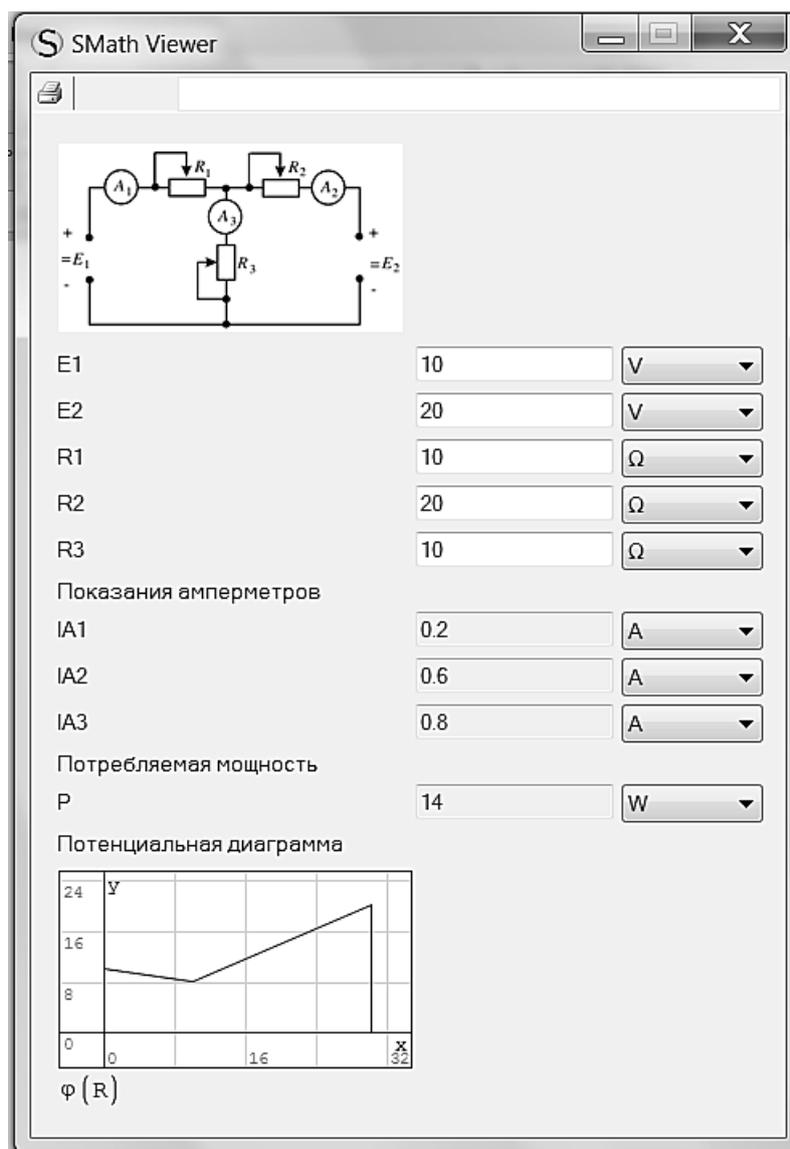


Рис. 6. Исполняемый файл в формате exe

Чтобы расширить возможности оформления графиков целесообразно установить из онлайн галереи Smath Studio соответствующие дополнения (плагины). В списке галереи есть несколько плагинов с близким функционалом: «X-Y Plot Region», «ZedGraph Region», «NPlot Region». Из них дополнение «X-Y Plot Region» имеет наиболее привычное и краткое меню с набором большинства необходимых для оформления инженерных графиков функций: можно устанавливать пользовательские пределы осей, изменять сетку, линии графика, шрифты, вставлять дополнительные оси, названия графика, осей, легенду и т.д. Некоторые возможности графических дополнений показаны на рисунках 4 и 5. Графики веберамперных характеристик на рисунке 4 построены в дополнении

«X-Y Plot Region», график переходного напряжения на рисунке 5 построен с использованием плагина «ZedGraph Region». Ни одно из упомянутых графических дополнений не русифицировано, что создает некоторые неудобства при работе с ними.

6. О совместимости с Mathcad и исполняемых файлах

Возможность открытия в Smath Studio или сохранения документа в формате файла Mathcad на первый взгляд кажется очень заманчивой. Ведь это позволяет пользователю использовать многочисленные предыдущие наработки в Mathcad по расчету электротехнических устройств. Однако следует учитывать, что при открытии

в Smath Studio документа в формате «xmcad» откроются только выражения, в которых есть функции, аналогичные функциям Smath Studio. Оригинальные процедуры программа проигнорирует или вообще покажет ошибку открытия документа. Аналогичная ситуация будет и при открытии в Mathcad документа из Smath Studio, сохраненного в формате «xmcad».

Особо следует остановиться на документах, сохраняемых в Smath Studio в формате автономных исполняемых файлов *exe*. Это оригинальная способность программы. На официальном сайте Smath Studio раздел, в котором приводится описание таких файлов называется «Smath Viewer» (Smath Телезритель). Приложение Viewer можно очень эффективно использовать для виртуальных лабораторных работ по электротехнике или в каких-либо исследовательских целях.

Пример лабораторной работы в приложении Viewer показан на рисунке 6.

Пользователь может изменять параметры схемы, при этом автоматически изменятся токи ветвей, мощность, график потенциалов. Для того чтобы пользователь видел только задаваемые параметры и результаты расчета или график, в расчетном файле фрагмент с расчетом «спрятан» в Области из вкладки Меню «Вставка».

В расчетных файлах, планируемых к сохранению в формате *exe*, можно вставлять рисунки и графики, единицы измерения, использовать элементы управления (флажок, кнопку, движок, список) из соответствующих плагинов. В итоге можно получить очень интересные исполняемые файлы, позволяющие исследовать и анализировать работу электротехнических устройств при изменении их параметров, конфигурации, режима работы.

Заключение

Ограниченный объем статьи и приведенного графического материала не позволил продемонстрировать все возможности и особенности бесплатной математической программы Smath Studio. Помимо рассмотренных выше программа имеет характерные отличия ввода и корректировки данных и выражений, интересный функционал для оформления расчетной работы непосредственно в программе, облачную и мобильную версию.

Однако даже рассмотренный спектр задач позволяет сделать вывод, что с учетом некоторых указанных в статье недостатков Smath Studio можно эффективно использовать в решении большинства инженерных и научных прикладных задач в сфере электротехники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Smath Studio: официальный сайт программы. — URL: <https://ru.smath.com> (дата обращения 08.11.2020)
2. Приказ Минкомсвязи России «Об утверждении методических рекомендаций по переходу государственных компаний на преимущественное использование отечественного программного обеспечения, в том числе отечественного офисного программного обеспечения» // сайт Минцифры России, 2019. — URL: <https://digital.gov.ru/ru/documents/6294> (дата обращения 08.11.2020)
3. Аверкин С. Smath Studio. Краткое руководство [Электронный ресурс]. — URL: <https://ru.smath.com/obzor/c1be00e3-eb8c-78a5-b1f9-f6e15457ecbc/резюме> (дата обращения 08.11.2020)
4. Потапов Л. А. Выполнение научно-технических расчетов с помощью свободно распространяемых программ/ Л. А. Потапов, М. Л. Потапов // Вестник Брянского государственного технического университета. — 2016. — № 1(49). — С. 140–145.
5. Бобровских А. В. Свободное программное обеспечение в высших учебных заведениях военной направленности. Математические продукты [Электронный ресурс] / А. В. Бобровских, Т. Ю. Урывская, А. П. Алимов // Инженерный вестник Дона. — 2019. — № 9. — URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N9y2019/6246 (дата обращения 08.11.2020 г.)
6. Кольцов И. В. Аспекты применения программных продуктов для моделирования технологических процессов/ И. В. Кольцов // Информационные технологии в УИС. — 2019. — № 3. — С. 49–57.
7. Нуждин Л. В. Методы численного моделирования системы «свайный фундамент — грунтовое основание» в условиях сейсмических воздействий/ Л. В. Нуждин, В. С. Михайлов, В. В. Резяпкин // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. — 2019. — № 5 (42). — С. 28–34.
8. Корницкая М. Н. Обучение студентов строительных специальностей младших курсов информационным технологиям на примере отечественной математической системы Smath Studio| М. Н. Корницкая, А. И. Распутина, И. А. Макаревич// Ползуновский альманах. — 2018. № 1. — С. 109–115.
9. Исаев Ю. Н. Практика использования системы MathCad в расчетах электрических и магнитных цепей. / Ю. Н. Исаев, А. М. Купцов. — Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2017. — 180 с.
10. Ушакова Н. Ю. Анализ линейных электрических цепей в стационарных и переходных режимах: учебное пособие/ Н. Ю. Ушакова, Л. В. Быковская. — Москва: «ТиРу», 2012. — 133 с.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭНДОВИДЕОХИРУРГИЧЕСКИХ МЕТОДИК ПРИ ОПЕРАТИВНЫХ УРОЛОГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

CHANGE OF ENDOVIDEOSURGICAL TECHNIQUES IN UROLOGICAL SURGERY (LITERARY REVIEW)

**S. Alenina
M. Volodin
D. Volodin
E. Bolgov
V. Perchatkin**

Summary. The article is devoted to the topic of transformation of methods of urological surgery. Modern urology is one of the high-tech areas of surgery, and the search for new highly effective and minimally invasive methods of treatment in the field of urological surgery is an urgent medical and social task. Throughout the twentieth century, minimally invasive methods of treatment have developed as an alternative to open operations, which include punctures, numerous endoscopic techniques, endovascular manipulations, various types of lithotripsy, and endovideosurgical operations.

Keywords: benign prostatic hyperplasia, surgical treatment of benign prostatic hyperplasia, lithotripsy, nephrectomy, endovideosurgery, enucleation, embolization, resection.

Аленина Светлана Игоревна

ФГБОУ ВО ПИМУ Минздрава России, г. Нижний Новгород

Володин Марк Альбертович

Аспирант, ФГБОУ ВО ПИМУ Минздрава России, г. Нижний Новгород

Володин Денис Игоревич

Аспирант, ФГБОУ ВО ПИМУ Минздрава России, г. Нижний Новгород

Болгов Евгений Николаевич

АНМО «Ставропольский краевой клинический консультативно-диагностический центр», г. Ставрополь

peregal@yandex.ru

Перчаткин Владимир Александрович

Врач-уролог, ГАУЗ «Городская клиническая больница № 7», г. Казань

Аннотация. Статья посвящена теме трансформации методик урологических оперативных вмешательств. Современная урология представляет собой одну из высокотехнологичных областей хирургии, а поиск новых высокоэффективных и малоинвазивных методов лечения в области хирургических урологических вмешательств является актуальной медицинской и социальной задачей. На протяжении всего XX века в качестве альтернативы открытым операциям были разработаны малоинвазивные методы лечения, к которым можно отнести пункции, многочисленные эндоскопические методики, эндоваскулярные манипуляции, различные варианты литотрипсии, эндовидеохирургические операции.

Ключевые слова: доброкачественная гиперплазия предстательной железы, хирургическое лечение доброкачественной гиперплазией предстательной железы, литотрипсия, нефрэктомия, эндовидеохирургия, энуклеация, эмболизация, резекция.

Введение

Урология как отдельное направление медицины зародилось за много веков до нашей эры еще в античном мире и развивалась вместе с обществом. Уровень ее развития имел характерные для каждого периода становления цивилизации черты, определяясь мировоззрением общества и состоянием науки в данный исторический период [23].

Первые свидетельства об урологических заболеваниях датируются несколькими тысячелетиями до нашей

эры, когда в древнеегипетских мумиях были обнаружены камни мочевого пузыря. Авиценной описаны операции камнесечения, разработана техника катетеризации мочевого пузыря. Francesco Rajola (1742–1816) из Венеции считается пионером литотомии. Широкое внедрение цистоскопии и катетеризации мочеточников заставило задуматься о возможности эндоскопического лечения урологических заболеваний.

В 1895 году В. К. Рентген открыл X-лучи, и таким образом в руках врачей оказался новый, чрезвычайно важный диагностический инструмент. Enrico Dormia (1928–

2009) изобрел многобланшевый экстрактор камней мочеточников. Модель оказалась настолько удачной, что получила всеобщее признание и широкое распространение во всем мире. Л. А. Юткиным был сконструирован первый аппарат для электрогидравлической литотрипсии «Урат-1», аналоги которого до сих пор успешно применяются в урологической практике.

Сергей Петрович Федоров, выдающийся ученый и хирург, разработал новые операции — одномоментную чреспузырную аденомэктомию (1899), пиелотомию *in situ*, субкапсулярную нефрэктомию, косопопоясничной разрез при операциях на почках; предложил новые хирургические инструменты (зажим Федорова на почечную ножку) [5].

В 1991 году R.W. Clayman (США) выполнил первую лапароскопическую нефрэктомию. Настоящим прорывом в этой области следует считать появление и широкое внедрение робота *da Vinci* — робототехнической хирургической системы, которая значительно улучшила технические возможности эндоскопических вмешательств и расширила круг выполняемых, таким образом, урологических операций [23].

К сожалению, многие урологические заболевания не могут быть излечены без применения тех или иных хирургических методов. Традиционные оперативные вмешательства сопровождаются тяжелым послеоперационным периодом и вынуждают больного человека надолго отказываться от работы, от привычной для него жизни. В связи с ростом продолжительности жизни неуклонно растет количество пожилых больных, возрастные особенности которых не позволяют выполнить им традиционные операции [2, 6, 8, 18]. Развитие методик, базирующихся на открытиях в естествознании, изобретении и усовершенствовании оборудования и инструментов, позволяют выполнять хирургические вмешательства с помощью малоинвазивных методов, что снижает риск послеоперационных осложнений и, в конечном итоге, улучшает качество жизни пациентов, страдающих урологическими заболеваниями [16, 17, 21].

Литотрипсия

Уже в 1982 году в Мюнхене был установлен первый литотриптор НМ-2 для камней почек [13]. После этого экстракорпоральная ударно-волновая литотрипсия быстро распространилась по всему миру как революционная технология лечения мочевых камней [32, 36].

С целью уменьшения стоимости и болезненности процесса литотрипсии, многофункционального применения и легкости управления в аппаратах второго поколения технические усовершенствования были на-

правлены на разработку иных принципов генерации ударных волн, фокусирования, прилегания и систем локализации, хотя спектр показаний оставался прежним, как и при Дорньер НМ-3. Интегрирование ударно-волновых генераторов с водяной подушкой (вместо громоздкой ванны) с рентгеновским столом сделало эти машины многофункциональными. У некоторых, так называемых «недорогих литотрипторов», обнаружились некоторые недостатки в отношении эффективности и управляемости аппаратов, хотя последующая доработка устранила данные дефекты [47, 48].

Между 1990 и 1992 годами большинство лидирующих компаний, производящих литотрипторы, стали разрабатывать или модифицировать уже существующие системы [28, 30].

В настоящее время производителями представляется 2 основных типа литотрипторов: ESWL-table (Siemens Modularis, Dornier Compact Delta и Sigma, Storz Modulith SLK, Wolf Piezolith 3000, Direx Nova Ultima, Medstone STS-T, HTM LithoDiamond). Такие системы могут быть привлекательны для небольших отделений [34, 48] и уро-литотрипторы с одной рентгеновской системой локализации, специально разработанные для урологического применения (PhillipsLithDiagnost, Lithostarmultiline, ModulithSLX). Однако эти машины имеют ограниченные возможности в плане диагностических исследований (рентгеновские снимки, урография). Данные машины в основном предназначены для крупных stone-центров, хотя они могут быть экономически оправданы в средне-размерных отделениях с достаточной эндоурологической нагрузкой [32, 33].

Контактная литотрипсия (КЛТ) — это фрагментация камней в мочевом пузыре, мочеточниках и почках, с помощью ряда инструментов, один из которых непосредственно имеет контакт с камнем в организме пациента. Данный метод позволяет дробить конкременты разной плотности в любом отделе мочевыводящей системы за счет источника энергии, который подводится к камню при помощи гибкого световода. Преимуществом является снижение риска повреждения здоровых тканей, окружающих камень, а также периода болевых ощущений после операции, следовательно, реабилитация после литотрипсии занимает меньше времени. Эффективность метода по разным источникам составляет до 95% [13, 33].

Дистанционная литотрипсия (ДЛТ) — это один из нехирургических способов терапии мочекаменной болезни у человека. Суть такого раздробления камней в почках заключается в том, что они измельчаются без прямого контакта. Необходимый эффект достигается путем применения ударной волны. В свою очередь, контактная литотрипсия предусматривает прямое измель-

чение камней с помощью лазерного луча, сжатого воздуха, ультразвука. Для измельчения или раздробления применяется специальный генератор ударных волн. Он создает ударные волны, повторяющиеся с определенной частотой. Данная операция относится к вмешательствам закрытого типа, за исключением дробления так называемых коралловидных камней. Внедрение в клиническую практику дистанционной литотрипсии (ДЛТ) изменило тактику лечения больных мочекаменной болезнью (МКБ), открыв эпоху малоинвазивного лечения. В 1955 году физик Л. А. Юткин опубликовал теорию электрогидравлического эффекта разрушения твердых тел в жидкой среде, которая явилась основой для создания первых дистанционных литотриптеров [15].

Нефрэктомия

На сегодняшний день нефрэктомия является общепризнанным методом лечения, как при заболеваниях почек, ведущих к утрате функции почки, так и новообразований почек. Также, в последние годы, в связи с развитием трансплантологии, растёт число донорских нефрэктомий [14]. Стремление снизить травматичность операций и развитие медицинской техники привели к появлению принципиально нового вида хирургических вмешательств — лапароскопической хирургии. История развития лапароскопических операций в урологии начинается с 1990 года, когда R.V. Clayman (1991) выполнил первую лапароскопическую нефрэктомию по поводу онкоцитомы почки [42]. После выполнения первой лапароскопической нефрэктомии, данный метод хирургического лечения получил быстрое развитие и всемирное распространение. В настоящее время лапароскопическая нефрэктомия является общемировым стандартом лечения, как новообразований почек, так и заболеваний, ведущих к утрате функции почки [1, 22].

Золотым стандартом в лечении локализованных и местнораспространенных форм рака почки является радикальная нефрэктомия. Впервые резекция почки была выполнена Cerny (1887) [1, 14]. До недавнего времени основными показаниями для органосохраняющих операций по поводу почечноклеточного рака было двустороннее поражение почек, поражение единственной функционирующей почки [42]. Существует два способа выполнения операции по удалению почки: традиционный (открытый, радикальный) и лапароскопический [4, 13, 45].

Эндоскопия

На сегодняшний день урология занимается диагностикой и лечением заболеваний почек, мочеточников, мочевого пузыря, уретры, а также мужских половых органов. Несмотря на то, что урология считается разделом

хирургии, врачу-урологу очень часто требуются знание и по педиатрии, гинекологии, а также целого ряда других медицинских специальностей. Идея эндоскопических вмешательств существенно изменила представление больных о хирургических вмешательствах и возможностях диагностики. Эндоскопия широко применяется для диагностики урологических заболеваний, начиная от заболеваний уретры, и заканчивая патологией почек и мочеточников. При этом этот вид диагностики характеризуется максимальной информативностью и минимальными неудобствами для больного, а также риском осложнений.

Первую в истории эндоскопию — осмотр внутренней полости организма с помощью специальных инструментов без разрушения этой полости — выполнил Гиппократ в III веке до н.э., описавший технику ректоскопии. Первая попытка визуализации полового органа человека, в обозримые исторические времена, связана с Филиппом Боццини, который в 1795 г. осмотрел полость матки и прямой кишки. Мочевой пузырь для осмотра менее доступен, чем матка и прямая кишка, и для выполнения первой в мире цистоскопии понадобилась еще четверть века. Практически до конца XIX века удобного для осмотра полостей организма инструмента изобретено так и не было. Только 2 октября 1877 года в Дрездене Max Nitze на трупе продемонстрировал изобретенный им цистоскоп, с помощью этого инструмента многие годы выполнялась не только цистоскопия, но и другие эндоскопические исследования, в том числе и лапароскопия. Цистоскоп Nitze с небольшими изменениями используется нами до сих пор.

Уретроскопия

Уретриты у мужчин до настоящего времени остаются одними из самых распространенных заболеваний. Почти 40% мужчин в разных возрастных группах имеют данную патологию [32]. Ирригационная уретроскопия дает возможность дифференцировать такие клинические формы уретрита, как передний (воспаление слизистой уретры от наружного отверстия мочеиспускательного канала до сфинктера уретры), задний (от сфинктера уретры до внутреннего отверстия мочеиспускательного канала) и тотальный (от наружного отверстия мочеиспускательного канала до внутреннего). Уретроскопия способствует удалению из органа экссудата, механической элиминации микроорганизмов, создает активную гиперемия слизистой оболочки, позитивно влияет на процессы регенерации эпителия уретры [10, 11, 12].

Среди **рентгеновских** методов диагностики в урологии большое значение имеют рентгеноконтрастные методы, когда перед исследованием больному вводится особое вещество, которое позволяет намного четче уви-

деть врачу на рентгенограмме ту или иную патологию. С появлением УЗИ, которому уже несколько десятков лет, диагностика многих заболеваний мочеполовой системы стала намного легче, и что очень важно, безопасной, так как УЗИ, наверное, является самым безопасным методом исследования. Появление компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии также сыграло большую роль в совершенствовании диагностики урологических заболеваний [30, 40].

Эндовидеохирургия

В 1986 году в Японии была изобретена миниатюрная видеокамера, которая надевалась на окуляр эндоскопа, и появилась возможность перенести изображение на экран монитора, сделав доступным всей операционной бригаде. Появились, во-первых, «зрячие» ассистенты, во-вторых, возможность одновременного обучения большого количества специалистов. Это дало толчок для невероятно быстрого развития эндохирургии, которая за считанные годы сделала прыжок, сравнимый со столетием, и появилась новая технология — эндовидеохирургия (ЭВХ). ЭВХ-операций гораздо легче переносились больными, снизилось количество и тяжесть осложнений. Основной этап операции при этом выполняется в полном объеме по принятым в традиционной оперативной хирургии правилам. Отсутствие широкого разреза, хорошая видимость и неограниченные возможности сделали лапароскопическую хирургию чрезвычайно перспективной. Первая в России ЭВХ-урологическая операция — уретролитотомия была выполнена только в 1996 году. Таким образом, на сегодня ЭВХ в урологии является хорошо развитой медицинской технологией, способной обеспечить выполнение любой урологической операции с лучшими результатами, чем открытым доступом [3].

Энуклеация при ДГПЖ

Гольмиевая лазерная энуклеация предстательной железы — это метод лечения доброкачественной гиперплазии предстательной железы, в основе которого лежит удаление гиперплазированной ткани с помощью лазерного излучения, формируемого кристаллом гольмия. Ткань железы не резецируется, а удаляется по ходу анатомической капсулы предстательной железы. Внедрение гольмиевой лазерной энуклеации простаты (HoLEP) в клиническую практику изменило структуру хирургического лечения пациентов с (ДГПЖ) больших и гигантских размеров, поскольку позволило целиком удалять аденомы объемом более 80 см³ [37, 39, 43]. За последние годы проведено значительное количество исследований, доказывающих высокую эффективность и безопасность HoLEP в лечении ДГПЖ [7, 38, 46]. Методика зарекомендовала себя как сравнительно безопасная и не уступающая по эффективности позадилонной аденомэктомии. Часто-

та ложных рецидивов при ее проведении не превышает 5%. Основным недостатком HoLEP является высокая сложность освоения и длительный срок обучения (более 60 операций) [29, 38]. В связи с этим продолжается поиск более совершенных лазерных энуклеирующих методик, как перспективных при удалении ДГПЖ больших размеров [43]. Определенный несомненный интерес представляет тулиевый лазер. Внедренная в клиническую практику в 2005 году тулиевая лазерная энуклеация, сегодня претендует на ведущие позиции при удалении аденомы больших размеров [35]. Тулиевая энуклеация позволяет больным быстрее вернуться к нормальному ритму жизни, не требует (как и любая эндоскопическая операция) установки страховых дренажей во время операции и значительно сокращает длительность госпитализации и реабилитации. Подобные обстоятельства позволяют считать тулиевую лазерную энуклеацию высокоэффективной малоинвазивной методикой лечения доброкачественной гиперплазии предстательной железы больших размеров (объемом более 80 см³).

Эмболизация при ДГПЖ

Продолжается поиск и совершенствование малоинвазивных методик оперативного лечения при доброкачественной гиперплазии предстательной железы (ДГПЖ). Один из новых методов лечения этого заболевания — эмболизация артерий простаты [41]. Достоинствами эндоваскулярных вмешательств являются: минимальная инвазивность, низкий операционный риск, быстрое восстановление пациентов, отсутствие необходимости в проведении анестезиологического пособия, возможность проведения у пожилых людей и у пациентов с тяжелой соматической патологией. Изначально эндоваскулярная эмболизация в урологии рассматривалась лишь как способ остановки жизнеугрожающих кровотечений из мочевого пузыря и предстательной железы [27, 44]. У части пациентов после выполнения эмболизации в бассейне нижней мочепузырной артерии были отмечены редукция объема ПЖ и, как следствие, улучшение качества мочеиспускания, что натолкнуло исследователей на мысль о возможности применения данного метода в лечении больных ДГПЖ [27]. ЭПА зарекомендовала себя как самостоятельный метод лечения ДГПЖ, предоперационный метод перед выполнением ТУРП при крупных аденомах простаты, альтернативный хирургический метод лечения, позволяющий избежать таких осложнений, как ретроградная эякуляция, для лиц, желающих сохранить физиологичную и адекватную репродуктивную функцию [31]. На сегодняшний день эмболизация артерий простаты — один из немногих методов, которые можно применить у больных с тяжелыми сопутствующими заболеваниями. Это связано с его минимальной инвазивностью, т.е. наименьшим воздействием на организм при высокой эффективности.

Трансуретральная резекция при ДГПЖ

Трансуретральная резекция предстательной железы (ТУР ПЖ) согласно клиническим рекомендациям Российской, Европейской и Американской ассоциаций урологов продолжает оставаться «золотым стандартом» в лечении ДГПЖ объемом до 80 смЗ.

Вмешательство является малоинвазивным, имеет небольшой период реабилитации, минимальное количество противопоказаний и побочных эффектов. После операции пациенты быстро восстанавливаются и могут вернуться к привычному образу жизни уже через несколько суток. В дальнейшем они не ограничиваются в физической и половой активности. Операция ТУР аденомы проводится без вскрытия полости мочевого пузыря. Благодаря этому снижаются риски инфицирования, сокращается время реабилитации пациента, устраняются риски возникновения осложнений. Целостность органа гарантирует быстрое восстановление процесса мочеиспускания. Если после открытой операции катетер удаляется только через несколько недель, то после ТУР — через пару дней.

Биполярная трансуретральная резекция при ДГПЖ

Значительный технический прогресс в ТУР был достигнут благодаря введению биполярной технологии. С момента появления в 1998 г. биполярной трансуретральной резекции у хирургов расширился арсенал методов электрохирургического лечения.

Комбинированная биполярная ТУР простаты является эффективным, малотравматичным и безопасным методом хирургического лечения у больных пожилого и старческого возраста.

Биполярная плазменная абляция создает надежный гемостаз с минимальными геморрагическими осложнениями. Биполярная ТУР аденомы простаты может быть успешно использована у больных раком простаты в качестве первого этапа перед дистанционной лучевой терапией.

Комбинированная биполярная ТУР в физиологическом растворе дает возможность работы без временных ограничений из-за риска развития ТУР-синдрома [9, 19, 20].

Лазерная терапия при мужском бесплодии

Лазерная терапия (ЛТ), активно развивающаяся в последние годы обладает ярко выраженными протекторными свойствами и демонстрирует высочайшую эффективность лечения во многих областях медицины, в том числе, в акушерстве и гинекологии, андрологии и урологии [25, 26], рекомендуется как составная часть комплексного решения проблемы бесплодия. Многие исследователи обращают внимание на то, что воздействие именно импульсным ИК НИЛИ с трансректальной доставкой энергии лазерного света предпочтительнее при лечении больных хроническим неспецифическим простатитом (ХНП). Варьирование частотой в зависимости от активности воспалительного процесса в предстательной железе позволяет индивидуализировать терапию больных ХНП и добиваться лучшей результативности [24, 27]. Лазерная акупунктура [25] дополнительно увеличивает концентрацию и уменьшает число патологических форм сперматозоидов в эякуляте на 10–15%, улучшая эндокринную регуляцию сперматогенеза. При этом достаточный терапевтический эффект достигается уже после выполнения 5 процедур.

Выводы

Оперативная урология зародилась за много веков до нашей эры и продолжает развиваться вплоть до сегодняшних дней. В настоящее время урология представляет собой одну из высокотехнологичных областей хирургии благодаря оперативным возможностям урологов, имеющим в арсенале малоинвазивные методы лечения, такие как литотрипсия, нефроэктомия, эндовидеохирургические методики, энуклеация, эмболизация и резекция простаты при ДГПЖ. Развитие и создание новых вариантов лечения, трансформация хирургических методик и их использование позволяет минимизировать риск послеоперационных осложнений, тем самым повысить качество жизни мужчин, перенесших урологическое оперативное вмешательство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аболмасов А. В. Хирургия естественных отверстий — новая ступень развития лапароскопической хирургии // Материалы XV съезда общества эндоскопистов России // Альманах института хирургии им. А. В. Вишневского. 2012. № 1. Т. 7. С. 416–417.
2. Аляев Ю. Г., Ахвледиани Н. Д., Левко А. А. Инновационные методы визуализации в урологии // Медицинский вестник Башкортостана. 2008. Т. 3. № 2. С. 22–27.
3. Антонов А. В. Эндовидеохирургия в урологии: терминология, история, показания, возможности, осложнения // Урологические ведомости. 2012. 2(1). С. 42–48.

4. Газимиев М. А. Неинвазивная диагностика обструктивных заболеваний мочевых путей: Дисс. на соискание ученой степени докт. мед. наук. М. 2004.
5. Гаспарян А. М., Ткачук В. Н. Роль С. П. Федорова в развитии отечественной урологии. Урология 1956; 3:3–7
6. Гаспарян А. М., Гаспарян С. А., Ткачук В. Н. Очерки по истории отечественной урологии. Медицина, Л.; 1971
7. Еникеев Д. В., Глыбочко П. В., Аляев Ю. Г., Рапопорт Л. М., Еникеев М. Э., Цариченко Д. Г., Сорокин Н. И., Суханов Р. Б., Дымов А. М., Хамраев О. Х., Давыдов Д. С., Тараткин М. С., Симбердеев Р. Р. Гольмиевая лазерная энуклеация (HoLEP) при гиперплазии простаты маленьких, больших и гигантских размеров. Практические рекомендации. Опыт более 450 операций. Урология. 2016. № 4. С. 63–69.
8. Калининская А. А., Машин А. Г., Севрюков Ф. А. Факторы риска развития гиперплазии предстательной железы // Социальные аспекты здоровья населения. 2013. Т. 29. № 1. С. 1–9.
9. Калининская А. А., Севрюков Ф. А. Современные возможности трансуретральной электрорезекции в физиологическом растворе в лечении заболеваний нижних мочевых путей и простаты // Международный журнал экспериментального образования. 2012. № 6. С. 41–43.
10. Лобкарев О. А. Пути оптимизации эндоскопической диагностики и лечения заболеваний мужской уретры и предстательной железы: Дисс. на соискание ученой степени докт. мед. наук. Казань. 2005.
11. Лобкарев А. О. Материалы 80-й студенческой научной конференции КГМУ. Казань. 2006. С. 72–73.
12. Лобкарев А. О. Материалы научной конференции «Молодые ученые в медицине». Казань. 2006. С. 200–201.
13. Лопаткин Н. А., Дарепков А. Ф., и др. Урология. Москва.: Медицина, 1995. 297–348 с.
14. Одилов А. Ю., Кадыров З. А., Колмаков А. С. Однопортовая лапароскопическая нефрэктомия // Вестник Авиценны. 2015. 2(63). С 119–126.
15. Руденко В. И. Современные аспекты клинической эффективности дистанционной литотрипсии // Урологические ведомости. — 2017. — Т. 7. — № 15. — С. 93–95.
16. Севрюков Ф. А. Комплексные медико-социальные и клиничко-экономические аспекты профилактики и лечения доброкачественной гиперплазии предстательной железы: Автореф. дисс. докт. мед. наук. Москва, 2012.
17. Севрюков Ф. А., Камаев И. А., Гриб М. Н., Перевезенцев Е. А. Основные аспекты обеспечения высококвалифицированной урологической медицинской помощью больных с доброкачественной гиперплазией предстательной железы // Российский медико-биологический вестник имени академика И. П. Павлова. — 2011. -Том 19. -№ 1. -С. 109–113.
18. Севрюков Ф. А., Камаев И. А., Малинина О. Ю., Гриб М. Н., Перевезенцев Е. А. Социальный статус пациентов, страдающих доброкачественной гиперплазией предстательной железы // Общественное здоровье и здравоохранение. 2011. № 1. С. 53–56
19. Семенычев Д. В., Севрюков Ф. А., Сорокин Д. А., Карпунин И. В., Пучкин А. Б., Кочкин А. Д., Кнутов А. В. Сравнительная оценка биполярной трансуретральной вапорезекции (TUVRB) и биполярной резекции (TURIS) в лечении доброкачественной гиперплазии простаты // Медицинский вестник Башкортостана. 2015. Т. 10. № 3. С. 16–19.
20. Сорокин Д. А., Семенычев Д. В., Володин М. А. Лечение и профилактика осложнений трансуретральных эндоскопических операций по поводу доброкачественной гиперплазии простаты // International Journal of Medicine and Psychology. 2019. Т. 2. № 4. С. 118–125.
21. Сорокин Д. А., Семенычев Д. В., Володин М. А. Гиалуроновая кислота в профилактике дизурических и обструктивных осложнений эндоскопических операций по поводу доброкачественной гиперплазии простаты // International Journal of Medicine and Psychology. 2019. Т. 2. № 3. С. 129–135.
22. Трапезникова М. Ф. Опухоли почек. — М., 1978. — 183 с.
23. Урология: учебник. Комяков Б. К. ГЭОТАР-Медиа 2012. — 464 с.: ил.
24. Юршин В. В. Комплексное лечение хронического простатита с использованием низкоэнергетического лазера: Автореф. дис. . . канд. мед. наук. М.; 1998.
25. Юршин В. В. Магнитолазерная терапия в лечении мужского бесплодия. Национальный медицинский каталог. — М.: Издательская группа «БДЦ–Пресс». 2003. № 2(3). С. 171–173.
26. Юршин В. В., Сергиенко Н. Ф., Илларионов В. Е. Этиопатогенетическое обоснование применения магнитолазерной терапии в комплексном лечении мужского бесплодия // Урология. 2003. № 2. С. 23–25.
27. Яковец Е. А., Неймарк А. И., Карпенко А. А., Яковец Я. В. Эмболизация артерий предстательной железы в лечении больных аденомой предстательной железы с высоким хирургическим риском // Андрология и генитальная хирургия. 2010. № 1. С. 38–43.
28. Baltaci S., Orach D., Soyupek S. Influence of tumor stage, size, grade, vascular involvement, histological cell type on multifocality of renal cell carcinoma // J. Urol. — 2000. — Vol.164. — P. 36–40.
29. Brunckhorst O., Ahmed K., Nehikhare O., Marra G., Challacombe B., Popert R. Evaluation of the Learning Curve for Holmium Laser Enucleation of the Prostate
30. Bueschen A.J., Lockhart M. E. Evolution of urological imaging // Int. J. Urol. 2011. Vol.18 (2). P. 102–112.
31. Carnevale F.C., Antunes A. A., J. M. da Motta Leal Filho [et al.] Prostatic artery embolization as a primary treatment for benign prostatic hyperplasia: preliminary results in two patients // Cardiovasc. Intervent. Radiol. 2010. Vol. 33. P. 355–361.
32. Drach G.W., Dretler S. P., Fair W. R., Finlayson B., Gillenwater J., Griffith D. et al. Report of the United States cooperative study of extracorporeal shock wave lithotripsy. J Urol 1986;135:1127–33.
33. Eisenberger F., Chaussy C., Wanner K. Extrakorporale Anwendung von hochenergetischen Stosswellen. Ein neuer Aspekt in der Behandlung des Harnsteinleidens. Akt Urol 1977;8:3–15
34. Eisenberger F., Fuchs G., Miller K., Bub P., Rassweiler J. Extracorporeal shockwave lithotripsy (ESWL) and endourology: an ideal combination for the treatment of kidney stones. World J Urol 1985;3:41–7.
35. Fried N.M., Murray K. E. High-power thulium fiber laser ablation of urinary tissues at 1.94 microm. J Endourol. 2005; 19(1): 25–31.
36. Fuchs G.J., Miller K., Rassweiler J., Eisenberger F. Extracorporeal shock wave lithotripsy: one year's experience with the Dornier lithotripter. Eur Urol 1985;11:145–9

37. Gravas S.B.T., Bachmann A, Drake M, Gacci M, Gratzke C, et al. Management of Non-Neurogenic Male Lower Urinary Tract Symptoms (LUTS), incl. Benign Prostatic Obstruction (BPO) // EAU Guidelines on. Eur Assoc Urol. 2016.
38. Krambeck A.E., Handa S. E., Lingeman J. E. Holmium laser enucleation of the prostate for prostates larger than 175 grams. J Endourol. 2010 Mar;24(3):433–7. doi:10.1089/end.2009.0147
39. Kuntz R.M., Lehrich K., Ahyai S. A. Holmium laser enucleation of the prostate versus open prostatectomy for prostates greater than 100 grams: 5-year follow-up results of a randomised clinical trial. Eur Urol 2008; 53(1): 160
40. Lamki N., David R., Madewell J. E. Bladder diseases and imaging methods // Crit. Rev. Diagn. Imaging. 1989. Vol. 29 (1). P. 13–101.
41. Lourenco T., Pickard R., Vale L.[et al.] Benign Prostatic Enlargement team. Minimally invasive treatments for benign prostatic enlargement: systematic review of randomised controlled trials // Br. Med. J. 2008. Vol. 337. P. 1662.
42. Narmada P. Laparoscopic nephrectomy for benign nonfunctioning kidneys /P. Narmada, N. P. Gupta, G. Gautam // J. Minim Access. Surg.— 2005.— V.1, № 4,— P. 149–154. 2. Eskicorapci S.Y. Laparoscopic radical nephrectomy: the new gold standard surgical treatment for localized renal cell carcinoma /S.Y. Eskicorapci [et al.] // ScientificWorldJournal. — 2007. -V. 9, № 7. — P. 825–36.
43. Naspro R., Suardi N., Salonia A., Scattoni V., Guazzoni G., Colombo R., et al. Holmium laser enucleation of the prostate versus open prostatectomy for prostates >70 g: 24-month follow-up. Eur Urol. 2006; 50(3): 563–8.
44. Pisco J.M., Pinheiro L. C., Bilhim T. [et al.] Prostatic arterial embolization to treat benign prostatic hyperplasia // J. Vasc. Interv. Radiol. 2011. Jan. Vol. 22 (1). P. 11–19.
45. Robson C. S. Radical nephrectomy for renal cell carcinoma // J. Urol. — 1963. — Vol.89. — P. 37–41.
46. Saredi G., Pirola G. M., Pacchetti A., Lovisolo J. A., Borroni G., Sembenini F., Marconi A. M. Evaluation of the learning curve for thulium laser enucleation of the prostate with the aid of a simulator tool but without tutoring: comparison of two surgeons with different levels of endoscopic experience. BMC Urol. 2015
47. Servadio C., Livine P., Winkler H. Extracorporeal shock wave lithotripsy using a new compact and portable unit. J Urol 1988;139:685–8.
48. Zwergel U., Neisius D., Zwergel T., Kopper D., Ziegler M. Results and clinical management of extracorporeal piezoceramic lithotripsy (EPL) in 1,321 consecutive treatments. World J Urol 1987;5:213–9.

© Аленина Светлана Игоревна, Володин Марк Альбертович, Володин Денис Игоревич,
Болгов Евгений Николаевич (peregala@yandex.ru), Перчаткин Владимир Александрович.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



АРТРОСКОПИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА (ШОВ МЕНИСКА)

KNEE ARTHROSCOPY (MENISCUS SUTURE)

B. Alrosan
F. Lazko
E. Belyak
A. Prizov
M. Lazko

Summary. Injuries to the meniscus of the knee are one of the most common, especially among young people involved in sports activities. Meniscectomy as a method of surgical treatment has many negative consequences, one of which is the development of degenerative processes with subsequent violation of the functional active knee joint. The introduction of arthroscopy in clinical practice contributes to an increase in the number of organ-preserving meniscus operations with the development of various suturing techniques, each of which has certain advantages and disadvantages. Currently, special attention is paid to the “all inside” joint technique using modern fixatives. In addition, this method can be used simultaneously with plastic surgery of the anterior cruciate ligament (PCS), which improves the long-term results of treatment.

Keywords: meniscus, suture technique, knee joint, arthroscopy, sport.

Альросан Бадер Атеф Сулейман

Аспирант, врач травматолог-ортопед, Российский университет дружбы народов
Brousan49@gmail.com

Лазко Фёдор Леонидович

Д.м.н., профессор, Российский университет дружбы народов
Fedor_lazko@mail.ru

Беляк Евгений Александрович

К.м.н., ассистент, Российский университет дружбы народов
belyakevgen@mail.com

Призов Алексей Петрович

К.м.н., доцент, Российский университет дружбы народов

Лазко Максим Федорович

Врач травматолог-ортопед, ГКБ имени В. М. Буянова;
Ассистент, Российский университет дружбы народов
Maxim_lazko@mail.ru

Аннотация. Травмы менисков коленного сустава относятся к одним из наиболее распространенных, особенно среди молодых людей, занимающихся спортивной деятельностью. Менискэктомия в качестве метода хирургического лечения имеет много отрицательных последствий, одним из которых является развитие дегенеративных процессов с последующим нарушением функциональной активной коленного сустава. Внедрение артроскопии в клиническую практику способствует увеличению количества органосохраняющих операций на мениске с разработкой различных техник наложения шва, каждая из которых обладает определенными преимуществами и недостатками. В настоящее время особое значение уделяется технике шва «все внутри» с применением современных фиксаторов. Кроме того, данный метод может применяться одновременно с пластикой передней крестообразной связки (ПКС), что улучшает отдаленные результаты лечения.

Ключевые слова: мениск, техника шва, коленный сустав, артроскопия, спорт.

Введение

Согласно данным Национальной ассоциации спортивных тренеров, травмы коленного сустава составляют от 10% до 19% спортивных травм в зависимости от характера спорта [1]. Кроме того, важное значение при повреждениях мениска имеют дегенеративные процессы, распространение которых увеличивается с возрастом. Травматическое повреждение чаще всего является результатом скручивающего движения в колене или подъема из положения приседания, когда создается определенное напряжение и давление на мениск. Мениск является важной структурой для передачи нагрузки и поглощения удара в колене. Колено подвер-

гается нагрузке, в 5 раз превышающей массу тела, и половина этой силы передается через мениск с прямым коленом, а 85% силы проходит через мениск с согнутым коленом на девяносто градусов. При повреждении мениска или его части уменьшается конгруэнтность суставных поверхностей, что, в дальнейшем приведет к нестабильности структуры хряща и его физическим перегрузкам.

По мнению большинства исследователей, при резекции мениска или его тотальном удалении высока вероятность нарушения функции коленного сустава и повышения риска развития остеоартроза. Некоторыми авторами отмечен тот факт, что количество ткани мени-

ска, удаленной во время частичной менискэктомии, прямо пропорционально степени дегенерации коленного сустава [1,2].

В связи с этим в практической травматологии и ортопедии большое значение уделяется выполнению органосохраняющих вмешательств, проведение которых стало достаточно распространено с применением артроскопии. По сравнению с открытым хирургическим вмешательством, выполнение артроскопии имеет достаточно значимые преимущества, такие как: короткое время операции, раннее восстановление и минимальная травматизация. Помимо методов восстановления, методы наложения швов для фиксации разорванной области играют важную роль в результатах и успехе восстановления. В последние несколько лет благодаря прогрессу в науке, а также расширению знаний были изобретены многочисленные способы его восстановления с использованием швов. Выполнение сшивания менисков (изолированного или сочетающегося с одномоментной пластикой передней крестообразной связки (ПКС)) обеспечивает достаточно хорошие результаты в плане раннего восстановления и активности коленного сустава [3].

Методики артроскопического шва подразделяются на следующие группы: техника «снаружи внутрь» («out-in»); «изнутри кнаружи» («in-out») и «все внутри» («in-in») [1,2,3,4]. Каждая из техник обладает определенными преимуществами и недостатками, изучение которых достаточно актуально для выбора правильной тактики лечения пациентов.

Цель работы

Анализ литературных данных, посвященных вопросу изучения методов наложения шва мениска при артроскопии коленного сустава.

Мениск состоит из примерно 70% воды и 30% органических веществ. Это органическое вещество представляет собой в основном волокнистый коллагеновый матрикс, состоящий из коллагена I типа, фиброхондроцитов, протеогликанов и небольшого количества сухого неколлагенового вещества. Было проведено множество предположений и исследований, посвященных точной функции мениска, но сегодня существует общее мнение, что мениски обеспечивают стабильность в суставах, питание и смазку суставного хряща, а также амортизацию во время движения [5,6]:

Многие исследователи полагают, что выбор той или иной техники шва зависит от многих причин, среди которых главную роль играют: тип разрыва мениска (радиальный, продольный, горизонтальный, разрыв по типу «ручки лейки»), локализация разрыва (красная зона, бе-

лая зона, красно-белая зона), возраст пациента, его профессия (спортивная деятельность), степень его активности, сопутствующее повреждение связочного аппарата и хряща [6,7].

Наиболее часто техника «снаружи — внутрь» применяется при разрывах, которые локализируются в области переднего рога и тела мениска. Данная методика была описана R. F. Warren и соавт. в 1985 году.

Разрыв мениска при этом сшивается при помощи спинальных игл, которые проводят транскутанно в полость сустава через поврежденный мениск, при этом допустимым считается применение как рассасывающихся, так и не рассасывающихся нитей. Далее через отдельный доступ к капсуле сустава в области установленных игл завязывают узел, который погружают на капсулу сустава. Основным преимуществом данного метода является то, что нет необходимости в жесткой канюле, использование которой повышает риск повреждения хряща. Введение игл осуществляется под артроскопическим контролем, что снижает вероятность травматизации хряща. Предложено множество модификаций швов по методике «снаружи-внутри»: вертикальный шов; горизонтальный шов; узел Mulberri. Ранее фиксация разрыва мениска проводилась при помощи узлов Mulberri, однако их прочность оказалась ниже, чем у вертикальных швов [7,8].

Явным недостатком данной методики является ограниченный доступ к задним отделам сустава. Кроме того, возникают сложности при сопоставлении краев разрыва во время установки игл. Осложнения встречаются редко, в 3% случаев. При сшивании латерального мениска возможно повреждение малоберцового нерва. Для минимизации рисков данного осложнения целесообразно выполнять сшивание мениска в положении сгибания коленного сустава под 90° и проводить иглы кпереди от сухожилия двуглавой мышцы. При восстановлении медиального мениска существует риск травматизации подкожного нерва при завязывании узла на капсуле сустава, а также при проведении иглы. Тщательная визуализация капсулы и трансиллюминация артроскопом помогают избежать данного осложнения.

Однако, анализ современной литературы показывает, что использование данной методики сшивания менисков редко приводит к осложнениям и отлично подходит для разрывов, которые локализируются в передних отделах мениска [8,9,10].

Техника «изнутри-наружу» («in-out») впервые была предложена в 1987 г. С.Е. Henning и соавт. При данной технике мениск прошивается при помощи специальных

игл-направителей непосредственно из сустава, а узлы также завязываются на капсуле сустава. Разный изгиб игл позволяет более анатомично накладывать швы, располагая нити перпендикулярно плоскости разрыва. Выполнение оперативного вмешательства по данной технике для сшивания латерального мениска может сопровождаться повреждением малоберцового нерва. В связи с этим доступ к капсуле сустава располагается кзади от латеральной коллатеральной связки и впереди от сухожилия двуглавой мышцы. Для минимизации риска повреждений сосудисто-нервного пучка при сшивании медиального мениска доступ к капсуле сустава выполняется кзади от медиальной коллатеральной связки, а также используется специальный ретрактор для отведения и защиты мягких тканей [11].

Техника «изнутри — наружу» является «золотым стандартом» оперативного вмешательства при необходимости сшивания мениска и применяется в случае локализации разрыва в области его тела и заднего рога [12].

Лидирующие позиции в современной ортопедии и травматологии принадлежат технике «все внутри» («in-in»), которая с каждым годом становится все популярнее, что обусловлено простотой выполнения манипуляции и малым риском нейроваскулярных осложнений [13].

На данный момент времени в клинической практике разработано большое количество фиксаторов последнего поколения, предназначенных для сшивания менисков по методике «все внутри». Имплантаты, называемые «фиксаторы мениска», были разработаны из-за трудностей техники сшивания, которая в некоторых случаях требовала дополнительных разрезов и развития осложнений со стороны сосудисто-нервного пучка. Среди главных преимуществ данного метода можно выделить следующие: уменьшение времени оперативного вмешательства и достаточно хорошая скорость репаративных процессов.

Наибольшее предпочтение в практической травматологии и ортопедии отдается устройствам второго поколения. По структуре они являются низкопрофильными гибкими фиксаторами, основу которых составляют самозатягивающиеся узлы (Fast-Fix, Smith & Nephew; RapidLock, Mitek; The Meniscal Cinch, Arthrex и др.). Такой принцип способствует созданию необходимой компрессии и натяжению нитей фиксатора при осуществлении

сшивания мениска. На данный момент времени имеется большой опыт практического применения фиксатор Fast-Fix, опубликованы отдаленные результаты операций с его применением. Так, например, такими исследователями, как: G.R. Barret с соавторами были получены положительные результаты в большинстве случаев (81–92% случаев в зависимости от зоны разрыва) при сроке наблюдения не менее одного года [14].

По данным Barber F. A. et al. при исследовании среднесрочных результатов в течение не менее 2,5 лет хорошие результаты были получены в 83% случаев [15]. По данным авторов из Бразилии, удовлетворительные результаты, зарегистрированные в отдаленном периоде после операции, были отмечены в большинстве случаев (в 73% (16/22)) случаев [16].

Метаанализ, выполненный С. Хи с соавторами, свидетельствует о том, что результаты лучше у пациентов в отдаленном периоде после реконструктивной операции на мениске с применением техники шва «in-in» по сравнению с респондентами после резекции мениска [17].

Достаточно часто в клинической практике данная техника шва применяется с одномоментной пластикой ПКС, что по мнению некоторых авторов, обеспечивает лучшие отдаленные результаты в сравнении с изолированным сшиванием менисков [18,19]. L. Girolamo с соавторами полагают, что в таком случае (формирование костных каналов, резекция культи связки) повышается количество факторов, что способствует улучшению репаративных процессов и скорейшему восстановлению функции сустава, что особенно приветствуется в спортивной деятельности [20].

Вывод

Развитие артроскопической методики в травматологии способствует выполнению оперативных вмешательств, направленных на сохранение целостности мениска с целью предупреждения нарушения функциональной целостности коленного сустава и последующего развития остеоартроза в нем. Применение существующих техник шва мениска (в зависимости от места его повреждения), осуществляемое во время проведения артроскопического оперативного вмешательства, позволяет восстанавливать целостность мениска и функциональную активность коленного сустава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hauser R, et al. A retrospective study on dextrose Prolotherapy for unresolved knee pain. *Journal of Prolotherapy*. 2009;1(1):11–21.
2. Королев А.В., Рязанцев М. С., Магнитская Н. Е., Афанасьев А. П., Ильин Д. О., Фролов А. В. Отдаленные результаты сшивания менисков при артроскопической пластике передней крестообразной связки. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(3):44–53. DOI 10.21823/2311–2905–2016–22–3–44–53.

3. Westermann R.W. Meniscal repair with concurrent anterior cruciate ligament reconstruction: operative success and patient outcomes at 6-year follow-up / R.W. Westermann et al. // *Am. J. Sports Med.* 2014. 42 (9). P. 2184–92.
4. Lyman S. Risk factors for meniscectomy after meniscal repair / S. Lyman et al. // *Am. J. Sports Med.* 2013. 41 (12). P. 2772–8
5. Cuellar A., Cuellar R., Cuellar A., Garcia-Alonso I., Ruiz-Iban M. A. The effect of knee flexion angle on the neurovascular safety of all-inside lateral meniscus repair: a cadaveric study. *Arthroscopy.* 2015;31(11):2138–44.
6. Krych A.J., Reardon P., Sousa P., Levy B. A., Dahm D. L., Stuart M. J. Clinical outcomes after revision meniscus repair. *Arthroscopy.* 2016;32(9):1831–7.
7. Terai S., Hashimoto Y., Yamasaki S., Takahashi S., Shimada N., Nakamura H. Prevalence, development, and factors associated with cyst formation after meniscal repair with the all-inside suture device. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2019;139(9):1261–8.
8. Kyung H.S., Kim H. J. Medial Patellofemoral Ligament Reconstruction: A Comprehensive Review. *Knee Surg Relat Res.* 2015; Sep.; 27(3):133–40. doi: 10.5792/ksrr.2015.27.3.133.
9. Haviv B., Bronak S., Thein R. The evolution of surgical arthroscopy in Israel and worldwide. *Harefuah.* 2015; Apr.; 154(4):265–9, 278.
10. Tang H., Xu YQ., Zheng T. E., Sha Y., Xu X. S., Zhao W. Q., Cui Y., Zhang X. J., Pu S. Q., Li Chuan, Li C. X. Anatomical double bundle reconstruction of medial patellofemoral ligament with allograft tendon in the treatment of patellar dislocations. *Zhongguo Gu Shang.* 2015; Mar.; 28(3):252–5.
11. Прохоренко В.М., Фоменко С. М., Симагаев П. О. Хирургическое лечение нестабильности коленного сустава (обзор литературы) // *Современные проблемы науки и образования.* — 2016. — № 2.
12. Заирный И.М., Шмигельски П.Я. Трансплантация мениска коленного сустава: современное состояние проблемы. Обзор литературы. Часть 1. Травма. 2015;(6):81–94
13. Колмаков Д. О. Современные подходы к сохранению мениска коленного сустава: артроскопическое восстановление мениска. В кн.: VIII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых с международным участием «Цивьяновские чтения». Т. 1. Новосибирск; 2015. С. 283–286. Режим доступа: http://rass.pro/files/materials/sb_viii_konf_1.pdf
14. Barrett G.R., Treacy S. H., Ruff C. G. Preliminary results of the T-fix endoscopic meniscus repair technique in an anterior cruciate ligament reconstruction population. *Arthroscopy.* 1997;13(2):218–223
15. Barber F.A., Schroeder F. A., Barrera Oro F., Beavis R. C. Fast-Fix meniscal repair: mid-term results. *Arthroscopy.* 2008;24(12):1342–8. doi: 10.1016/j.arthro.2008.08.001
16. Albertoni L.J.B., Schumacher F. C., Ventura M. H.A., da Silveira Franciozi C. E., Debieux P., Kubota M. S. et al. Meniscal repair by all-inside technique with Fast-Fix device. *Rev Bras Ortop Engl Ed.* 2013;48(5):448–454.
17. Xu C., Zhao J. A meta-analysis comparing meniscal repair with meniscectomy in the treatment of meniscal tears: the more meniscus, the better outcome? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(1):164–170.
18. Sampathkumar K., Draviraj K. P., Rees A. J. Evaluation of fast-fix meniscal repair system. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87(Suppl II):151–151.
19. Tengrootenhuysen M., Meermans G., Pittoors K., Van Riet R., Victor J. Long-term outcome after meniscal repair. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(2):236–41.
20. de Girolamo L., Galliera E., Volpi P., Denti M., Dogliotti G., Quaglia A. et al. Why menisci show higher healing rate when repaired during ACL reconstruction? Growth factors release can be the explanation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(1):90–96.

© Альросан Бадер Атеф Сулейман (Brousan49@gmail.com), Лазко Фёдор Леонидович (Fedor_lazko@mail.ru),
Беляк Евгений Александрович (belyakevgen@mail.com), Призов Алексей Петрович,
Лазко Максим Федорович (Maxim_lazko@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ВЛИЯНИЕ НЕСЪЕМНЫХ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ НА ЗДОРОВЬЕ ПАРОДОНТА

IMPACT OF NON-REMOVABLE ORTHOPEDIC DEVICES EFFECTS ON PERIODONTAL HEALTH

**A. Belousova
G. Emelina
S. Smolyaninov
A. Nikonova
E. Emelina**

Summary. The quality of non-removable dentures depends simultaneously on the restoration of lost functions of the oral cavity, the creation of aesthetics and compliance with manufacturing technology. When trying to achieve the maximum aesthetic effect and strength of prostheses, the requirements for the quality of hygienic procedures of orthopedic structures are often not taken into account. The purpose of this study was to review the literature on the biological and aesthetic characteristics of materials used for fixed structures over the past 15 years. The literature review was conducted in MEDLINE (via PubMed), the Wiley online library, and ProQuest databases from 2005 to 2019. Articles describing fixed dentures and their impact on periodontal tissues, peri-implant tissues, and aesthetics were reviewed.

Keywords: implant, crown, fixed prosthesis, aesthetics, CAD/CAM.

Белусова Анна Вячеславовна
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»
anbel988@mail.ru

Емелина Галина Владимировна
К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»
sto.emelina@yandex.ru

Смолянинов Сергей Иванович
Ст. преподаватель, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»
smolyeninov@mail.ru

Никонова Анна Валерьевна
Ассистент, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»
stomannavaleryevna@mail.ru

Емелина Елена Сергеевна
Ассистент, Первый МГМУ им. И. М. Сеченова (Сеченовский университет) (Москва)
lenaamelina@mail.ru

Аннотация. Качество несъемных протезов зависит одновременно от восстановления утраченных функций полости рта, создания эстетики и соблюдения технологии изготовления. При попытке добиться максимального эстетического эффекта и прочности протезов часто не учитываются требования к качеству проведения гигиенических процедур ортопедических конструкций. Целью этого исследования был обзор литературы, касающийся биологических и эстетических характеристик материалов, используемых для несъемных конструкций за последнее 15 лет. Обзор литературы проводился в MEDLINE (через PubMed), онлайн-библиотеке Wiley, в базах данных ProQuest за период с 2005 по 2019 год. Были рассмотрены статьи, в которых описывались несъемные зубные протезы и их влияние на ткани пародонта, периимплантатные ткани и эстетику.

Ключевые слова: имплант, коронка, несъемный протез, эстетика, CAD/CAM.

Частота биологических осложнений, возникающих в процессе ортопедического лечения несъемными конструкциями, отмеченных в литературе, составляет 0,6% для одной коронки и 4% для мостовидных протезов [8], а частота воспаления периимплантной ткани колеблется от 60 до 80% (3). В литературе сообщается, что после 5 лет функционирования несъемные протезы с опорой на имплантаты демонстрируют 8,5% биологических осложнений, одиночные коронки — 7,1% биологических осложнений и 7,1% эстетических осложнений [11]. В последнее время требования к стоматологическим услугам значительно возросли, требуется обеспе-

чить эстетическое и функциональное единство, качество проведения гигиенических процедур ортопедических конструкций и здоровье полости рта. По мимо этого, наблюдается бурное развитие материаловедения и технологий, начиная от ручного изготовления каркасов до CAD/CAM [6]. Приоритеты имплантологии изменились, например, остеоинтеграция, обеспечиваемая многими факторами, стала необходима для стабильности имплантата [14]. Важным этиологическим аспектом воспаления в тканях пародонта является наличие бактерий, на наличие которых влияет иммунный ответ организма [15]. Риск заболеваемости повышается, если ортопеди-

ческая конструкция вызывает прямое механическое повреждение тканей, ускоряет прикрепление зубного налета и препятствует возможности самоочищения зубных протезов в полости рта [2,10]. Воспаление начинается как мукозит/гингивит и при недостаточном уходе переходит в пародонтит/периимплантит [10]. Для снижения риска возникновения осложнений важны знания, технические навыки, правильное планирование лечения, взаимодействие врача и зубного техника [3,4]. Внимание специалистов, участвующих в этом процессе, должно быть обращено на своевременное выявление существующих проблем с целью их уменьшения и предотвращения [1,7]. Для обеспечения функции протезов, эстетики, гигиены и механической стабильности одновременно должны соблюдаться следующие факторы: анатомическая форма подготовленной коронки, точность расположения края коронки и прилегания к десневому краю, место и тип соединения имплантата с абатментом, тип изготовления абатмента, тип фиксации коронки на имплантате, а также применяемый материал [16].

Чтобы узнать предварительные результаты использования фиксированных полных протезов с опорой на импланты, Вайнштейном и соавт. было проведено клиническое исследование [18]. Каждому пациенту ($n=20$) установили по четыре имплантата и акриловый временный протез, а через 4–6 месяцев был изготовлен и установлен постоянный протез, изготовленный с помощью CAD/CAM. Каждые 6 месяцев в течение первых 2-х лет и затем ежегодно в течение 5 лет во время последующих визитов с помощью опросов оценивались: рентгенограммы (маргинальный уровень кости — $0,6 \pm 0,3 / 0,7 \pm 0,4$), индекс бляшки ($8,1 \pm 6,0\%$ через 12 месяцев), индекс кровоточивости ($2,0 \pm 2,2\%$ через 12 месяцев), удовлетворенность пациентов функцией ($77,8\%$ и $88,9\%$ — отлично или очень хорошо) и эстетикой ($66,7\%$ отлично или очень хорошо) [18].

Значительно большие горизонтальные и вертикальные дефекты на вестибулярных поверхностях имплантата наблюдались в исследовании, проведенном Нуунh-Ва и др, оно проводилось в группе сразу же установленных имплантатов в течение 3 месяцев [9]. Оценивая эстетику и клинические показатели, Migliorati и др. обнаружили статистически значимые различия между группами

с аугментацией мягких тканей ($66,6\%$) и без аугментации мягких тканей ($17,3\%$) [12]. В группе с аугментацией наблюдались увеличение толщины ороговевшей слизистой оболочки на $34,29\%$ ($0,5$ мм) и рецессии — на $10,01\%$ от исходной высоты ($0,02$ мм). Толстый биотип пародонта показал незначительную усадку и рецессию мягких тканей по сравнению с тонким биотипом. Paуer и др. обнаружили различия в результатах оценки между циркониевыми и титановыми имплантатами (циркониевые имплантаты — $11,22 (\pm 1,56)$, титановые имплантаты соответственно $10,75 (\pm 0,7)$) [13]. Рентгенологическая оценка выявила значительную потерю костной массы в течение 24 месяцев в обеих группах имплантатов (цирконий от $0,67$ мм до $1,48$ мм, титан от $0,16$ мм до $1,43$ мм) [5,13]. Оценка, проведенная Santing и др, подтвердила рецессию десны, которая произошла в течение первых 7 месяцев после установки имплантата, но объем десневого сосочка увеличился в период с 7 до 18 месяцев [17]. Наблюдается тенденция к улучшению эстетики мягких тканей у циркониевых абатментов, оценка признаков воспаления вокруг мягких тканей не выявила никаких биологических осложнений [13]. Более высокие значения показателей биологических осложнений были обнаружены у имплантатов, по сравнению с соседними зубами, но они были все еще в пределах низкого уровня [12]. Измерения проводились в разные временные точки: через 3 месяца, 1 год, 18 месяцев, 2 года, 3 года и 7,5 лет [13].

Имплантаты CAD/CAM, абатменты, каркасы для коронок и мостовидных протезов демонстрируют клинически приемлемые результаты в полости рта с высокой удовлетворенностью пациентов в течение одного-трех лет. При улучшении эстетики здоровье мягких тканей должно быть принято в качестве приоритета. Целесообразно использовать материалы для протезов с более низкой вероятностью адгезии бактериальных бляшек и лучшими полирующими свойствами (цирконий, керамика, металл).

Исходя из вышеизложенного, нет никаких доказательств того, что ортопедическая конструкция увеличивает воспаление мягких тканей, однако взаимосвязь между эстетикой и здоровьем мягких тканей при установке имплантатов, коронок и протезов остается актуальной темой для будущих исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акопян Г.В., Хачатрян А. Г. Ретроспективный анализ влияния заболеваний пародонта на приживление имплантатов и долгосрочный прогноз проведенной имплантации. Пародонтология. 2011. Т. 16. № 1 (58). С. 39–43.
2. Балахничев Д.Н., Шторина Г. Б., Соснина Ю. С. Влияние несъемных ортопедических конструкций на пародонт опорных зубов. Пародонтология. 2011. Т. 16. № 1 (58). С. 8–10.
3. Кулыгин О. Б. Состояние гигиены полости рта и тканей пародонта, биофизические и биохимические показатели обследования больных с неудовлетворительными результатами лечения дефектов боковой группы зубов мостовидными протезами. Вестник стоматологии. 2009. № 1 (66). С. 11–20.

4. Ожоган З.Р., Обидняк В.З., Мизюк Л.В., Панченко В.И. Современные методы гигиены полости рта у пациентов с несъемными конструкциями протезов. Современная стоматология. 2016. № 5 (84). С. 66.
5. Проволукин Н.В., Малюченко А.С., Сандулеев М.А., Алексеев Н.Ю. Оценка состояния тканей пародонта при использовании имплантов из диоксида циркония и титана. В сборнике: Актуальные вопросы и перспективы развития медицины. сборник научных трудов по итогам III международной научно-практической конференции. 2016. С. 151–153.
6. Abdulmajeed A.A., Lim K. G., Närhi T. O., Cooper L. F. Completearch implant-supported monolithic zirconia fixed dental prostheses: A systematic review. J Prosthet Dent. 2016; 115:672–7.
7. De Backer H., Van Maele G., De Moor N., Van den Berghe L. Survival of complete crowns and periodontal health: 18-year retrospective study. Int J Prosthodont. 2007; 20:151–8.
8. Goodacre C.J., Bernal G., Rungcharassaeng K., Kan J.Y. Clinical complications in fixed prosthodontics. J Prosthet Dent 2003; 90:31–41.
9. Huynh-Ba G., Meister D. J., Hoders A. B., Mealey B. L., Mills M. P., Oates T. W., et al. Esthetic, clinical and patient-centered outcomes of immediately placed implants (Type 1) and early placed implants (Type 2): preliminary 3-month results of an ongoing randomized controlled clinical trial. Clin Implant Dent Relat Res 2016; 27:241–52.
10. Ikai H., Kanno T., Kimura K., Sasaki K. A retrospective study of fixed dental prostheses without regular maintenance. J Prosthodont Res. 2010; 54:173–8.
11. Jung R.E., Zembic A., Pjetursson B. E., Zwahlen M., Thoma D. S. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. Clin Oral Implants Res. 2012; 23:2–21.
12. Migliorati M., Amorzi L., Signori A., Biavati A. S., Benedicenti S. Clinical and Aesthetic Outcome with Post-Extractive Implants with or without soft tissue augmentation: A 2-year randomized clinical trial. Clin Implant Dent Relat Res 2015; 17:983–95.
13. Payer M., Heschl A., Koller M., Arnetzl G., Lorenzoni M., Jakse N. All-ceramic restoration of zirconia two-piece implants — a randomized controlled clinical trial. Clin Oral Implants Res 2015; 26:371–76.
14. Pesce P., Menini M., Tealdo T., Bevilacqua M., Pera F., Pera P. Peri-implantitis: a systematic review of recently published papers. Int J Prosthodont. 2014; 27:15–25.
15. Renvert S., Persson G. R. Periodontitis as a potential risk factor for peri-implantitis. J Clin Periodontol. 2009; 36:9–14.
16. Rodriguez A.M., Rosenstiel S. F. Esthetic considerations related to bone and soft tissue maintenance and development around dental implants: report of the Committee on research in fixed prosthodontics of the American Academy of fixed prosthodontics. J Prosthet Dent 2012; 108:259–67.
17. Santing H.J., Raghoobar G. M., Vissink A., den Hartog L., Meijer H. J. Performance of the Straumann Bone Level Implant system for anterior single-tooth replacements in augmented and nonaugmented sites: a prospective cohort study with 60 consecutive patients. Clin Oral Implants Res 2013; 24:941–8.
18. Weinstein R., Agliardi E., Fabbro M. D., Romeo D., Francetti L. Immediate rehabilitation of the extremely atrophic mandible with fixed full-prosthesis supported by four implants. Clin Implant Dent Relat Res 2012; 14:434–41.

© Белоусова Анна Вячеславовна (anbel988@mail.ru), Емелина Галина Владимировна (sto.emelina@yandex.ru),
Смолянинов Сергей Иванович (smolyeninov@mail.ru), Никонова Анна Валерьевна (stomannavaleryevna@mail.ru),
Емелина Елена Сергеевна (lenaemelina@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Пенза

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КЛИНИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ ДОБРОКАЧЕСТВЕННОЙ ГИПЕРПЛАЗИИ ПРОСТАТЫ РАЗЛИЧНЫМИ ХИРУРГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

COMPARATIVE ANALYSIS OF CLINICAL RESULTS OF BENIGN PROSTATIC HYPERPLASIA TREATMENT WITH VARIOUS SURGICAL METHODS

V. Bychkovskih
A. Vasil'kov
V. Orlov
A. Milyutin
B. Zheleznyakov

Summary. The results of treatment of benign prostatic hyperplasia (BPH) with new and traditional surgical methods were studied in the urology Department of the Road clinical hospital at the station «Chelyabinsk» of JSC «Russian Railways». The main groups were patients operated with new methods of bipolar transurethral resection (BTUR — 38 people) and prostate enucleation (TUEB — 35). For comparison, we selected statistically comparable groups of patients operated by the methods of monopolar transurethral resection (MTUR — 39 patients) and open transvesical prostatectomy (OPE — 37), which were used in the Department earlier before the introduction of new methods. The choice of the surgical method was determined by the volume of BPH — up to 80 cm³ used BTUR (previously MTUR), over 80 cm³ — TUEB (previously OPE). The results of TUEB vs OPE has 2–3 fold reduction in volume of blood loss during surgery, duration of postoperative bladder catheterization, frequency of intraoperative, early hemorrhagic and infectious complications and length of stay of patients in hospital. BTUR vs MTUR showed the possibility of a significant reduction in blood loss and surgical injuries during surgery, as well as early complications of an infectious and inflammatory nature. The clinical effectiveness in terms of the frequency of complications, repeated surgical interventions and dynamics of urological indicators was the best for BTUR and TUEB at 1 month and statistically similar at 6 months after surgery. Therefore, the introduction of new bipolar methods of transurethral surgery can speed up the recovery period, reduce the cost of hospitalization and improve the quality of surgical care for BPH.

Keywords: benign prostatic hyperplasia, bipolar transurethral resection and enucleation of the prostate.

Бычковских Владимир Анатольевич

Врач-уролог, НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Челябинск ОАО «РЖД», г. Челябинск

Васильков Александр Юрьевич

Врач-уролог, НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Челябинск ОАО «РЖД», г. Челябинск

Орлов Вадим Анатольевич

Врач-уролог, НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Челябинск ОАО «РЖД», г. Челябинск
v.orlov@dkb74.ru

Милютин Алексей Александрович

Врач-уролог, НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Челябинск ОАО «РЖД», г. Челябинск

Железняков Богдан Александрович

Врач-уролог, НУЗ «Дорожная клиническая больница на ст. Челябинск ОАО «РЖД», г. Челябинск

Аннотация. В урологическом отделении Дорожной клинической больницы на ст. Челябинск ОАО «РЖД» проведено изучение результатов лечения доброкачественной гиперплазии простаты (ДГП) новыми и традиционными хирургическими методами. Основные группы составили пациенты, оперированные новыми методами биполярной трансуретральной резекции (БТУР — 38 человек) и энуклеации простаты (ТУЭБ — 35). Для сравнения подобраны статистически сопоставимые группы пациентов, оперированных методами монополярной трансуретральной резекции (МТУР — 39 пациентов) и открытой чреспузырной простатэктомии (ОПЭ — 37), применявшихся в отделении ранее до внедрения новых методов. Выбор метода операции определялся объемами ДГП — до 80 см³ применяли БТУР (ранее МТУР), свыше 80 см³ — ТУЭБ (ранее ОПЭ). При сравнении результатов ТУЭБ с ОПЭ установлено 2–3х кратное снижение объема кровопотери во время операции, сроков послеоперационной катетеризации мочевого пузыря, частоты интраоперационных, ранних геморрагических и инфекционных осложнений, а также сроков пребывания пациентов в стационаре. Сравнение БТУР с МТУР показало возможность значимого снижения кровопотери и хирургических травм во время операции, а также ранних осложнений инфекционно-воспалительного характера. Клиническая эффективность по частоте осложнений, повторных операций и динамике урологических показателей оказалась лучшей для БТУР и ТУЭБ через 1 месяц и статистически схожей через 6 месяцев после операции. Следовательно, внедрение новых биполярных методов трансуретральных операций позволяет ускорить восстановительный период, сократить расходы на госпитализацию и повысить качество хирургической помощи при ДГП.

Ключевые слова: доброкачественная гиперплазия предстательной железы, биполярная трансуретральная резекция и энуклеация простаты.

По данным мировой статистики 2/3 мужчин пенсионного возраста имеют клинические проявления доброкачественной гиперплазии простаты (ДГП) в разной степени выраженности симптомов нижних мочевыводящих путей (СНМП) [4,5,18]. Выраженность СНМП определяется по специально разработанной международной шкале оценки (IPSS), пороговым значением установлено 8 баллов, превышение которого требует активных методов лечения [9,11].

Среди активных методов лечения ДГП в последние годы все чаще используются малоинвазивные хирургические техники, в том числе биполярная трансуретральная резекция и энуклеация простаты (БТУР и ТУЭБ) [7,16,20]. Их преимущества перед открытой простатэктомией (ОПЭ) и монополярной трансуретральной резекцией простаты (МТУР), ранее активно используемой в эндохирургии ДГП, в настоящее время исследуются. Доказанными можно считать значительное сокращение кровопотери во время операции, сроков пребывания пациентов в стационаре, устранение риска ТУР-синдрома и электроожоговых травм, характерных для МТУР, а также возможность применения при осложненных формах ДГП и высоком анестезиологическом риске [1,12,13,19]. Для ТУЭБ также доказана ее альтернативность с результатами ОПЭ при ДГП большого и крупного размера (свыше 100 см³) [10,14,17]. Многие урологи также отмечают более быстрое восстановление пациентов после биполярных трансуретральных операций, что позволяет сократить расходы на госпитализацию и медикаментозную коррекцию нарушений мочеиспускания после оперативного лечения на амбулаторном этапе [6,15]. Изучение клинической эффективности методов БТУР и ТУЭБ показало их сопоставимость с традиционными хирургическими пособиями (ОПЭ и МТУР) по частоте отсроченных осложнений функционального и обструктивного характера. При этом повторные операции для их коррекции проводятся реже, поскольку большинство проявлений СНМП удается купировать консервативными методами [2,3,8].

Таким образом, широкое внедрение биполярной техники выполнения трансуретральных операций в хирургическую практику лечения ДГП является актуальной проблемой эндоурологии. В этой связи целью предпринятого исследования был сравнительный анализ клинических результатов новых и традиционных методов операций, применяемых для лечения ДГП.

Материалы и методы

Новые методы трансуретральных эндоскопических операций с применением биполярной техники в хирургическом лечении ДГП используются в отделении урологии Дорожной клинической больницы на ст. Челябинск

ОАО «РЖД» с 2018 года. Операции выполняются при помощи биполярного резектоскопа, электрохирургического блока ESG-400 и съемных электродов для трансуретральной резекции и энуклеации. Электробезопасность биполярной техники обеспечивается минимально необходимой мощностью оборудования (не более 310W для резекции и не более 120W для коагуляции), что позволяет при одновременном выполнении резекции и гемостаза не превышать температуру ткани (в пределах 40–70°), устраняя риск электроожоговых травм окружающих тканей и анатомических структур. Кроме того, в качестве ирриганта, в отличие от монополярной ТУР, применяется 0,9% раствор NaCl, обладающий высокой электропроводностью.

Для исследования отобраны пациенты с различным объемом ДГП, оперированные методом биполярной трансуретральной резекции (БТУР — 38 чел., средний объем простаты — 65,4 см³, max — 76, min — 42) и биполярной трансуретральной энуклеации простаты (ТУЭБ — 35 чел., средний объем — 128,5 см³, 230 / 90). Ранее в отделении для лечения ДГП с объемом до 80 см³ использовали монополярную технику ТУР (МТУР), свыше 80 см³ — открытую чреспузырную простатэктомию (ОПЭ). Для сравнения клинических результатов из архива историй болезни и протоколов операций отобраны пациенты со статистически сопоставимыми исходными параметрами. Результаты БТУР сравнивали с МТУР (39 чел., средний объем простаты — 58,3 см³, 71 / 45; $p = 0,094$), ТУЭБ — с ОПЭ (37 чел., 124,3 см³, 220 / 95; $p = 0,814$). Средний возраст пациентов, отобранных для исследования, в группах БТУР / МТУР был 65,7 ($p = 0,745$), в группах ТУЭБ / ОПЭ — 70,0 ($p = 0,902$).

Сравнение проводили: по общим операционным результатам (время оперативного вмешательства, объем кровопотери и удаленной ткани, сроки послеоперационной катетеризации мочевого пузыря и пребывания в стационаре); по количеству осложнений во время и после операции в раннем и позднем периоде; по частоте повторных операций и динамике исходных урологических показателей через 1 и 6 месяцев после выписки из стационара (объем остаточной мочи по данным трансректального УЗИ, максимальная скорость мочеиспускания по данным урофлоуметрии, оценка выраженности простатических симптомов и качества жизни в связи с расстройством мочеиспускания по специальным шкалам (IPSS и QOL)).

Статистический анализ проводили с расчетом средних и интенсивных показателей (% в группе) и ошибок средних и относительных величин. Оценка нормальности распределения в выборках пациентов показала возможность применения для подтверждения достоверности различий показателей параметрического t -критерия

Таблица 1. Общие операционные результаты (средние показатели, max / min)

Метод операции Показатели	БТУР (n = 38)	МТУР (n = 39)	P	ТУЭБ (n = 35)	ОПЭ (n = 37)	P
Время операции, мин	57,6±3,06	55,2±2,97	0,575	95,3±4,01	64,4±3,25	0,010*
max	105	92	-	138	125	-
min	35	30	-	55	40	-
П/о катетеризация МП, дни	1,9±0,56	2,3±0,61	0,628	2,5±0,65	7,2±1,09	<0,001*
max	3	4	-	5	10	-
min	1	1	-	2	5	-
П/о койко-день	4,1±0,82	5,6±0,95	0,134	5,9±1,00	10,3±1,30	0,009
max	7	9	-	8	13	-
min	3	4	-	4	8	-
Объем кровопотери при операции, мл	153,6±4,99	310,1±7,05	<0,001*	175,1±5,44	396,7±8,08	<0,001*
max	250	450	-	350	600	-
min	50	150	-	100	300	-

* статистически значимые различия показателей ($p \leq 0,05$).

Стьюдента. Уровень значимости различий для исследования определен 95% ($p \leq 0,05$).

На основе расчетов по результатам предоперационного обследования пациентов определена статистическая сопоставимость сравниваемых групп, т.е. по всем исходным урологическим показателям различие было статистически не значимым ($p > 0,05$). Количество осложненных форм ДГП (камни мочевого пузыря, эпидидостоста, дивертикул, уретерогидронефроз) и сопутствующих заболеваний и состояний (гипертоническая болезнь, постинфарктный кардиосклероз, аритмии, антикоагулянтная терапия, цереброваскулярные заболевания, сахарный диабет) в сравниваемых группах пациентов было статистически равным ($p > 0,05$).

Результаты исследования

Сравнение общих операционных показателей между группами пациентов, оперированных методами БТУР и МТУР, показало статистически равное среднее время оперативного вмешательства и средней длительности послеоперационной катетеризации мочевого пузыря, таблица 1. Сроки пребывания в стационаре были меньшими для БТУР (в среднем 4,1 дня против 5,6 дней при МТУР), но без статистического подтверждения различия показателей ($p = 0,134$). При этом средний объем кровопотери во время БТУР был в 2 раза меньшим — 153,6 мл ($p < 0,001$).

Средняя продолжительность ТУЭБ была в 1,5 раза больше, чем ОПЭ ($p = 0,010$), но все остальные операционные показатели статистически отличались в пользу ТУЭБ — кровопотеря была в 2,3 раза меньше ($p < 0,001$), сроки послеоперационной катетеризации — в 2,9 раза ($p < 0,001$), госпитализации — в — 1,8 раза ($p = 0,009$).

По частоте осложнений оперативного лечения из-за небольшого количества наблюдений в группах статистическое различие подтверждено только для раннего послеоперационного периода группы ТУЭБ, таблица 2. В то же время важно отметить, что интраоперационно массивное кровотечение возникло только при чреспузырной простатэктомии (2 случая / 5,4% в группе) и было связано с повреждением дорсального венозного комплекса.

С целью купирования кровотечения выполнено прошивание дорсального венозного комплекса. Интраоперационно и в раннем послеоперационном периоде потребовались трансфузии эритроцитарной массы и свежзамороженной плазмы. Данные осложнения привели к пролонгации сроков дренирования мочевого пузыря до 7 и 8 послеоперационных суток, соответственно общих сроков госпитализации до 12 и 13 дней. В раннем периоде после ОПЭ наблюдались еще 3 случая кровотечения, связанные с несостоятельностью швов, эти случаи не потребовали гемотрансфузии и были купированы консервативно. После МТУР также наблюдался

Таблица 2. Осложнения оперативного лечения (% в группе)

Метод операции Показатели	БТУР (n = 38)	МТУР (n = 39)	P	ТУЭБ (n = 35)	ОПЭ (n = 37)	P
В ходе операции всего, в том числе:	0,0	5,1±3,53	0,151	5,7±3,92	10,8±5,10	0,432
кровотечение	0,0	0,0	1,000	0,0	5,4±3,72	0,152
конверсия в ОПЭ	0,0	0,0	1,000	2,9±2,82	-	-
гемотрансфузия	0,0	0,0	1,000	0,0	5,4±3,72	0,152
хирургическая травма	0,0	5,1±3,53	0,151	2,9±2,82	0,0	0,316
Ранний период всего, в том числе:	2,6±3,60	12,8±5,35	0,091	5,7±3,92	32,4±7,70	0,003*
кровотечение	2,6±3,60	5,1±3,53	0,570	2,9±2,82	13,5±5,62	0,094
инфекционно-воспалительные	0,0	7,7±4,27	0,090	2,9±2,82	18,9±6,44	0,025*
Поздний период всего, в том числе:	31,6±7,54	38,5±7,79	0,531	34,3±8,02	37,8±7,97	0,757
рубцовая деформация шейки МП	0,0	2,6±2,53	0,316	2,9±2,82	5,4±3,72	0,584
стриктура уретры	2,6±3,60	5,1±3,53	0,570	2,9±2,82	0,0	0,316
недержание мочи	2,6±3,60	2,6±2,53	0,984	2,9±2,82	0,0	0,316
другие дизурические расстройства	26,3±7,14	28,2±7,21	0,850	25,7±7,39	32,4±7,70	0,531
Повторная операция	2,6±3,60	2,6±2,53	0,984	2,9±2,82	5,4±3,72	0,584

* статистически значимые различия показателей ($p \leq 0,05$).

Таблица 3. Динамика урологических показателей (средние показатели)

Метод операции Показатели	БТУР (n = 38)	МТУР (n = 39)	P	ТУЭБ (n = 35)	ОПЭ (n = 37)	P
Перед операцией						
Объем простаты, см ³	65,4±3,26	58,3±2,95	0,094	128,5±3,02	124,3±2,95	0,814
Объем остаточной мочи, PVR, мл	202,3±5,14	197,5±5,62	0,123	308,7±7,22	310,4±7,14	0,868
Скорость потока мочи, Q _{max} , мл/сек	10,6±1,31	11,2±1,34	0,750	8,3±1,18	8,7±1,20	0,813
Балл по шкале IPSS	25,5 ±2,03	24,7±1,99	0,779	28,6±2,20	29,1±2,09	0,872
Балл по шкале QOL	4,2±0,83	4,3±0,83	0,932	5,3±0,95	5,1±0,92	0,880
Через 1 мес. после операции						
Объем простаты, см ³	30,4±2,22	29,3±2,17	0,724	33,5±2,38	34,3±2,37	0,813
Объем остаточной мочи, PVR, мл	22,3±1,90	25,5±2,02	0,253	30,7±2,28	42,4±2,64	0,001*
Скорость потока мочи, Q _{max} , мл/сек	17,6±1,69	18,2±1,71	0,803	20,3±1,85	16,7±1,66	0,152
Балл по шкале IPSS	5,5± 0,94	6,7±1,04	0,395	6,0±1,01	10,1±1,29	0,015*
Балл по шкале QOL	2,2±0,60	2,3±0,61	0,907	2,3±0,62	4,7±0,88	0,029*
Через 6 мес. после операции						
Объем простаты, см ³	19,2±1,76	20,6±1,82	0,582	21,1±1,89	23,4±1,96	0,401
Объем остаточной мочи, PVR, мл	3,0±0,70	3,7±0,77	0,502	5,3±0,95	5,1±0,92	0,880
Скорость потока мочи, Q _{max} , мл/сек	23,4±1,95	22,5±1,90	0,742	23,8±2,01	24,4±2,00	0,833
Балл по шкале IPSS	4,3±0,84	4,8±0,88	0,681	4,6±0,88	5,0±0,91	0,753
Балл по шкале QOL	1,2±0,44	1,3±0,46	0,875	1,9±0,57	2,2±0,60	0,718

* статистически значимые различия показателей ($p \leq 0,05$).

1 случай кровотечения (2,9%), обусловленный интраоперационной травмой капсулы простаты, для купирования проводили гемотрансфузию эритроцитарной массы в объеме 2х доз. По биполярным трансуретральным операциям геморрагические осложнения интраоперационно отсутствовали, в раннем периоде наблюдались единично, не были интенсивными и не требовали переливания компонентов крови и повторных операций.

Инфекционно-воспалительные осложнения после БТУР не наблюдались, в группе МТУР — 3 случая (7,7%; $p = 0,090$), ТУЭБ — 1 случай орхоэпидидимита (2,9%), тогда как в группе ОПЭ — 7 случаев (18,9%; $p = 0,025$).

Среди отсроченных послеоперационных осложнений независимо от оперативного метода наиболее часто встречались дизурические расстройства, которые проявлялись учащением мочеиспускания, императивными позывами к мочеиспусканию у пациентов после чреспузырной аденомэктомии в 12 случаях (32,4%), у пациентов после трансуретральных пособий в 10–11 случаях (26,3% БТУР; 28,2% МТУР; 25,7% ТУЭБ). С целью их купирования на срок 3 месяца назначалась консервативная терапия по схеме: «Везикар» 10 мг по 1 капс. 1 раз в день + «Омник» 0,4 по 1 капс. 1 раз в день.

Случаи недержания мочи и рубцовых осложнений во всех группах были единичными либо отсутствовали без значимого статистического различия по методам операций ($p > 0,05$). В частности, после трансуретральных операций было по одному случаю стрессового недержания мочи, для купирования пациентам рекомендован приём препаратов группы М-холинолитиков («Везикар» по 1 капс. 1 раз в день) длительностью 3 месяца и выполнение упражнения Кегеля. Рубцовая деформация шейки мочевого пузыря наблюдалась в 2х случаях (5,4%) после аденомэктомии и требовала проведения ТУР шейки мочевого пузыря. В рекомендациях при выписке пациентов после трансуретральной коррекции деформации шейки пузыря назначалась «Лонгидаз» по 1 свече через день № 10 и после 2-х дневного перерыва продолжение курса препарата (№ 10). Непротяженная стриктура бульбозного отдела уретры возникла у одного пациента группы БТУР, 2х — группы МТУР и у одного после ТУЭБ. С целью устранения обструкции проводились реконструктивные операции в объеме анастомотической пластики уретры через 6 месяцев после трансуретрального пособия. По частоте повторных (реконструктивных) операций межгруппового различия не наблюдалось ($p > 0,05$).

Для оценки эффективности биполярных трансуретральных пособий в лечении ДГП различных размеров провели анализ динамики урологических показателей через 1 и 6 мес. после операций, таблица 3. Через 1 ме-

сяц на контрольном обследовании для всех исследуемых групп установлено значимое сокращение объема простаты (в среднем в 2,2–3,8 раза) в сравнении с дооперационными измерениями, через 6 месяцев среднее значение данного показателя достигло возрастной нормы, не превышая 23 см³. Средняя скорость мочеиспускания во всех группах пациентов в течение периода наблюдения плавно нарастает, средний объем остаточной мочи (PVR) через 1 месяц после операций десятикратно уменьшается и приближается к нулю по окончании полугодия.

Такое же прогрессивное снижение наблюдается по баллам шкал оценки выраженности простатических симптомов IPSS и качества жизни в связи с расстройством мочеиспускания QOL. При этом месячная динамика значений PVR, IPSS и QOL в группе ТУЭБ более выражена, чем в группе ОПЭ, что обеспечило достоверное межгрупповое различие ($p = 0,001$; $p = 0,015$; $p = 0,029$). Через 6 месяцев разность показателей между группами БТУР — МТУР и ТУЭБ — ОПЭ не определяется, что демонстрирует равную клиническую эффективность для сравниваемых методов операций.

Заключение

Биполярная модификация трансуретральной резекции и энуклеации простаты является эффективной и безопасной методикой оперативного лечения ДГП любого размера. Это подтвердили как общие клинические результаты, свидетельствующие при сравнении со стандартными методами операции о существенном снижении интраоперационной кровопотери, послеоперационных сроков катетеризации мочевого пузыря и пребывания в стационаре, так и минимальное количество геморрагических и инфекционно-воспалительных осложнений в раннем периоде после операций. Отсутствие статистической разности по частоте повторных хирургических вмешательств и полугодовой динамике урологических показателей демонстрирует альтернативность БТУР и МТУР, а также ТУЭБ и ОПЭ в отдаленной перспективе. При этом месячная динамика для биполярных эндохирургических методов более выражена, то есть наблюдается более быстрое восстановление пациентов после операций, что имеет важное экономическое значение для урологического стационара и пациентов.

Выводы

Биполярные трансуретральные пособия можно считать новым стандартом оперативного лечения ДГП любого размера, их широкое внедрение позволит повысить качество хирургической помощи пациентам данного профиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеев В.В., Антонов А.Г., Писаренко М.Ю., Маршев С.В., Масальцева Н.А. Биполярная трансуретральная резекция в физиологическом растворе при осложненных формах доброкачественной гиперплазии предстательной железы // Тихоокеанский медицинский журнал. 2016. № 1. С. 79–81.
2. Данилов В.В., Осинкин К.С., Данилов В.В., Севрюков Ф.А. Альфа1-адреноблокаторы и гиперактивность детрузора у пациентов с аденомой предстательной железы // Вопросы урологии и андрологии. 2018. Т. 6. № 2. С. 49–53.
3. Иващенко В.А., Дюсюбаев А.А. Диагностика и медикаментозная коррекция симптомов нижних мочевых путей после ТУР доброкачественной гиперплазии предстательной железы // Медицинский вестник Башкортостана. 2013. Т. 8. № 2. С. 62–66.
4. Севрюков Ф.А., Камаев И.А., Малинина О.Ю., Елина Ю.А., Гриб М.Н., Перевезенцев Е.А. Возрастные особенности заболеваемости мужчин болезнями мочеполовой системы // Медицинский альманах. 2011. № 4 (17). С. 21–23.
5. Севрюков Ф.А., Камаев И.А., Малинина О.Ю., Гриб М.Н., Перевезенцев Е.А. Социальный статус пациентов, страдающих доброкачественной гиперплазией предстательной железы // Общественное здоровье и здравоохранение. 2011. № 1. С. 53–56.
6. Севрюков Ф.А., Малинина О.Ю., Елина Ю.А. Особенности медицинского обеспечения пациентов с доброкачественной гиперплазией предстательной железы на этапе амбулаторно-поликлинической помощи // Медицинский альманах. 2011. № 1 (14). С. 25–27.
7. Севрюков Ф.А., Малинина О.Ю. Новые организационные технологии оказания медицинской помощи больным с доброкачественной гиперплазией предстательной железы // Социальные аспекты здоровья населения. 2012. Т. 23. № 1. С. 1–7.
8. Семенычев Д.В., Севрюков Ф.А., Сорокин Д.А., Карпунин И.В., Пучкин А.Б., Кочкин А.Д. Опыт применения биполярной вапоризации предстательной железы (TUVRB) в лечении ДГПЖ // Экспериментальная и клиническая урология. 2014. № 2. С. 49–53.
9. Пушкарь Д.Ю., Раснер П.И., Харчилава Р.Р. Симптомы нижних мочевыводящих путей и доброкачественная гиперплазия предстательной железы / В кн.: Урология. Российские клинические рекомендации. ред. Аляев Ю.Г., Глыбочко П.В., Пушкарь Д.Ю. М.: Медфорум. 2017. С. 13–39.
10. Chen S., Zhu L., Cai J., et al. Plasmakinetic enucleation of the prostate compared with open prostatectomy for prostates larger than 100 grams: A randomized noninferiority controlled trial with long-term results at 6 years // Eur. Urology. 2014. № 66. P. 284–291.
11. EAU guidelines on the treatment and follow-up of nonneurogenic male lower urinary tract symptoms including benign prostatic obstruction / Oelke M., Bachmann A., Descalzaud A., et al. // Eur. Urology. 2013; 64(1). P. 118–140.
12. Geavlete B., Bulai C., Ene C., et al. Bipolar vaporization, resection, and enucleation versus open prostatectomy: optimal treatment alternatives in large prostate cases? // J. Endourologie. 2015. № 29(3). P. 323–31.
13. Gilling P. TURP remains a safe and effective alternative for benign prostatic hyperplasia (BPH) surgery // BJU Int. 2014. № 113(1). P. 5–6.
14. Li M., Qiu J., Hou Q. et al. Endoscopic enucleation versus open prostatectomy for treating large benign prostatic hyperplasia: a meta-analysis of randomized controlled trials // PLoS One 2015. № 10(3): e0121265.
15. Mathieu R., Lebdaï S., Cornu J. N., et al. Perioperative and economic analysis of surgical treatments for benign prostatic hyperplasia: A study of the French committee on LUT // Progrès en Urologie. 2017. Vol. 27 (6). P. 362–368.
16. Nakagava K. A new minimally invasive medical treatment for prostatic hyperplasia: its current situation and actual practice of the operation; TUEB // Urology View. 2007. Vol. 5. P. 95–97.
17. Rao J. M., Xiao H. J., Ren Y. X., et al. Did prostate size affect the complication and outcome of plasmakinetic enucleation of the prostate? // International Urology and Nephrology. 2014. № 46(11). P. 2063–70.
18. Roehrborn, C. G. Benign Prostatic Hyperplasia: Etiology, Pathophysiology, Epidemiology, and Natural History // Campbell-Walsh Urology. 10-th ed. 2012. P. 2570–2610.
19. Stucki P., Marini L., Mattei A., et al. Bipolar versus monopolar transurethral resection of the prostate: a prospective randomized trial focusing on bleeding complications // J. Urology. 2015. № 193(4). P. 1371–76.
20. Yu X., Elliott S. P., Wilt T. J., McBean A. M. Practice patterns in benign prostatic hyperplasia surgical therapy: the dramatic increase in minimally invasive technologies // J. Urology. 2008. № 180(1). P. 241–5.

РЕЗУЛЬТАТЫ КЛИНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВРЕМЕННЫХ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВЫХ И ТРАДИЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

RESULTS OF CLINICAL EVALUATION OF THE QUALITY OF TEMPORARY ORTHOPEDIC STRUCTURES MADE USING DIGITAL AND TRADITIONAL TECHNOLOGIES

**J. Vokulova
E. Zhulev**

Summary. Aim — conduct a clinical assessment of the quality of temporary orthopedic structures made using digital and traditional technologies. Patients were divided into three groups according to the method of manufacturing temporary fixed prostheses — from Protemp 4 composite material using a silicone key, using the KaVo ARCTIC CAD/CAM system from Vita CAD-Temp multicolor polymethylmethacrylate, and using the Asiga Max UV 3D printer from the biologically compatible NextDent C&B MFH material. Clinical evaluation of prosthetic devices was performed based on the criteria of the modified USPHS test. The exact Fischer test was used for statistical analysis of the results obtained. Statistically significant differences ($p < 0.00417$) between traditional and digital methods of manufacturing temporary orthopedic structures during clinical evaluation based on a modified USPHS test were found for the following criteria: color matching, surface quality, the need to correct inter-occlusal relationships, and the quality of interproximal contacts. The results obtained allow us to conclude that the technologies of intraoral laser scanning, computer modeling and automated production using a milling and grinding machine and a 3D printer make it possible to obtain temporary orthopedic structures with dense interdental contact points and pre-verified inter-occlusal relationships using a virtual articulator, which is quite difficult to obtain using the traditional method of manufacturing medical prostheses using a silicone key. According to the “Color matching” criterion, statistical differences were found when comparing the subtractive and clinical methods of manufacturing artificial crowns ($p < 0.00139$), but no statistical differences were found when comparing the additive method with the clinical and subtractive methods.

Keywords: digital technologies in dentistry, digital impressions, CAD/CAM, intraoral scanner, 3D printing, temporary crown.

Вокулова Юлия Андреевна

К.м.н., врач стоматолог — ортопед, ФГКУ
«Поликлиника № 2 Федеральной таможенной службы
России», Нижний Новгород
vokulova@rambler.ru

Жулев Евгений Николаевич

Заслуженный работник высшей школы РФ, д.м.н.,
профессор, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский
медицинский университет» Минздрава России, Нижний
Новгород
hrustalev54@mail.ru

Аннотация. Цель — провести клиническую оценку качества временных ортопедических конструкций, изготовленных с помощью цифровых и традиционных технологий. Пациенты были распределены на три группы в соответствии с методом изготовления временных несъемных протезов — из композитного материала Protemp 4 с применением силиконового ключа, с помощью CAD/CAM системы KaVo ARCTICA из полиметилметакрилата VITA CAD-Temp multicolor и с помощью 3D принтера Asiga Max UV из биологически совместимого материала NextDent C&B MFH. Клиническая оценка провизорных протезов проводилась на основе критериев модифицированного USPHS-теста. Для статистического анализа полученных результатов применяли точный тест Фишера. Статистически значимые отличия ($p < 0,00417$) между традиционным и цифровыми методами изготовления временных ортопедических конструкций при клинической оценке на основе модифицированного USPHS-теста были выявлены для следующих критериев: цветовое соответствие, качество поверхности, необходимость коррекции межкклюзионных взаимоотношений, качество интерпроксимальных контактов. Полученные результаты, позволяют сделать вывод о том, что технологии внутриворотного лазерного сканирования, компьютерного моделирования и автоматизированного производства с помощью фрезерно-шлифовального станка и 3D принтера, позволяют получить временные ортопедические конструкции с плотными межзубными контактными пунктами и заранее выверенными с помощью виртуального артикулятора межкклюзионными взаимоотношениями, что достаточно трудно получить, применяя традиционный метод изготовления провизорных протезов при помощи силиконового ключа. По критерию «Цветовое соответствие» были выявлены статистические различия при сравнении субтрактивного и клинического методов изготовления провизорных искусственных коронок ($p < 0,00139$), но не были выявлены статистические различия при сравнении аддитивного метода с клиническим и субтрактивным методами.

Ключевые слова: цифровые технологии в стоматологии, цифровые оттиски, CAD/CAM, внутриворотной сканер, 3D печать, провизорные искусственные коронки.

Введение

При протезировании несъемными ортопедическими конструкциями обязательным является изготовление временных протезов [6, 8]. На сегодняшний день существуют цифровые и традиционные методы изготовления провизорных конструкций. В клинических условиях врач может изготовить временные протезы из самотвердеющего композиционного материала, применяя методику силиконового ключа, или лабораторным способом из акриловых пластмасс [5]. Цифровые методы создания провизорных протезов основаны на получении виртуальных изображений зубных рядов пациентов с помощью внутриротовых [1], либо лабораторных сканеров, компьютерном моделировании и автоматизированном производстве с помощью субтрактивного [7] либо аддитивного методов [4, 9]. Предыдущие экспериментальные исследования были посвящены изучению размерной точности [2] и качеству внутреннего прилегания временных коронок [1], полученных с помощью цифровых технологий. На данный момент имеется мало данных о сравнительной клинической оценке временных протезов, изготовленных с помощью 3D принтеров, фрезерно-шлифовальных станков и традиционных технологий, что явилось предметом проведения настоящего исследования.

Цель

Провести клиническую оценку качества временных ортопедических конструкций, изготовленных с помощью цифровых и традиционных технологий.

Материалы и методы исследования

В клиническом исследовании участвовали 46 пациента (25 мужчин и 21 женщина) в возрасте от 33 до 68 лет. Пациентам проводилось ортопедическое лечение цельнокерамическими и металлокерамическими несъемными конструкциями.

Критерии включения пациента для участия в исследовании: письменное согласия, необходимость протезирования дефекта твердых тканей зубов и/или частичной потери зубов несъемными протезами. Критерии исключения: возраст моложе 18 лет, периодонтит, бруксизм, беременность и лактация, декомпенсированная стадия хронических заболеваний.

Пациенты были распределены на три группы. Первую группу составили 18 пациентов (8 мужчин и 10 женщин), ортопедическое лечение которым проводилось с применением временных несъемных протезов, изготовленных клиническим методом по технологии силиконового

ключа из самотвердеющего бисакрилатного композиционного материала автоматического замешивания Protemp 4 (3M Espe). Всего в данной группе были получены 41 провизорных протезов.

Вторую группу составили 17 пациентов (11 мужчин и 6 женщин), ортопедическое лечение которым проводилось с применением временных ортопедических конструкций, изготовленных методом фрезерования. Цифровые изображения зубных рядов были получены с помощью внутриротового лазерного сканера iTero Cadent (США). Затем в программном обеспечении DentalCAD2.2 Valletta проводили моделирование временных искусственных коронок. Далее из полиметилметакрилата VITA CAD-Temp multicolor в фрезерно-шлифовальном станке KaVo ARCTICA Engine были изготовлены 42 пластмассовые искусственные коронки.

Третью группу составили 11 пациентов (6 мужчин и 5 женщин), ортопедическое лечение которым проводилось с применением временных ортопедических конструкций, изготовленных методом быстрого прототипирования. Цифровые изображения зубных рядов были получены с помощью внутриротового лазерного сканера iTero Cadent (США). Затем в программном обеспечении DentalCAD2.2 Valletta проводили моделирование временных протезов. Далее с помощью 3D принтера Asiga Max UV были изготовлены временные искусственные коронки из биологически совместимого микронаполненного гибридного материала NextDent C&B MFH. Всего у пациентов данной группы были изготовлены 42 временных искусственных коронки. Распределение пациентов по полу и методу изготовления провизорных коронок представлено в таблице 1.

Фиксация временных ортопедических конструкций пациентам всех групп осуществлялась цементом Relyx Temp NE (3M Espe). Время пользования провизорных протезов составляло 30 дней.

Клиническая оценка провизорных протезов проводилась на основе критериев модифицированного USPHS-теста [10–12]. Методика заключается в оценке определенных клинических параметров и проведении клинических тестов. Оценка состояния маргинальной десны мы проводили с помощью определения ассоциированного пародонтального индекса [3]. Исследование проводится с помощью стоматологического смотрового набора без использования специальных реактивов и аппаратуры. У каждого пациента изучали состояние пародонта у 10 зубов верхней и нижней челюсти, в том числе покрытых провизорными протезами, учитывая воспаление десны и кровоточивость при зондировании, глубину пародонтального кармана, подвижность зубов, рецессию десны (табл. 2).

Таблица 1. Распределение пациентов по полу и методу изготовления провизорных коронок

Метод изготовления провизорных коронок	Количество протезов	Пол	
		Муж.	Жен.
Клинический метод по силиконовому ключу	41	8	10
Субтрактивный метод	42	11	6
Аддитивный метод	42	6	5

Таблица 2. Критерии оценки ассоциированного пародонтального индекса
(Жулев Е. Н., Архангельская Е. А., 2020)

Параметр	Критерии оценки
А — воспаление десны	0 — воспаление отсутствует
	1 — воспаление десневого сосочка
	2 — воспаление десневого сосочка с частью маргинальной десны
	3 — воспаление всей маргинальной десны, включая десневой сосочек
	4 — воспаление альвеолярной десны
Б — кровоточивость при зондировании десневой борозды	0 — отсутствует
	1 — кровоточивость десневого сосочка
	2 — тонкая кровяная линия у края десны
	3 — обильно заполненная кровью десневая борозда
	4 — профузное кровотечение
В — пародонтальный карман	0 — глубина до 2 мм
	1 — глубина 3 мм
	2 — глубина 4 мм
	3 — глубина более 4 мм
Г — подвижность зубов	0 — отсутствует
	1 — подвижность в пределах 1 мм в вестибуло-оральном направлении, не ощущаемая больным;
	3 — подвижность 1–2 мм, ощущаемая больным
	5 — подвижность 2–3 мм, ощущаемая больным
	7 — подвижность более 3 мм, сопровождающаяся болезненными ощущениями.
Д — рецессия десны (расстояние от края десны до эмалево-цементной границы)	0 — отсутствие рецессии
	1 — рецессия в пределах 1–2 мм в области межзубных сосочков
	2 — равномерная рецессия десны в пределах 1–2 мм от эмалево-цементной границы
	3 — рецессия более 2 мм в средней части десны
	4 — рецессия более 3 мм по всему периметру корня зуба

Расчет проводили по формуле: Сумма баллов у каждого зуба/10 где 10 — число обследованных зубов.

Оценка результатов: 0,1–6,0 баллов — легкая степень тяжести заболевания пародонта; 6,1–10,0 баллов — средняя степень тяжести заболевания пародонта; 10,1–21,0 баллов — тяжелая степень тяжести заболевания пародонта. Ассоциированный пародонтальный индекс рассчитывали в день фиксации провизорного протеза и через 30 дней.

Качество интерпроксимальных контактов временных искусственных коронок проверялось путем опроса пациентов по поводу попадания пищи между изготовленным провизорным протезом и соседними зубами. Цвет прови-

зорных искусственных коронок определяли в соответствии с шкалой Vita Classical A1-D4 (VITA Zahnfabrik, Германия).

Оценка результатов проводилась через 1 месяц после фиксации временных протезов. Для статистического анализа полученных результатов применяли точный тест Фишера. В данном исследовании при первичном сравнении трех групп нулевая гипотеза отвергается на уровне статистической значимости $p < 0,00417$. При расчете критического уровня значимости была введена поправка Бонферрони для учета множественных сравнений: $0,00417 = 0,05 / 12$, где 0,05 — общепринятое значение критического уровня значимости для одинарного сравнения в медико-биологических исследованиях, а 12 — число сравнений.

Таблица 3. Результаты клинической оценки качества временных ортопедических конструкций, изготовленных с помощью цифровых и традиционных технологий

№№	Критерии модифицированного USPHS-теста		Результаты клинической оценки временных конструкций, изготовленных различными методами			p	
			По силиконовому ключу	Субтрактивный метод	Аддитивный метод		
1	Аллергические реакции	A	Отсутствие аллергических реакций	41	42	42	1
		B	Наличие аллергических реакций	0	0	0	
2	Краевая адаптация (прилегание протеза в пришеечной части зуба оценивается с помощью зонда)	A	Плотное прилегание, зонд не застревает	31	38	37	0,131
		B	Край коронки ощущается зондом, клинически приемлемо	10	4	5	
		C	Ощутимый и визуально заметный зазор, клинически неприемлемо		0	0	
3	Состояние десневого края в день фиксации протеза	A	Нет заболеваний пародонта	16	7	10	0,0683
		B	Легкая степень тяжести	25	35	32	
		C	Средняя степень тяжести	0	0	0	
		D	Тяжелая степень тяжести	0	0	0	
4	Состояние десневого края через 30 дней	A	Нет заболеваний пародонта	15	9	2	0,326
		B	Легкая степень тяжести	26	33	30	
		C	Средняя степень тяжести	0	0	0	
		D	Тяжелая степень тяжести	0	0	0	
5	Цветовое соответствие*	A	Цвет конструкции не отличается от исходного	32	42	38	0,00138
		B	Цвет конструкции отличается от исходного	9	0	4	
6	Качество поверхности* (визуально после предварительного высушивания поверхности воздухом)	A	Поверхность гладкая, блестящая, схожа с эмалью	25	42	39	0,000000348
		B	Поверхность слегка матовая, не блестит, имеет шероховатости, устраняемые полировкой	16	0	3	
		C	Неприемлемая шероховатость поверхности	0	0	0	
7	Наличие сколов, трещин, дефектов поверхности (визуально и инструментально зондом после предварительного высушивания воздухом)	A	Отсутствие	34	37	36	0,774
		B	Наличие	7	5	6	

Таблица 3 (продолжение). Результаты клинической оценки качества временных ортопедических конструкций, изготовленных с помощью цифровых и традиционных технологий

№№	Критерии модифицированного USPHS-теста		Результаты клинической оценки временных конструкций, изготовленных различными методами			p	
			По силиконовому ключу	Субтрактивный метод	Аддитивный метод		
8	Ретенция протеза	A	Отсутствие случаев расцементировки	36	38	37	0,94
		B	Расцементировка или подвижность протеза	5	4	5	
9	Необходимость коррекции межокклюзионных взаимоотношений*	A	Отсутствие	8	32	33	0,00000000375
		B	Наличие	33	10	9	
10	Перелом протеза	A	Отсутствие	36	40	38	0,458
		B	Наличие	5	2	4	
11	Качество интерпроксимальных контактов*	A	Плотный контакт	25	39	39	0,000156
		B	Отсутствие контакта, клинически неприемлемо	0	0	0	
		C	Слабый контакт	16	3	3	
12	Субъективные ощущения пациента (опрос)	A	Отсутствие дискомфортных явлений, быстрое привыкание	35	38	39	0,626
		B	Наличие легкого дискомфорта, ощущения непривычности	5	4	3	
		C	Непреодолимый дискомфорт	1	0	0	

Примечание «*» — различия статистически значимы по точному тесту Фишера на уровне $p < 0,00417$.

Таблица 4. Результаты попарного сравнения методов изготовления временных искусственных коронок по критерию «Цветовое соответствие»

Попарное сравнение групп	p
Клинический метод — Субтрактивный метод	0,00107*
Клинический метод — Аддитивный метод	0,141
Субтрактивный метод — Аддитивный метод	0,116

Примечание «*» — различия статистически значимы по точному тесту Фишера на уровне $p < 0,00139$.

В случае обнаружения статистически значимых различий между тремя группами, далее проводилось попарное сравнение групп. При этом вводилась дополнительная поправка Бонферрони и критический уровень значимости рассчитывался как $0,00139 = 0,00417 / 3$, где 3 — число попарных сравнений для трех групп.

Результаты и обсуждение

Результаты клинической оценки качества временных ортопедических конструкций, изготовленных с помо-

щью цифровых и традиционных технологий, представлены в таблице 3.

В ходе проведения исследования не было выявлено случаев возникновения аллергических реакций. Плотное краевое прилегание временных несъемных протезов, изготовленных клиническим методом по силиконовому ключу, было выявлено в 75,6% случаев, изготовленных в CAD/CAM системе KaVo ARCTICA в 90,5% и с помощью 3D принтера Asiga Max UV в 88,1%. Значения ассоциированного пародонтального индекса

Таблица 5. Результаты попарного сравнения методов изготовления временных искусственных коронок по критерию «Качество поверхности»

Попарное сравнение групп	p
Клинический метод — Субтрактивный метод	0,00000199*
Клинический метод — Аддитивный метод	0,000605*
Субтрактивный метод — Аддитивный метод	0,241

Примечание «*» — различия статистически значимы по точному тесту Фишера на уровне $p < 0,00139$.

Таблица 6. Результаты попарного сравнения методов изготовления временных искусственных коронок по критерию «Необходимость коррекции межжюккюзионных взаимоотношений»

Попарное сравнение групп	p
Клинический метод — Субтрактивный метод	0,000000244*
Клинический метод — Аддитивный метод	0,0000000682*
Субтрактивный метод — Аддитивный метод	1

Примечание «*» — различия статистически значимы по точному тесту Фишера на уровне $p < 0,00139$.

Таблица 7. Результаты попарного сравнения методов изготовления временных искусственных коронок по критерию «Качество интерпроксимальных контактов»

Попарное сравнение групп	p
Клинический метод — Субтрактивный метод	0,000605*
Клинический метод — Аддитивный метод	0,000605*
Субтрактивный метод — Аддитивный метод	1

Примечание «*» — различия статистически значимы по точному тесту Фишера на уровне $p < 0,00139$.

во всех группах в большинстве случаев соответствовало легкой степени тяжести заболевания пародонта. Цветовая стабильность провизорных конструкций отличалась в зависимости от метода их изготовления. В таблице 4 приведены результаты попарного сравнения методов изготовления временных искусственных коронок по критерию «Цветовое соответствие».

Провизорные протезы, изготовленные цифровыми методами, имели лучшее качество поверхности, по сравнению с временными конструкциями, полученными традиционным методом. В таблице 5 приведены результаты попарного сравнения методов изготовления временных искусственных коронок по критерию «Качество поверхности».

Наличие сколов, трещин и переломов временных протезов во всех группах составило менее 18%. Отсутствие случаев расцементирования провизорных конструкций во всех группах составило более 85%. Необходимость коррекции межжюккюзионных взаимоотношений временных несъемных протезов встречалась реже при применении цифровых методов. В таблице 6 приведены результаты попарного сравнения методов изготовления временных искусственных коронок по критерию «Необходимость коррекции межжюккюзионных взаимоотношений».

Временные протезы, изготовленные цифровыми методами, имели лучшее качество интерпроксимальных контактов, по сравнению с временными конструкциями, полученными традиционным методом. В таблице 7 приведены результаты попарного сравнения методов изготовления временных искусственных коронок по критерию «Качество интерпроксимальных контактов».

Наличие легкого дискомфорта, ощущения непривычности после фиксации временных протезов во всех группах составило менее 13%.

Полученные результаты, позволяют сделать вывод о том, что технологии внутривитового лазерного сканирования, компьютерного моделирования и автоматизированного производства с помощью фрезерно-шлифовального станка и 3D принтера, позволяют получить временные ортопедические конструкции с плотными межзубными контактными пунктами и заранее выверенными с помощью виртуального артикулятора межжюккюзионными взаимоотношениями, что достаточно трудно получить, применяя традиционный метод изготовления провизорных протезов при помощи силиконового ключа. Полученные нами результаты подтвердили данные Waldecker M., et al. [13], которые пришли к выводу о том,

что несъемные протезы, изготовленные с помощью 3D принтера, по цифровым изображениям зубных рядов, полученным внутриворотным сканером, нуждались в незначительной окклюзионной коррекции.

По критерию «Цветовое соответствие» были выявлены статистические различия при сравнении субтрактивного и клинического методов изготовления временных искусственных коронок ($p < 0,00139$), но не были выявлены статистические различия при сравнении аддитивного метода с клиническим и субтрактивным методами.

Заключение

Статистически значимые отличия ($p < 0,00417$) между традиционным и цифровыми методами изготовления временных ортопедических конструкций при клинической оценке на основе модифицированного USPHS-теста были выявлены для следующих критериев:

1. цветовое соответствие;
2. качество поверхности;
3. необходимость коррекции межокклюзионных взаимоотношений;
4. качество интерпроксимальных контактов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жулев Е.Н., Вокулова Ю. А. Изучение размерной точности внутреннего прилегания искусственных коронок к культе опорного зуба и цифровых оттисков в эксперименте. Кубанский научный медицинский вестник. — 2016; 6 (161): 58–62. DOI.org/10.25207/1608–6228–2016–6–58–62.
2. Жулев Е.Н., Вокулова, Ю. А. Изучение размерной точности искусственных коронок, изготовленных с помощью CAD/CAM системы и 3D принтера. Znanstvena misel. — 2020; 2 (40): 20–25.
3. Жулев Е.Н., Архангельская Е. А. Способ оценки состояния тканей пародонта. — Патент RU на изобретение № 2722445, действ. с 01.06.2020.
4. Карякин Н.Н., Горбатов Р. О. 3D-печать в медицине. — М.: ГЭОТАР-Медиа: 2019. — С. 194–221.
5. Лебедеко И.Ю., Арутюнов С. Д., Ряховский. Ортопедическая стоматология: национальное руководство. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. — С. 158.
6. Розенштиль С.Ф., Лэнд М. Р., Фуджимото Ю. Ортопедическое лечение несъемными протезами. Пер. с англ.; под общ. ред. проф. Лебедеко И. Ю. — М.: Рид Элсивер, — 2010. — С. 395–429.
7. Ряховский, А. Н. Цифровая стоматология. — М.: ООО «Авантис», — 2010. — С. 106–112.
8. Смит Б., Хоу Л. Коронки и мостовидные протезы в ортопедической стоматологии. Пер. с англ.; под общ. ред. Е. Ю. Новикова. — М.: МЕДпресс-информ, — 2010, — С. 140–141.
9. Шустова В.А., Шустов М. А. Применение 3D-технологий в ортопедической стоматологии. — СПб: СпецЛит, — 2016. — С. 8–44.
10. Barnes D.M., Blank L. W., Clive Gingell J., Gilner P. P. A clinical evaluation of a resin-modified glass ionomer restorative material. — J. Amer. Dent. Assoc. — 1995; 126: 1245–1253. DOI: 10.14219/jada.archive.1995.0359.
11. Haselton D.R., Diaz-Arnold A.M., Hillis S. L. Clinical assessment of high-strength all-ceramic crowns. — Prosthet. Dent. — 2000; 83(4): 396. DOI: 10.1016/S0022–3913 (00) 70033–3.
12. Koch M.J., Garcia-Godoy F. The clinical performance of laboratory fabricated crowns placed on first permanent molars with developmental defects. — J. Amer. Dent. Assoc. — 2000; 131:1285–1290. DOI: 10.14219/jada.archive.2000.0382.
13. Waldecker M., Leckel M., Rammelsberg P., Bömicke W. Fully digital fabrication of an occlusal device using an intraoral scanner and 3D printing: A dental technique // The Journal of prosthetic dentistry. — 2019. — V. 121. — № . 4. — P. 576–580.

ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ, ПОСЕЩАЮЩИХ ДЕТСКИЕ ДОШКОЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УЧРЕЖДЕНИЯ

DYNAMICS OF THE HEALTH STATUS OF CHILDREN ATTENDING PRESCHOOL INSTITUTIONS

**G. Katsova
N. Maleeva**

Summary. The article presents the results of a comparative analysis of the health status of children attending preschool educational institutions in Orenburg for 2011 and 2019. The study of the physical development of the subjects showed an increase in the number of overweight children and a decrease in the number of underweight children in 2019 compared to 2011. Pathology of the cardiovascular, respiratory and digestive systems was the most frequent among the examined children. Differences in the structure of morbidity in children 3–4 and 5–7 years old in the studied periods were established. A comparative analysis of the resistance of the examined children showed an increase in the number of children with low resistance in the 2019 study. A comparative analysis of the distribution of children by health groups in 2011 and 2019 did not reveal significant differences.

Keywords: children, preschool educational institutions, a state of health.

Одной из важнейших задач любого государства является сохранение и укрепление здоровья населения. Государство проводит ряд мер по решению этой проблемы [5]. Особое значение придается устранению и снижению уровня неблагоприятных экологических факторов, пропаганде здорового образа жизни и правильному питанию среди населения [1]. Важным фактором сохранения здоровья является и повышение качества, и своевременность оказания квалифицированной медицинской помощи. Актуальность приобретают проблемы сохранения здоровья детей и гармоничное воспитание в раннем детском возрасте, когда дети наиболее восприимчивы к освоению основополагающих принципов формирования здорового образа жизни [2]. В тоже время детская часть населения в силу возрастных анатомо-физиологических особенностей и несовершенства механизмов адаптации весьма чувствительна к влиянию факторов окружающей среды [3]. Не вызывает сомнения, что решающим в формировании физического и психического развития, его гармоничности является младший и дошкольный возраст ребенка [4].

Кацова Галина Борисовна

*К.м.н., доцент, ГОУ ВПО «Оренбургский
государственный медицинский университет»
kazovagalina@yandex.ru*

Малеева Нина Петровна

*К.м.н., доцент, ГОУ ВПО «Оренбургский
государственный медицинский университет»*

Аннотация. В статье представлены результаты сравнительного анализа состояния здоровья детей, посещающих детские дошкольные образовательные учреждения г. Оренбурга за 2011 и 2019 годы. Изучение физического развития обследуемых показало увеличение числа детей с избыточной массой тела и уменьшение с дефицитом массы тела в 2019 году по сравнению с 2011 годом. Наиболее часто среди обследованных детей встречалась патология сердечно-сосудистой, дыхательной систем и системы пищеварения. Установлены различия в структуре заболеваемости детей 3–4 и 5–7 лет в изучаемые периоды. Сравнительный анализ резистентности обследуемых детей показал увеличение количества детей с низкой резистентностью в исследовании 2019 года. Проведенный сравнительный анализ распределения детей по группам здоровья в 2011 и 2019 годах значимых различий не выявил.

Ключевые слова: состояние здоровья, дети, детские дошкольные образовательные учреждения.

Цель исследования

Изучить динамику состояния здоровья детей, посещающих детские дошкольные образовательные учреждения, в катамнезе (2011–2019 годы).

Материалы и методы исследования

Состояние здоровья и физическое развитие детей изучалось по данным ф. 112/у «История развития ребенка» и ф. 026/у «Медицинская карта ребенка для образовательных учреждений дошкольного образования».

В обследование были включены 96 детей от 3 до 7 лет, посещающих детские дошкольные образовательные учреждения (ДОУ), проживающих в г. Оренбурге и не имеющих на момент осмотра признаков острых заболеваний. В процессе исследования у детей оценивались уровень и гармоничность физического развития, уровень нервно-психического развития, изучалась заболеваемость детей различных возрастных групп, степень резистентности организма и распределение обследуемых по группам здоровья.



Рис. 1. Средние показатели физического развития детей 3–7 лет (2019 год)

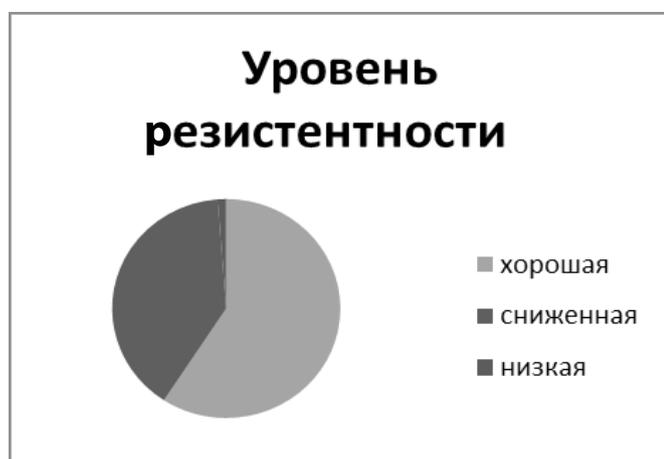


Рис. 2. Сравнительный уровень резистентности у детей (2019 и 2011 годы)

Полученные в исследовании 2019 года данные сравнивались с показателями исследований, проводимых в 2011 году.

Результаты исследования

По результатам проведенного исследования, 72,4% детей имели средние показатели физического развития. Дети с дефицитом массы тела составляли 6,3% обследованных (9,3% в 2011 году), у 10,5% этой группы длина тела соответствовала нормальным показателям (6,5% в 2011 году).

Дети с избыточной массой тела составляли 10,8% при 4,3% обследованных в 2011 году.

В результате обследования выявлено, что 4,8% детей имели низкую длину тела, а 4,2% длину тела, превышающую нормальные показатели (рис. 1).

Изучение нервно-психического развития показало, что первой группе оно соответствовало у 91,7% детей в возрасте 3 лет. Отставание нервно-психического развития на 1–2 эпикризных срока имели 5,2% обследованных.

В возрасте 4–7 лет отставание эмоционального и психомоторного развития имели 12,3% детей (10,9% в 2011 году).

Степень резистентности оценивалась по количеству эпизодов острых инфекционных заболеваний в течение одного года. Хорошая резистентность организма (до 3 эпизодов в год) выявлена у 59,2%, сниженная резистентность организма (4–5 эпизодов в год) у 39,6% и низкая резистентность (6 и более эпизодов в год) у 1,2% обследованных (64,3%; 34,9%; 0,8% соответственно в 2011 году) (рис. 2).

При изучении заболеваемости детей, посещающих ДОО, наиболее часто встречались болезни органов кро-

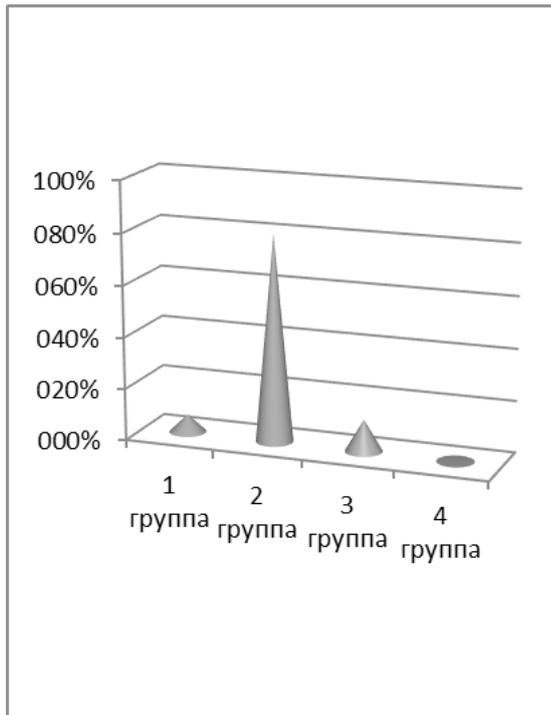


Рис. 3. Распределение детей по группам здоровья (2011 год)

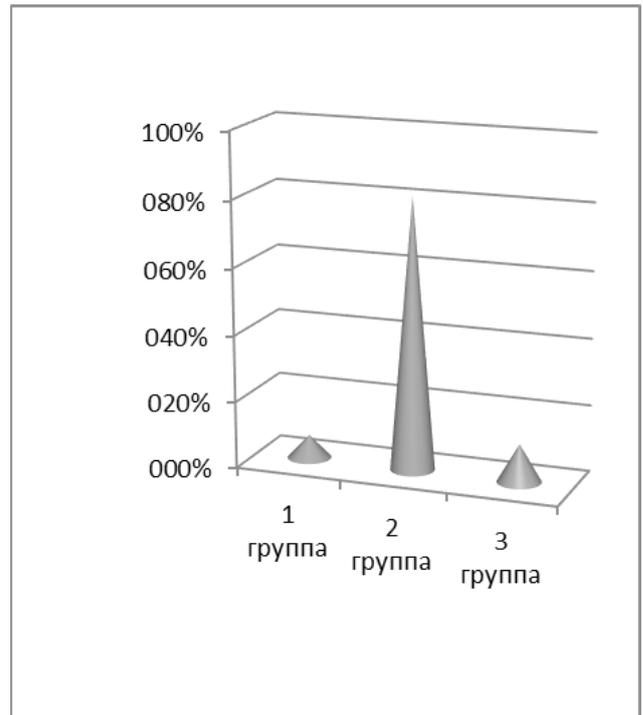


Рис. 4. Распределение детей по группам здоровья (2019 год)

вообращения, пищеварения и системы дыхания. Отмечена зависимость заболеваний от возраста ребенка. Для детей 3–4 лет более характерными были болезни органов дыхания (22,8% — 23,5% при 13% — 15% в 2011 году). Болезни органов пищеварения в этом возрасте встречались у 15,2% — 18,6% детей (при 26,7% — 28,2% в 2011 году).

В возрасте 5–7 лет заболевания органов пищеварения диагностированы у 42,6% — 44,7% детей при 46,8% — 49,9% детей в 2011 году, а органов дыхания у 15% — 18% детей при 18,6% — 22,9% в 2011 году.

Среди заболеваний пищеварительной системы наиболее часто встречались кариес и дисфункция желчевыделительной системы.

Морфофункциональные изменения системы дыхания чаще проявляются в виде гипертрофии миндалин и аденоидов II степени, аллергического риносинусита, реже рецидивирующие острые респираторные заболевания.

Заболевания системы кровообращения у детей дошкольного возраста встречались с одинаковой частотой — 22,8–36%. Со стороны сердечно-сосудистой системы преобладали ЭЖ-синдромы и малые аномалии сердца.

У детей младшего и дошкольного возраста заболевания эндокринной, нервной, костно-мышечной систем, болезни глаз и его придаточного аппарата, врожденные аномалии, психические заболевания и расстройства поведения встречались значительно реже (10,8%, 7,8%, 5,7%, 4,4%, 1,9% соответственно). Значимых различий с их встречаемостью в 2011 году не выявлено.

По результатам комплексной оценки состояния здоровья детей, посещающих ДОО, к первой группе здоровья были отнесены 6,9%, ко второй группе — 81,7%, к третьей — 11,4% обследуемых. Детей с четвертой и пятой группами здоровья, посещающих детские образовательные учреждения, не выявлено (рис. 3, 4)

Среди детей третьей группы здоровья чаще встречались дети с плоскостопием — 22,5%, сколиозом II степени — 5,2%, гиперметропией средней и высокой степени — 20,1%, атопическим дерматитом — 16,3%, хроническим гастритом — 3,3%, хроническим тонзиллитом — 12,8% (при 21,9%; 4,7%; 17,1%; 14,1%; 4,7%; 10,9% соответственно в 2011 году). Как правило, у детей, отнесенных к третьей группе здоровья, выявлено только одно хроническое заболевание, что совпадало с данными исследований 2011 года (86,9% при 87,3% в 2011 году).

Первая группа здоровья чаще встречалась у детей в возрасте 3 лет (19,7% при 17,0% в 2011 году). Затем с воз-

растом их количество уменьшалось и с 5 лет оставалось относительно стабильным, составляя не более 7,2–8,0%. Это может быть связано с тем, что до 3 лет основная группа детей не посещает детские образовательные учреждения и имеет небольшое количество контактов с больными сверстниками. Таким образом, к поступлению в школу у 92% детей выявлялись отклонения здоровья или факторы риска его нарушения различной степени.

Обсуждение результатов и выводы

Анализ результатов проведенного исследования показал, что:

1. за последние 8 лет на 6,5% увеличилось количество детей с избыточной массой тела в возрасте 3–7 лет, посещающих детские дошкольные образовательные учреждения;
2. количество детей с дефицитом массы тела сократилось на 3,0%;
3. снизилось количество детей с хорошей резистентностью организма, при этом достоверно увеличился контингент детей, имеющих низкую резистентность организма;
4. Изменилась структура заболеваемости у детей в различных возрастных группах за счет преваляирования болезней органов дыхания у детей

3–4 лет и болезней системы пищеварения в возрасте 5–7 лет;

5. достоверных различий заболеваний сердечно-сосудистой, эндокринной, костно-мышечной, нервной систем организма, а также болезней глаз и его придаточного аппарата, врожденных аномалий не выявлено;
6. распределение детей по группам здоровья достоверных различий по сравнению с 2011 годом не имело.

Таким образом, полученные результаты показали, что наиболее значимые изменения состояния здоровья детей 3–7 лет, посещающих детские дошкольные учреждения, выявлены в отношении повышения массы тела и снижения резистентности организма. Последнее требует более детального изучения, так как с этим возможно связано увеличение количества детей с патологией дыхательной системы. Увеличение количества детей с избыточной массой тела в младшем и дошкольном возрасте в дальнейшем может привести к развитию эндокринной патологии, что обуславливает необходимость усиления контроля за питанием детей и расширения методов просветительской работы с родителями по вопросам правильного питания и стимуляции двигательной активности ребенка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егорова М.С., Ханбикова Э.Р., Пичугина Н.Н. Динамическая оценка групп здоровья детей, посещающих дошкольные образовательные учреждения. // Международный студенческий научный вестник. — 2018. - № 6. С. 21–23
2. Перепелкина Н.Ю., Павловская О.Г., Кузьмин С.А. Динамика основных показателей здоровья детей и подростков в Оренбургской области. // Общественное здоровье и здравоохранение. — 2008. - № 4. С. 8–12
3. Колесников Л.И., Долгих В.В., Рычков Л.В. и др. Особенности формирования здоровья детей, проживающих в промышленных центрах. // Бюллетень Сибирского отделения РАМН. — 2008. - № 4. С. 72–76
4. Мурзина Ю.М., Кацова Г.Б. Состояние здоровья детей, посещающих детские дошкольные образовательные учреждения г. Оренбурга (по результатам профилактических медицинских осмотров). // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. — 2009. - № 4. С. 28–31
5. Баширова Г.И., Малиевский В.А. Состояние здоровья детей 5–7-летнего возраста, посещающих дошкольные образовательные учреждения. // Российский педиатрический журнал. — 2014. — № 3. С. 18–20

© Кацова Галина Борисовна (kazovagalina@yandex.ru), Малеева Нина Петровна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

SARS-COV-2 НЕЙТРАЛИЗУЮЩЕЕ АНТИТЕЛО LY-COV555 У АМБУЛАТОРНЫХ ПАЦИЕНТОВ С COVID-19

Комолдинов Ойбек Равшанбек угли
Дальневосточный федеральный университет
great597@mail.ru

SARS-COV-2 NEUTRALIZING ANTIBODY LY-COV555 IN OUTPATIENTS WITH COVID-19

O. Komoldinov

Summary. Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) causes coronavirus disease 2019 (Covid-19), which is most frequently mild yet can be severe and lifethreatening. Virus-neutralizing monoclonal antibodies are predicted to reduce viral load, ameliorate symptoms, and prevent hospitalization.

Methods. In this ongoing phase 2 trial involving outpatients with recently diagnosed mild or moderate Covid-19, we randomly assigned 452 patients to receive a single intravenous infusion of neutralizing antibody LY-CoV555 in one of three doses (700 mg, 2800 mg, or 7000 mg) or placebo and evaluated the quantitative virologic end points and clinical outcomes. The primary outcome was the change from baseline in the viral load at day 11.

Results. At the time of the interim analysis, the observed mean decrease from baseline in the log viral load for the entire population was -3.81 , for an elimination of more than 99.97% of viral RNA. For patients who received the 2800-mg dose of LY-CoV555, the difference from placebo in the decrease from baseline was lower by a factor of 3.4. Smaller differences from placebo in the change from baseline were observed among the patients who received the 700-mg dose or the 7000-mg dose. On days 2 to 6, the patients who received LY-CoV555 had a slightly lower severity of symptoms than those who received placebo. The percentage of patients who had a Covid-19-related hospitalization or visit to an emergency department was 1.6% in the LY-CoV555 group and 6.3% in the placebo group.

Conclusions. In this interim analysis of a phase 2 trial, one of three doses of neutralizing antibody LY-CoV555 appeared to accelerate the natural decline in viral load over time, whereas the other doses had not by day 11.

Keywords: SARS-CoV-2 Neutralizing Antibody LY-CoV555, Covid — 19, monoclonal antibodies.

Аннотация. Тяжелый острый респираторный синдром CoV — 2 (SARS-CoV-2) вызывает коронавирусную болезнь 2019 года (Covid-19), которая чаще всего протекает в легкой форме, но может быть тяжелой и опасной для жизни. Предполагается, что вируснейтрализующие моноклональные антитела снижают вирусную нагрузку, улучшают симптомы и предотвращают госпитализацию.

Методы. В этом продолжающемся исследовании фазы 2 с участием амбулаторных пациентов с недавно диагностированным легким или умеренным Covid-19 было случайным образом назначено 452 пациентам для однократной внутривенной инфузии нейтрализующие антитела LY-CoV555 в одной из трех доз (700 мг, 2800 мг или 7000 мг) или плацебо и были оценены количественные вирусологические конечные точки и клинические исходы. Первичным исходом было изменение вирусной нагрузки по сравнению с исходным уровнем на 11-й день.

Результаты. На момент промежуточного анализа наблюдалось среднее снижение логарифмической вирусной нагрузки по сравнению с исходным уровнем при элиминации более 99,97% вирусной РНК. Для пациентов, получавших дозу LY-CoV555 в дозе 2800 мг, разница с плацебо была ниже в 3,4 раза. Незначительные различия с плацебо в изменении от исходного уровня наблюдались среди пациентов, получавших дозу 700 мг или дозу 7000 мг. На 2–6-й день пациенты, получавшие LY-CoV555, имели несколько меньшую выраженность симптомов, чем те, кто получал плацебо. Процент пациентов, у которых была госпитализация, связанная с Covid-19, или посещение отделения неотложной помощи, составил 1,6% в группе LY-CoV555 и 6,3% в группе плацебо.

Выводы. В этом промежуточном анализе исследования фазы 2 одна из трех доз нейтрализующего антитела LY-CoV555, по-видимому, ускоряла естественное снижение вирусной нагрузки с течением времени, в то время как другие дозы не имели этого к 11-му дню.

Ключевые слова: SARS-CoV-2 нейтрализующее антитело LY-CoV555, Covid-19, моноклональные антитела.

Введение

Коронавирусная болезнь 2019 года (Covid-19) возникла в конце 2019 года и быстро распространилась, что привело к глобальной пандемии. Инфицированные люди могут иметь широкий диапазон тяжести заболевания, причем у многих пациентов заболевание протекает в легкой или даже бессимптомной форме. Однако по неизвестным причинам до 10% бессимптомных и легких инфекций приводят к более тяжелым исходам, включая респираторный дистресс синдром, требующий госпитализации [1]. Хотя были описаны факторы риска более тяжелых исходов (включая пожилой возраст, ожирение, гипертонию и сопутствующие хронические заболевания) [2–3], связь между вирусной нагрузкой и исходами ранее не проверялась в лонгитюдном исследовании. Было изучено несколько вариантов лечения госпитализированных пациентов с Covid-19 (например, противомаларийные препараты, противовирусные препараты, иммуномодуляторы, глюкокортикоиды и реконвалесцентная плазма) с различными результатами [4–13]. Однако не было проведено крупных рандомизированных контролируемых исследований таргетных методов лечения, специфичных для тяжелого острого респираторного синдрома коронавируса 2 (SARS-CoV-2) и направленных на ослабление прогрессирования заболевания у пациентов с ранними стадиями заболевания. Доклинические исследования нейтрализующих антител для лечения инфекции SARS-CoV-2 на нескольких моделях животных показали многообещающие результаты с заметным снижением вирусной нагрузки в верхних и нижних дыхательных путях. SARS-CoV-2 проникает в клетки через связывание своего спайкового белка с рецепторами ангиотензинпревращающего фермента 2 на клетках-мишенях. LY-CoV555 (также известный как LY3819253), мощное антиспайковое нейтрализующее моноклональное антитело, которое связывается с высоким сродством к рецепторсвязывающему домену SARS-CoV-2, было получено из реконвалесцентной плазмы, полученной от пациента с Covid-19 [14]. Антитело было разработано Эли Лилли после его открытия исследователями из AbCellera и в Исследовательском центре вакцин Национального института аллергии и инфекционных заболеваний. Ранее сообщалось об открытии LY-CoV555 и его пассивной защите от SARS-CoV-2 у нечеловеческих приматов [15].

Здесь будут приведены промежуточные результаты исследования блокировки вирусного прикрепления и проникновения клеток с помощью нейтрализующих антител SARS-CoV-2 (BLAZE-1), продолжающегося исследования фазы 2 для оценки эффективности и безопасности LY-CoV555 у пациентов с недавно диагностированным легким или умеренным Covid-19 в амбулаторных

условиях. Было изучено влияние нейтрализующего антитела на вирусную нагрузку, оценку симптомов и клинические исходы, а также сообщено о наблюдаемой связи между устойчиво высокой вирусной нагрузкой и тяжестью заболевания

Методы

В этом рандомизированном двойном слепом плацебо-контролируемом однократном исследовании, проведенном в 41 центре США, все пациенты имели положительные результаты тестирования на SARS-CoV-2 и имели один или несколько легких, или умеренных симптомов. Исследователи изучили симптомы, факторы риска и другие критерии включения и исключения перед зачислением. Каждый пациент получал однократную внутривенную инфузию LY-CoV555 или монотерапию плацебо в течение примерно 1 часа. Хотя исследование содержит дополнительные группы лечения, здесь мы сосредоточимся на промежуточном анализе результатов только четырех из этих групп: LY-CoV555 в дозах 700 мг, 2800 мг и 7000 мг и плацебо. Предварительно запланированный промежуточный анализ был запущен 5 сентября 2020 года, когда последний пациент, который был рандомизирован для получения LY-CoV555, достиг 11-го дня. Анализ включает в себя все данные о вирусологических особенностях и симптомах, которые были доступны на момент блокировки базы данных. Дозы LY-CoV555, которые были оценены в этом исследовании, были основаны на фармакологическом моделировании, которое предсказывало, что доза 700 мг будет эффективной. Учитывая серьезность пандемии, дозы, которые были введены в этом испытании, были увеличены до 10 раз по сравнению с прогнозируемой эффективной дозой, чтобы обеспечить адекватный целевой охват. Использование этих доз было подкреплено данными о безопасности исследования фазы 1 LY-CoV555 с участием госпитализированных пациентов. Уровни доз были фиксированы, либо плацебо вводили в течение 3 дней после положительных результатов тестирования SARS-CoV-2.

Результаты

Первичным исходом было изменение от исходного уровня вирусной нагрузки SARS-CoV-2 на 11-й день (± 4 дня) после положительных результатов тестирования. Данные о вирусологических особенностях и симптомах были собраны до 29-го дня этого исследования. Вирусную нагрузку измеряли с помощью мазка из носоглотки, за которым следовал количественный анализ реверс-транскриптазно-полимеразной цепной реакции (от-ПЦР) в центральной лаборатории. Ключевыми вторичными исходами были оценка безопасности, бремя симптомов, сообщенное пациентом в анкете, и клини-

ческие исходы. Основным клиническим исходом была определена госпитализация в стационар, связанная с Covid-19, посещение отделения неотложной помощи или смерть.

Статистический анализ

Чтобы определить размер выборки, была использована динамическая модель для моделирования вирусной нагрузки с течением времени у пациентов, получавших LY-CoV555 или плацебо. Эта моделируемая популяция была использована для оценки статистической мощности и сравнения изменений вирусной нагрузки по сравнению с исходным уровнем. Все пациенты, прошедшие рандомизацию и получавшие либо LY-CoV555, либо плацебо, были включены в первичный анализ, если их показатели вирусной нагрузки были доступны как на исходном уровне, так и по крайней мере один раз после исходного уровня. Лечебные эффекты сравнивали с использованием двухсторонних тестов с уровнем Альфа 0,05. Корректировки для многократного тестирования не проводились. Тестирование значимости первичного результата проводилось с использованием анализа повторных мер в виде смешанной модели.

Первичный результат

К 11-му дню у большинства пациентов наблюдалась существенная тенденция к вирусному клиренсу, в том числе в группе плацебо. Наблюдаемое среднее снижение по сравнению с исходным уровнем логарифмической вирусной нагрузки для всей популяции составило $-3,81$ (исходное среднее значение $-6,36$; среднее значение на 11-й день $-2,56$); это значение соответствовало снижению более чем в 4300 раз бремени SARS-CoV-2 при элиминации более 99,97% вирусной РНК. Для пациентов, получавших 2800 мг дозы LY-CoV555, отличие от плацебо заключалось в снижении с основание составила $-0,53$ (95% доверительный интервал [Ди], от $-0,98$ до $-0,08$; $P=0,02$), при более низкой вирусной нагрузке в 3,4 раза. Однако меньшие различия по сравнению с плацебо в снижении от исходного уровня наблюдались среди пациентов, получавших дозу 700 мг ($-0,20$; 95% Ди от $-0,66$ до $0,25$; $P=0,38$) и дозу 7000 мг ($0,09$; 95% Ди от $-0,37$ до $0,55$; $P=0,70$).

Вторичные вирусные итоги

На 3-й день среди пациентов, получавших дозу LY-CoV555 в дозе 2800 мг, наблюдаемое отличие от плацебо в снижении от исходного уровня средней логарифмической вирусной нагрузки составило $-0,64$ (95% Ди от $-1,11$ до $-0,17$). Две другие дозы LY-CoV555 показали аналогичное улучшение вирусного клиренса на 3-й день, с отли-

чием от плацебо в изменении от исходного уровня $-0,42$ (95% Ди, от $-0,89$ до $0,06$) для дозы 700 мг и $-0,42$ (95% Ди, от $-0,90$ до $0,06$) для дозы 7000 мг. Разница с плацебо в изменении от исходного уровня для объединенных доз LY-CoV555 составила $-0,49$ (95% Ди от $-0,87$ до $-0,11$)

Госпитализация, связанная с Covid-19

На 29-й день процент пациентов, госпитализированных с Covid-19, составил 1,6% (5 из 309 пациентов) в группе LY-CoV555 и 6,3% (9 из 143 пациентов) в группе плацебо. Процент пациентов в соответствии с дозой LY-CoV555, которые были госпитализированы, был аналогичен общему проценту: 1,0% (1 из 101) в подгруппе 700 мг, 1,9% (2 из 107) в подгруппе 2800 мг и 2,0% (2 из 101) в подгруппе 7000 мг. В постспециальном анализе, изучавшем госпитализацию среди пациентов в возрасте 65 лет и старше и среди тех, кто имел ИМТ 35 или более, процент госпитализированных составил 4% (4 из 95) в группе LY-CoV555 и 15% (7 из 48) в группе плацебо. Только 1 пациент в исследовании (в группе плацебо) был госпитализирован в отделение интенсивной терапии.

Оценка Симптомов

Чтобы оценить влияние лечения на симптомы Covid-19, были сравнены изменения от исходного уровня баллов симптомов между группой LY-CoV555 и группой плацебо. Оценка симптомов варьировалась от 0 до 24 и включала восемь областей, которые были оценены от 0 (отсутствие симптомов) до 3 (тяжелые симптомы). Со 2-го по 6-й день изменение оценки симптомов от исходного уровня было лучше в группе LY-CoV555, чем в группе плацебо, со значениями $-0,79$ (95% Ди, от $-1,35$ до $-0,24$) на 2-й день, $-0,57$ (95% Ди, от $-1,12$ до $-0,01$) на 3-й день, $-1,04$ (95% Ди, от $-1,60$ до $-0,49$) на 4-й день, $-0,73$ (95% Ди, от $-1,28$ до $-0,17$) на 5-й день и $-0,79$ (95% Ди, от CI, от $-1,35$ до $-0,23$) на 6-й день. Изменение от исходного уровня оценки симптомов продолжало быть лучше в группе LY-CoV555, чем в группе плацебо с 7-го по 11-й день, хотя к этому времени большинство пациентов в двух группах полностью выздоровели или имели только очень слабые симптомы.

Безопасность

Серьезные нежелательные явления не наблюдались ни у одного из 309 пациентов в группе LY-CoV555 и у 0,7% (1 из 143 пациентов) в группе плацебо. Процент пациентов, имевших неблагоприятные события во время лечения, составил 22,3% (69 из 309) в группе LY-CoV555 и 24,5% (35 из 143) в группе плацебо. Диарея была зарегистрирована у 3,2% пациентов (10 из 309) в группе LY-CoV555 и у 4,9% (7 из 143) в группе плацебо

рвота отмечалась у 1,6% (5 из 309) и 2,8% (4 из 143) соответственно. Наиболее часто регистрируемым побочным эффектом в группе LY-CoV555 была тошнота (3,9%), тогда как диарея (4,9%) была наиболее частым побочным эффектом в группе плацебо. Инфузионные реакции были зарегистрированы у 2,3% пациентов (7 из 309) в группе LY-CoV555 и у 1,4% (2 из 143) в группе плацебо. Большинство из этих событий — которые включали зуд, покраснение, сыпь и отек лица — произошли во время инфузии и были зарегистрированы как легкие по тяжести. Во время этих реакций не было отмечено никаких изменений в жизненных показателях, и инфузии были завершены во всех случаях. Некоторым пациентам для облегчения симптомов были назначены антигистаминные препараты. Обсуждение

Вывод

В этом заранее запланированном промежуточном анализе исследования BLAZE-1 была изучена эффективность LY-CoV555 в лечении легкого или умеренного Covid-19. Исследование было разработано для включения пациентов с недавним началом заболевания для оценки влияния раннего вмешательства с антителной терапией на биомаркеры вирусной нагрузки, симптомы и тяжелые клинические исходы, такие как госпитализация и смерть. Среди пациентов, получавших LY-CoV555, вирусная нагрузка на 11-й день (первичный исход) была ниже, чем в группе плацебо, только среди тех, кто получал дозу 2800 мг. Однако снижение вирусной нагрузки на 11-й день не оказалось клинически значимой конечной точкой, поскольку вирусная нагрузка была существенно снижена по сравнению с исходным уровнем для большинства пациентов, включая тех, кто находился в группе плацебо, что согласуется с естественным течением заболевания. Однако оценка влияния терапии LY-CoV555 на симптомы пациентов в более ранние моменты времени во время лечения (например, на 3-й день) показала возможный эффект лечения, при этом существенных различий между тремя диагнозами не наблюдалось. Неясно, является ли РТ-ПЦР точным методом помера вирусной нейтрализации, так как вирусная РНК может сохраняться в течение некоторого времени даже при отсутствии репликации-компетентного вируса. Поскольку тяжесть заболевания в первую очередь обусловлена повреждением легких в результате инфекции SARS-CoV-2 в нижних дыхательных путях, вирусная нагрузка в воздушных пространствах будет лучше отражать реакцию на травму, чем вирусная нагрузка в носоглоточном секрете. Однако оценка состояния нижних дыхательных путей была непрактичной из-за мер предосторожности, которые требовались при лечении этих высокоинфекционных пациентов. Таким образом, носоглоточный вирусный мазок был наиболее прагматичным способом получения ощущения вирус-

ной нагрузки в качестве суррогатного маркера вирусной нагрузки в легких и корреляции с клиническими исходами. Однако вирусная нагрузка на носоглотку не была подтверждена в качестве предиктора клинического течения заболевания. Неожиданным наблюдением в этом исследовании было то, что пациенты с более высокой вирусной нагрузкой на 7-й день имели более высокую частоту госпитализации, чем пациенты с лучшим клиренсом вирусной РНК на 7-й день, что согласуется с задержкой вирусного клиренса, наблюдавшейся у пациентов с более тяжелым заболеванием. На 7-й день ни у одного госпитализированного пациента вирусная нагрузка не была ниже медианного значения популяции. Если это наблюдение будет проспективно подтверждено в будущих исследованиях, это позволит предположить, что потенциальный агент, снижающий вирусную нагрузку, может снизить частоту госпитализаций. Чтобы изучить потенциал LY-CoV555 для улучшения клинических исходов Covid-19, было оценено влияние терапии LY-CoV555 на частоту госпитализаций, что является важным результатом, учитывая связь между госпитализацией и последующей смертностью у пациентов с Covid-19. На 29-й день процент госпитализированных пациентов составил 1,6% в группе LY CoV555 и 6,3% в группе плацебо. В пост-специальном анализе, который был сосредоточен на подгруппах высокого риска (возраст ≥ 65 лет или ИМТ ≥ 35), процент госпитализации составил 4,2% в группе LY-CoV555 и 14,6% в группе плацебо. Данные о симптомах (измеренные по изменению от исходного уровня в балле симптомов) также соответствовали результатам госпитализации, причем полученные данные подтверждали возможное снижение тяжести симптомов уже на 2-й день в группе LY-CoV555. Этот эффект сохранялся с течением времени и в разных дозах, что еще раз подтверждает обоснованность лечения влияние на симптомы и предполагает механистическую связь между более низкой вирусной нагрузкой и более низкой частотой госпитализации. Хотя различия в эффектах трех доз LY-CoV555 не были ясны, доза 2800 мг была единственной, которая показала признаки ускоренного вирусного клиренса. Тем не менее, дальнейшие исследования должны быть продолжены для оценки эффективности более низких доз. Профиль безопасности пациентов, получавших LY-CoV555, был аналогичен профилю безопасности пациентов, получавших плацебо. Эти данные свидетельствуют о том, что лечение является безопасным. В этом промежуточном анализе пациенты, получавшие LY-CoV555, имели меньше госпитализаций и более низкое бремя симптомов, чем у тех, кто получал плацебо, с наиболее выраженными эффектами, наблюдаемыми в группах высокого риска. Если эти результаты будут подтверждены в дополнительных анализах в этом исследовании, LY-CoV555 может стать полезным лечением для экстренного использования у пациентов с недавно диагностированным Covid-19.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tabata S., Imai K., Kawano S., et al. Clinical characteristics of COVID-19 in 104 people with SARS-CoV-2 infection on the Diamond Princess cruise ship: a retrospective analysis. *Lancet Infect Dis* 2020; 20:1043–50
2. Jehi L., Ji X., Milinovich A., et al. Development and validation of a model for individualized prediction of hospitalization risk in 4,536 patients with COVID-19. *PLoS One* 2020;15(8): e0237419.
3. Garg S.K.L., Kim L., Whitaker M., et al. Hospitalization rates and characteristics of patients hospitalized with laboratory-confirmed coronavirus disease 2019 — COVID-NET, 14 states, March 1–30, 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2020;69: 458–64.
4. Cavalcanti A.B., Zampieri F.G., Rosa R.G. et al. Hydroxychloroquine with or without azithromycin in mild-to-moderate Covid-19. *N. Engl.J.Med.* DOI: 10.1056/NEJMoa2019014.
5. Beigel J.H., Tomashek K. M., Dodd L. E. Remdesivir for the treatment of Covid-19 — final report. *N Engl J Med.* DOI: 10.1056/NEJMoa2007764.
6. Goldman J.D., Lye D. C.B., Hui D. S., et al. Remdesivir for 5 or 10 days in patients with severe Covid-19. *N. Engl.J.Med.* DOI: 10.1056/NEJMoa2015301.
7. Spinner C.D., Gottlieb R. L., Criner G. J., et al. Effect of remdesivir vs standard care on clinical status at 11 days in patients with moderate COVID-19: a randomized clinical trial. *JAMA* 2020;324:1048–57.
8. Sims J.T., Krishnan V., Chang C-Y., et al. Characterization of the cytokine storm reflects hyperinflammatory endothelial dysfunction in COVID-19. *J Allergy Clin Immunol* 2020 September 10 (Epub ahead of print).
9. Stebbing J., Krishnan V., de Bono S., et al. Mechanism of baricitinib supports artificial intelligence-predicted testing in COVID-19 patients. *EMBO Mol Med* 2020; 12(8): e12697.
10. Dastan F., Saffaei A., Haseli S., et al. Promising effects of tocilizumab in COVID-19: a non-controlled, prospective clinical trial. *Int Immunopharmacol* 2020;88:106869.
11. Farooqi F., Dhawan N., Morgan R., Dinh J., Nedd K., Yatzkan G. Treatment of severe COVID-19 with tocilizumab mitigates cytokine storm and averts mechanical ventilation during acute respiratory distress: a case report and literature review. *Trop Med Infect Dis* 2020;5: E112.
12. The RECOVERY Collaborative Group. Dexamethasone in hospitalized patients with Covid-19 — preliminary report. *N Engl J Med.* DOI: 10.1056/NEJMoa2021436.
13. Sterne JAC, Murthy S, Diaz JV, et al. Association between administration of systemic corticosteroids and mortality among critically ill patients with COVID-19: a meta-analysis. *JAMA* 2020;324:1–13.
14. Joyner MJ, Senefeld JW, Klassen SA, et al. Effect of convalescent plasma on mortality among hospitalized patients with COVID-19: initial three-month experience. August 12, 2020 (<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.08.12.20169359v1>). preprint.
15. Li L, Zhang W, Hu Y, et al. Effect of convalescent plasma therapy on time to clinical improvement in patients with severe and life-threatening COVID-19: a randomized clinical trial. *JAMA* 2020; 324:460–70.

© Комолдинов Ойбек Равшанбек угли (great597@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Дальневосточный федеральный университет

РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ МЕТОДОВ ТРАНСУРЕТРАЛЬНОЙ БИПОЛЯРНОЙ ЭНДОХИРУРГИИ В ЛЕЧЕНИИ ДОБРОКАЧЕСТВЕННОЙ ГИПЕРПЛАЗИИ ПРОСТАТЫ

RESULTS OF INTRODUCTION OF NEW METHODS OF TRANSURETHRAL BIPOLAR ENDOSURGERY IN THE TREATMENT OF BENIGN PROSTATIC HYPERPLASIA

**P. Kononov
A. Kurnakov**

Summary. New methods of transurethral bipolar surgery for the treatment of patients with benign prostatic hyperplasia (BPH) have been introduced in the urology Department of the Russian Railways Road hospital in Saint Petersburg since 2018. With prostate volumes up to 80 cm³, bipolar transurethral resection (BTUR) is performed, and over 80 cm³ — bipolar transurethral enucleation of the prostate (TUEB). 114 patients were selected for the study, divided into groups according to the methods of surgery. The main groups consisted of 29 patients operated by the BTUR method, and 27 by the TUEB method. The control groups included 27 patients operated by the method of monopolar TUR (MTUR), and 31 — by the method of open transvesical adenectomy (OAE), performed in similar clinical situations before the introduction of new surgical methods in the Department. Comparison with the control showed a significant reduction in blood loss during surgery, the duration of postoperative catheterization of the bladder, the frequency of hemorrhagic and infectious complications, as well as the number of postoperative bed days for bipolar methods. A decrease in the frequency of delayed obstructive complications was also observed for BTUR in comparison with MTUR. The postoperative dynamics of urological indicators for all groups was positive, but the examination of patients 1 month after BTUR and TUEB showed a faster recovery of impaired urination parameters. This study allowed us to evaluate the implementation and recommend it to other urological hospitals in order to improve the quality of surgical care for patients with BPH and save costs by reducing the postoperative bed day.

Keywords: benign hyperplasia of the prostate, bipolar transurethral resection and enucleation of the prostate.

Кононов Павел Алексеевич

Врач-уролог, НУЗ Дорожная клиническая больница
ОАО «РЖД», г. Санкт-Петербург
pavkonon@gmail.com

Курнаков Антон Михайлович

Врач уролог, НУЗ Дорожная клиническая больница
ОАО «РЖД», г. Санкт-Петербург

Аннотация. В урологическом отделении Дорожной клинической больницы ОАО «РЖД» г. Санкт-Петербурга с 2018 года внедрены новые методы трансуретральных биполярных операций для лечения пациентов с доброкачественной гиперплазией простаты (ДГП). При объемах простаты до 80 см³ выполняется биполярная трансуретральная резекция (БТУР), свыше 80 см³ — биполярная трансуретральная энуклеация простаты (ТУЭБ). Для исследования отобрано 114 пациентов, разделенных на группы по методам операции. Основные группы составили 29 пациентов, оперированных методом БТУР, и 27 — методом ТУЭБ. В контрольные группы включены 27 пациентов, оперированных методом монополярной ТУР (МТУР), и 31 — методом открытой чреспузырной аденомэктомии (ОАЭ), выполняемых при подобных клинических ситуациях до внедрения в отделении новых хирургических методов. Сравнение с контролем показало для биполярных методов значимое сокращение объема кровопотери во время операций, сроков послеоперационной катетеризации мочевого пузыря, частоты геморрагических и инфекционных осложнений, а также числа послеоперационных койко-дней. Для БТУР в сравнении с МТУР также отмечено снижение частоты отсроченных обструктивных осложнений. Послеоперационная динамика урологических показателей для всех групп была положительной, но обследование пациентов через 1 месяц после БТУР и ТУЭБ показало более быстрое восстановление нарушенных параметров мочеиспускания. Настоящее исследование позволило оценить проведенное внедрение и рекомендовать его другим урологическим стационарам в целях повышения качества хирургической помощи пациентам с ДГП и экономии средств за счет снижения послеоперационного койко-дня.

Ключевые слова: доброкачественная гиперплазия простаты, биполярная трансуретральная резекция и энуклеация простаты.

Доброкачественная гиперплазия простаты (ДГП) — распространенное урологическое заболевание, характерное для стареющих мужчин. Клинические проявления нарастают с возрастом и определяются у 11–15% в 40 лет, достигая максимум (70–80%) в старшей возрастной группе [4,15].

В соответствии с клиническими рекомендациями в активных методах лечения нуждаются лица с выраженной клинической симптоматикой ДГП, соответствующей 8 баллам и выше по международной шкале оценки простатических симптомов — IPSS [8,10]. В настоящее время в числе активных методов лечения наиболее часто ис-

Таблица 1. Предоперационные данные пациентов (медианные показатели Ме±m в соответствующих единицах измерения; осложнения и сопутствующие заболевания —% в группе Р±m)

Метод операции	БТУР N = 29	МТУР N = 27	Р*	ТУЭБ N = 27	ОАЭ N = 31	Р*
Возраст, лет	61,2±3,37	60,4±3,41	0,868	66,5±3,58	65,1±3,42	0,778
УЗИ объем ПЖ, см ³	65,5±3,49	63,6±3,50	0,702	92,2±4,21	91,1±4,05	0,851
Уровень ПСА, нг/мл	3,6±0,82	3,2±0,78	0,725	3,8±0,86	3,9±0,84	0,934
Объем остаточной мочи, PVR, мл	69,2±3,50	63,1±3,51	0,650	100,8±4,39	104,3±4,26	0,644
Скорость потока мочи, Qmax, мл/сек	10,1±1,37	9,6±1,36	0,797	8,2±1,26	7,7±1,18	0,772
Балл по шкале IPSS	25,1±2,16	23,7±2,14	0,647	29,3±2,37	28,6±2,27	0,832
Балл по шкале QOL	4,1±0,87	4,0±0,88	0,936	5,4±1,02	5,1±0,96	0,831
Осложнения ДГП (% в группе):						
Камни МП	13,8±6,52	11,1±6,16	0,765	40,7±9,64	51,6±8,98	0,410
Эпицистостома	3,5±3,45	0,0±0,00	0,322	14,8±6,97	19,4±7,10	0,647
Острая задержка мочи	3,5±3,45	3,7±3,70	0,960	33,3±9,25	25,8±7,86	0,538
Дивертикул МП	6,9±4,79	11,1±6,16	0,591	18,5±7,62	9,7±5,31	0,346
Двусторонний гидронефроз	3,5±3,45	0,0±0,00	0,322	7,4±5,14	3,2±3,17	0,493
Сопутствующие заболевания (% в группе):						
Гипертоническая болезнь	51,7±9,44	44,4±9,75	0,591	66,7±9,25	64,5±8,59	0,866
Постинфарктный кардиосклероз	10,3±5,76	7,4±5,14	0,705	14,8±6,97	6,5±4,41	0,317
Цереброваскулярные болезни	3,5±3,45	7,4±5,14	0,525	11,1±6,16	6,5±4,41	0,544
Сахарный диабет	10,3±5,76	3,7±3,70	0,336	18,5±7,62	16,1±6,61	0,811
Прием антикоагулянтов	13,8±6,52	7,4±5,14	0,445	37,0±9,47	22,6±7,51	0,235

* — принятое значение достоверности различий $p \leq 0,05$, в таблице по всем измеряемым параметрам значение $p > 0,05$, что свидетельствует об отсутствии различий и статистической сопоставимости групп пациентов.

пользуют малоинвазивные хирургические методы, пришедшие на смену открытым травматичным вмешательствам на простате [6,20]. В начале века в арсенале урологов появилась биполярная (плазменная) техника выполнения трансуретральных операций при ДГП, в частности биполярная трансуретральная резекция (БТУР), заменившая монополярную технику выполнения трансуретральной резекции, сопряженную с развитием ТУР-синдрома, массивными кровотечениями и электроожогами [3,18,19]. БТУР показана при объемах гиперплазии простаты до 80 см³, и особенно при наличии осложнений ДГП, тяжелой интеркуррентной патологии и высокого геморрагического риска [1,2,12]. При более крупных размерах железы рекомендуется выполнение трансуретральной биполярной энуклеации простаты (ТУЭБ), которая по результатам множества сравнительных исследований, не менее эффективна, чем стандартная открытая чреспузырная аденомэктомия (ОАЭ), но при этом отличается минимальной инвазивностью, низким процентом геморрагических осложнений и более короткими сроками восстановления самостоятельного мочеиспускания, общего состояния и качества жизни пациентов после операции [5,11,13,14,16,]. Важным преимуществом ТУЭБ также считают малое количество противопоказаний и отсутствие ограничений по объему гиперплазированной

ной ткани, что позволяет выполнять данные операции при крупных и даже гигантских (свыше 150 см³) размерах ДГП, а также при необходимости симультанных вмешательств [7,9,17].

Целью проведенного исследования было оценить клиническую эффективность биполярных методов трансуретральных операций, выполняемых при лечении ДГП вместо традиционных МТУР и ОАЭ.

Материалы и методы

Выбор биполярного метода трансуретральной резекции либо энуклеации простаты определялся дифференцированно в зависимости от объема железы, а также от строения и конфигурации гиперплазированной ткани, наличия осложнений ДГП, анестезиологического и геморрагического риска. Для исследования было отобрано 114 пациентов, разделенных на группы по методам оперативного вмешательства. Средний возраст пациентов составил 63,4±3,40 (от 44 до 83 лет). Группу БТУР составили 29 пациентов с объемом простаты до 80 см³, равным в среднем 65,5±3,49 см³ (от 32 до 80 см³), группу ТУЭБ — 27 пациентов с объемом железы свыше 80 см³, в среднем 92,2±4,21 (92/128 см³). Контрольные группы

Таблица 2. Общие операционные результаты (медианные показатели $Me \pm t$ в соответствующих единицах измерения)

Метод операции	БТУР N = 29	МТУР N = 27	P	ТУЭБ N = 27	ОАЭ N = 31	P
Время операции	40,1±2,73	38,1±2,71	0,605	76,2±3,83	48,2±2,94	<0,001*
Объем резекции / энуклеации ПЖ, см ³	43,2±2,83	40,6±2,80	0,516	73,1±3,75	75,2±3,68	0,691
Срок п/о катетеризации МП, дни	3,4±0,79	6,2±1,09	0,043*	5,3±1,01	11,0±1,41	0,002*
Срок госпитализации, дни	5,0±0,95	8,3±1,26	0,049*	6,1±1,08	12,5±1,50	0,001*
Объем кровопотери в ходе операции, мл	110±4,52	190±6,05	<0,001*	150±5,37	340±7,81	<0,001*

* — различия достоверны, так как $p \leq 0,05$.

подбирались ретроспективным методом по периоперационным данным архива историй болезни и протоколов операций с учетом статистической сопоставимости с основными группами пациентов, включенных в исследование, таблица 1. В контроль для сравнительного анализа с БТУР были включены данные 27 пациентов со средним объемом простаты 60,4±3,41 ($p = 0,702$), оперированные методом МТУР. Результаты ТУЭБ сравнивали с ОАЭ, проведенной 31 пациенту со средним объемом железы 91,1±4,05 ($p = 0,851$). Для количественной оценки достоверности межгрупповых различий средних и относительных показателей использовали непараметрический критерий Манна-Уитни, оценка качественных признаков проводилась с применением критерия Пирсона (χ^2), при уровне значимости различий $p \leq 0,05$.

Как видно из представленной таблицы, сравниваемые группы были статистически однородны ($p > 0,05$), как по возрасту, частоте осложненных форм ДГП и сопутствующих заболеваний, так и по медианным значениям предоперационных урологических показателей: уровень простатоспецифического антигена (ПСА) в сыворотке крови, объем остаточной мочи по данным трансректального УЗИ, максимальная скорость мочевого потока по данным урофлоуметрии (PVR), балл по шкале оценки выраженности симптомов нижних мочевых путей — IPSS, балл по шкале оценки качества жизни в связи с расстройством мочеиспускания — QOL. Эти же урологические показатели, а также частота осложнений и повторных вмешательств оценивались в послеоперационном периоде по данным контрольных обследований пациентов через 1 и 6 месяцев после операций в целях изучения клинической эффективности новых хирургических методов.

Результаты и обсуждение

Средний объем удаленной ткани простаты был статистически равным для сравниваемых групп БТУР и МТУР ($p=0,516$) и ТУЭБ и ОАЭ ($p = 0,691$), что свидетельствует о равных возможностях сравниваемых хирургических

методов в аспекте радикальности проведенных вмешательств, таблица 2. Среднее время выполнения БТУР и МТУР также различалось незначительно ($p = 0,605$), время ТУЭБ было большим, чем ОАЭ в среднем в 1,5 раза ($p < 0,001$), однако это не ухудшило остальные общие операционные результаты.

Как показано в таблице 2 биполярные методы отличаются существенно меньшей интраоперационной кровопотерей — БТУР в среднем в 1,7 раза, варьируя в промежутке от 50 до 150 мл, ТУЭБ — в 2,3 раза — от 50 до 170 мл, тогда как максимальная кровопотеря при МТУР достигала 250 мл ($p < 0,001$), ОАЭ — 450 мл ($p < 0,001$). В числе общих операционных показателей БТУР и ТУЭБ также обращает внимание достоверное снижение в сравнении с традиционными методами сроков послеоперационной катетеризации мочевого пузыря (МП) в 1,8–2,1 раза соответственно ($p = 0,043$; $p = 0,002$). Более быстрое восстановление самостоятельного мочеиспускания мы связываем с существенно меньшей инвазивностью новых методов и, как следствие, с минимальным количеством ранних послеоперационных геморрагических и инфекционно-воспалительных осложнений.

Раннее восстановление мочеиспускания при незначительном числе осложнений позволило значимо снизить сроки пребывания пациентов в стационаре, составившие в среднем 5,0 дней для БТУР (МТУР — 8,3 дня, $p = 0,049$) и 6,1 дней для ТУЭБ (ОАЭ — 12,5 дней, $p = 0,001$). Данный критерий следует считать особо важным достижением, поскольку уменьшение послеоперационного койко-дня позволяет экономить средства стационара.

В числе интраоперационных осложнений можно отметить 1 случай электроожоговой хирургической травмы в группе МТУР, обусловленный техническими недостатками монополярного электрода, таблица 3. В группе БТУР осложнений в ходе операций не возникло, что свидетельствует о безопасности и лучшей переносимости данного метода. Сравнение групп ТУЭБ и ОАЭ показало значимо меньшую инвазивность ново-

Таблица 3. Осложнения оперативного лечения (% в группе — $P \pm m$)

Метод операции	БТУР N = 29	МТУР N = 27	P	ТУЭБ N = 27	ОАЭ N = 31	P
Интраоперационные осложнения						
Всего, в том числе:	0,0±0,00	3,7±3,70	0,322	11,1±6,16	22,6±7,51	0,243
массивное кровотечение	0,0±0,00	0,0±0,00	1,000	3,7±3,70	9,7±5,31	0,362
гемотранфузия	0,0±0,00	0,0±0,00	1,000	3,7±3,70	9,7±5,31	0,362
хирургическая травма, электроожоги	0,0±0,00	3,7±3,70	0,322	3,7±3,70	3,2±3,17	0,921
Ранние послеоперационные осложнения						
Всего, в том числе:	3,5±3,45	14,8±6,97	0,150	3,7±3,70	25,8±7,86	0,014
кровотечение	3,5±3,45	7,4±5,14	0,525	0,0±0,00	9,7±5,31	0,047*
инфекционно-воспалительные	3,5±3,45	14,8±6,97	0,150	3,7±3,70	25,8±7,86	0,014*
задержка мочи	0,0±0,00	7,4±5,14	0,156	3,7±3,70	16,1±6,61	0,107
ТУР-синдром	0,0±0,00	3,7±3,70	0,322	0,0±0,00	0,0±0,00	1,000
Поздние послеоперационные осложнения						
Всего, в том числе:	3,5±3,45	14,8±6,97	0,150	11,1±6,16	9,7±5,31	0,858
рубцовая деформация шейки МП	0,0±0,00	3,7±3,70	0,322	3,7±3,70	3,2±3,17	0,921
стриктура уретры	0,0±0,00	7,4±5,14	0,156	7,4±5,14	6,5±4,41	0,889
недержание мочи	3,5±3,45	3,7±3,70	0,960	0,0±0,00	3,2±3,17	0,312

* — различия достоверны, так как $p \leq 0,05$.

Таблица 4. Послеоперационные показатели по данным урологического обследования в контрольные сроки (медиана в соответствующих единицах измерения)

Метод операции	БТУР N = 29	МТУР N = 27	P	ТУЭБ N = 27	ОАЭ N = 31	P
Контрольное наблюдение через 1 мес. после операции						
УЗИ объем ПЖ, см ³	20,6±1,96	20,5±1,99	0,972	28,5±2,34	29,5±2,30	0,762
Объем остаточной мочи, PVR, мл	14,1±1,62	16,0±1,75	0,430	15,2±1,71	22,4±2,01	0,008*
Скорость потока мочи, Qmax, мл/сек	16,3±1,74	15,1±1,70	0,624	14,3±1,66	11,6±1,44	0,225
Балл по шкале IPSS	6,4±1,09	7,9±1,23	0,366	7,5±1,20	12,8±1,52	0,008*
Балл по шкале QOL	2,2±0,64	2,7±0,72	0,606	2,0±0,62	3,2±0,76	0,226
Контрольное наблюдение через 6 мес. после операции						
УЗИ объем ПЖ, см ³	18,6±1,86	17,9±1,86	0,791	20,5±1,99	21,2±1,95	0,802
Объем остаточной мочи, PVR, мл	5,0±0,96	5,5±1,03	0,724	5,2±1,00	5,4±0,98	0,887
Скорость потока мочи, Qmax, мл/сек	19,1±1,88	18,7±1,90	0,882	18,8±1,90	18,6±1,83	0,940
Балл по шкале IPSS	3,4±0,79	3,8±0,86	0,733	3,5±0,82	4,1±0,86	0,615
Балл по шкале QOL	1,2±0,47	1,4±0,52	0,777	1,5±0,54	1,7±0,55	0,796

* — различия достоверны, так как $p \leq 0,05$.

го метода, поскольку массивных кровотечений, требующих гемотранфузии, в данной группе было в 3 раза меньше. Однако подтвердить статистическое различие по показателю частоты интраоперационных осложнений не удалось вследствие малого количества наблюдений.

По количеству осложнений раннего послеоперационного периода следует отметить 5–7 кратное снижение их частоты в группах биполярных трансуретральных вмешательств относительно традиционных хирургических методов.

Кровотечение было единичным (3,5%) в группе БТУР и не отмечалось в группе ТУЭБ, тогда как в группе МТУР их было 2 (7,4%), и ОАЭ — 3 (9,7%), $p = 0,047$. Инфекционно-воспалительные осложнения в группах БТУР и ТУЭБ были единичны, в группах сравнения значительно больше — 4 случая (14,8%) в группе МТУР и 8 (25,8%) в группе ОАЭ, $p = 0,014$. По частоте задержки мочи после извлечения уретрального катетера также преимущество у биполярных методов. Кроме того, в группе МТУР наблюдался 1 случай (3,7%) ТУР-синдрома (синдрома водной интоксикации), характерный для дан-

ного хирургического метода вследствие использования монополярного электрода и гипертонического раствора в качестве ирриганта. Применение биполярной техники ТУР с применением для ирригации физиологического раствора исключает возможность развития данного грозного осложнения.

Отсроченных послеоперационных осложнений obstructive характера в группе БТУР не отмечено, МТУР — 2 случая (7,4%) рубцовой деформации шейки мочевого пузыря и 1 (3,7%) — стриктуры уретры, но без статистически доказанной разности. Случаев недержания мочи было по одному в каждой группе. В группах ТУЭБ и ОАЭ значимой разности по частоте поздних осложнений значимых различий не установлено. Повторных хирургических вмешательств, связанных с коррекцией недержания мочи и устранением рубцовых осложнений, было по 1 случаю в группах БТУР и МТУР, в остальных исследуемых группах — не наблюдалось.

Послеоперационная динамика урологических показателей и измерений по шкалам IPSS и QOL, отслеженная

по результатам контрольных обследований пациентов через 1 и 6 мес. после выписки из стационара, независимо от метода операции свидетельствовала о высокой клинической эффективности проведенного хирургического лечения, таблица 4. Сопоставление с исходными данными пациентов показало 3-х кратное снижение объема простаты через месяц и 4-х кратное — через 6 месяцев после операции. Как продемонстрировано в таблице, объем остаточной мочи значительно снижается, а скорость мочеиспускания значительно возрастает в первый послеоперационный месяц, и эти показатели достигают возрастной нормы через полгода после операций. Аналогичная картина наблюдается и по показателям опросных шкал IPSS и QOL. В то же время следует отметить более быструю месячную динамику некоторых средних показателей (объем остаточной мочи и балл по шкале IPSS), обеспечившую их статистически значимую разность между группами пациентов, оперированных методами ТУЭБ и ОАЭ. Выявленное различие следует трактовать как более быстрое восстановление нарушенных параметров мочеиспускания и общего состояния пациентов после применения нового эндоскопического метода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гордеев В.В., Антонов А. Г., Писаренко М. Ю., и др. Биполярная трансуретральная резекция в физиологическом растворе при осложненных формах доброкачественной гиперплазии предстательной железы // Тихоокеанский медицинский журнал. 2016. № 1. С. 79–81.
2. Камалов А.А., Севрюков Ф. А. Изучение эффективности биполярной трансуретральной резекции аденомы простаты средних и малых размеров // Современные технологии в медицине. 2012. № 4. С. 68–72.
3. Севрюков Ф.А., Камаев И. А., Гриб М. Н., Перевезенцев Е. А. Основные аспекты обеспечения высококвалифицированной урологической медицинской помощью больных с доброкачественной гиперплазией предстательной железы // Российский медико-биологический вестник имени академика И. П. Павлова. — 2011. -Том 19. -№ 1. -С. 109–113.
4. Севрюков Ф.А., Камаев И. А., Малинина О. Ю., Елина Ю. А., Гриб М. Н., Перевезенцев Е. А. Возрастные особенности заболеваемости мужчин болезнями мочеполовой системы // Медицинский альманах. 2011. № 4 (17). С. 21–23.
5. Севрюков Ф. А. Качество жизни больных после трансуретральной энуклеации аденомы предстательной железы больших размеров // Андрология и генитальная хирургия. 2012. Т. 13. № 3. С. 42–46.
6. Севрюков Ф.А., Пучкин А. Б., Крупин В. Н., Чебыкин А. В., Сорокин Д. А., Карпунин И. В., Малинина О. Ю., Зорин Д. Г. Трансуретральная электрохирургия нового поколения (TURIS) в лечении заболеваний нижних мочевых путей и простаты // Урология. 2007. № 3. С. 28–35.
7. Севрюков Ф.А., Серебряный С. А. Случай успешной трансуретральной энуклеации аденомы простаты очень больших размеров // Андрология и генитальная хирургия. 2012. Т. 13. № 3. С. 101–103.
8. Урология. Российские клинические рекомендации / под ред. Ю. Г. Аляева, П. В. Глыбочко, Д. Ю. Пушкаря. М.: ГЭОТАР Медиа, 2016. 496 с.
9. Chen S., Zhu L., Cai J., et al. Plasmakinetic enucleation of the prostate compared with open prostatectomy for prostates larger than 100 grams: A randomized noninferiority controlled trial with long-term results at 6 years. // Eur. Urol. 2014. № 66. P. 284–291.
10. EAU Guidelines on the Assessment of Non-Neurogenic Male Lower Urinary Tract Symptoms Including Benign Prostatic Obstruction / Ed. S. A. Kaplan [et al.] // J. Urol. 2016. № 196(6). P. 1712–4.
11. Geavlete B., Bulai C., Ene C., et al. Bipolar vaporization, resection, and enucleation versus open prostatectomy: optimal treatment alternatives in large prostate cases? // J. Endourol. 2015. № 29(3). P. 323–31.
12. Gilling P. TURP remains a safe and effective alternative for benign prostatic hyperplasia (BPH) surgery // BJU Int., 2014. № 113(1). P. 5–6.
13. Li M., Qiu J., Hou Q. et al. Endoscopic enucleation versus open prostatectomy for treating large benign prostatic hyperplasia: a meta-analysis of randomized controlled trials. PLoS One 2015. № 10(3): e0121265.
14. Ou R., Deng X., Yang W., et al. Transurethral enucleation and resection of the prostate vs transvesical prostatectomy for prostate volumes > 80 mL: a prospective randomized study // BJU Int. 2013. № 112. P. 239–245.
15. Patel N. D., Parsons J. K. Epidemiology and etiology of benign prostatic hyperplasia and bladder outlet obstruction // Indian J. Urol. 2014. № 30(2). P. 170–176.

16. Qiu J., Hou Q., et al. Endoscopic enucleation versus open prostatectomy for treating large benign prostatic hyperplasia: a meta-analysis of randomized controlled trials // PLoS One 2015. № 10(3): e0121265.
17. Rao J. M., Xiao H. J., Ren Y. X., et al. Did prostate size affect the complication and outcome of plasmakinetic enucleation of the prostate? // International Urology and Nephrology. 2014. № 46(11). P. 2063–70.
18. Stucki P., Marini L., Mattei A., et al. Bipolar versus monopolar transurethral resection of the prostate: a prospective randomized trial focusing on bleeding complications // J. Urol., 2015. № 193(4). P. 1371–76.
19. Tang Y., Li J., Pu C., et al. Bipolar transurethral resection versus monopolar transurethral resection for benign prostatic hypertrophy: a systematic review and meta-analysis // J. Endourol. 2014. № 28(9). P.1107–14.
20. Yu X., Elliott S. P., Wilt T. J., McBean A. M. Practice patterns in benign prostatic hyperplasia surgical therapy: the dramatic increase in minimally invasive technologies // J. Urol. 2008. № 180(1). P. 241–5.

© Кононов Павел Алексеевич (pavkonon@gmail.com), Курнаков Антон Михайлович.
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Санкт-Петербург

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ДИАГНОСТИКИ ПНЕВМОНИИ, АССОЦИИРОВАННОЙ С НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ COVID-19

CLINICAL CASE OF DIAGNOSIS OF PNEUMONIA ASSOCIATED WITH THE NEW COVID-19 CORONAVIRUS INFECTION

V. Lavrenyuk
A. Simakova
I. Li
L. Kovalevskoy

Summary. The article presents a clinical observation of a 60-year-old patient with the development of bilateral pneumonia against the background of a new coronavirus infection COVID-19. The absence of a burdened epidemiological history, repeated negative results when examining a throat swab for SARS-CoV-2 RNA did not allow to determine the presence of COVID-19 infection in the hospital. During outpatient observation of the patient, an increase in the titer of antibodies to SARS-CoV-2, characteristic changes in the lungs according to multispiral computed tomography of the chest cavity organs in combination with the typical clinical picture of the disease made it possible to establish the diagnosis of pneumonia associated with COVID-19. The given clinical observation demonstrates the difficulties of differential diagnosis of pneumonia in real clinical practice and emphasizes the need for further outpatient observation of the patient with regular clinical, laboratory and instrumental monitoring, which in this case made it possible to establish the diagnosis of postponed COVID-19-associated pneumonia.

Keywords: coronavirus, COVID-19, pneumonia, SARS-CoV-2, diagnostics.

Лавренюк Владимир Валерьевич

Аспирант, ФГБОУ ВО «Тихоокеанский
Владивостокский Медицинский Университет»
Минздрава Российской Федерации; Врач-инфекционист,
пульмонолог, фтизиатр, Краевое государственное
бюджетное учреждение здравоохранения «Хорольская
центральная районная больница»
lavrenyuk_90@bk.ru

Симакова Анна Ивановна

Профессор, главный внештатный инфекционист
Дальневосточного Федерального округа, ФГБОУ ВО
«Тихоокеанский Владивостокский Медицинский
Университет» Минздрава Российской Федерации
anna-inf@yandex.ru

Ли Ирина Валерьевна

Врач-инфекционист, Краевое государственное
бюджетное учреждение здравоохранения «Усурийская
центральная городская больница»
irinalee67@mail.ru

Ковалевский Леонид Олегович

Врач-терапевт, Краевое государственное
бюджетное учреждение здравоохранения «Усурийская
центральная городская больница»
lonya787@mail.ru

Аннотация. В статье представлено клиническое наблюдение пациента 60 лет с развитием двусторонней пневмонии на фоне новой коронавирусной инфекции COVID-19. Отсутствие отягощенного эпидемиологического анамнеза, неоднократные отрицательные результаты при исследовании мазка из носа и ротоглотки на РНК SARS-CoV-2 не позволили определить наличие инфекции COVID-19 в стационаре. При амбулаторном наблюдении больного нарастание титра антител к SARS-CoV-2, характерные изменения в легких по данным мультиспиральной компьютерной томографии органов грудной полости в совокупности с типичной клинической картиной заболевания позволили установить диагноз пневмонии, ассоциированной с COVID-19. Приведенное клиническое наблюдение демонстрирует сложности дифференциальной диагностики пневмонии в реальной клинической практике и подчеркивает необходимость дальнейшего амбулаторного наблюдения больного с регулярным клинико-лабораторно-инструментальным контролем, что в данном случае позволило установить диагноз перенесенной COVID-19-ассоциированной пневмонии.

Ключевые слова: коронавирус, COVID-19, пневмония, SARS-CoV-2, диагностика.

Новая коронавирусная инфекция COVID-19 является потенциально опасной острой респираторной инфекцией, вызываемой вирусом SARS-CoV-2, выраженность которой варьирует от легкой до крайне тяжелой. Инкубационный период заболевания составляет 2–14 суток, в среднем 5–7 дней. Развитие пневмонии с дыхательной недостаточностью при COVID-19 при тяжелом течении может привести к летальному исходу. В диагностике пневмонии, ассоциированной с COVID-19, принципиальное значение имеет оценка эпидемиологического анамнеза [3]. Наиболее частыми клиническими проявлениями пневмонии на фоне COVID-19 в дебюте являются лихорадка и общая слабость, реже встречаются малопродуктивный кашель, одышка, миалгия, усталость, отсутствие аппетита [8,11]. Имеются данные о нарушениях функционального состояния печени у пациентов с COVID-19, коррелирующие с прогрессированием и выраженностью инфекционного процесса.

В реальной клинической практике чрезвычайно актуален вопрос дифференциальной диагностики внебольничной пневмонии бактериальной и вирусной этиологии [6]. Нередко установление диагноза пневмонии приводит к необоснованному назначению антибактериальной терапии у больных COVID-19. Вместе с тем, известно, что при данной патологии бактериальная инфекция присоединяется достаточно редко. Следует отметить, что на сегодняшний день не существует характерных клинических симптомов, которые достоверно помогли бы отличить COVID-19 от других острых респираторных инфекций. В этой связи на начальном этапе лечения внебольничной пневмонии до установления ее этиологии представляется целесообразным назначение эмпирической антибактериальной терапии.

При наличии факторов, свидетельствующих о случае, подозрительном на COVID-19, пациентам вне зависимости от вида оказания медицинской помощи проводится комплекс клинического обследования для определения степени тяжести состояния, включающий сбор анамнеза, физикальное обследование, исследование диагностического материала с применением метода амплификации нуклеиновых кислот, пульсоксиметрию. По результатам проведенного комплекса клинического обследования решается вопрос о виде оказания медицинской помощи и объеме дополнительного обследования [4]. Диагноз COVID-19 подтверждается результатами лабораторных исследований (полимеразная цепная реакция (ПЦР), серологические тесты), а также данными инструментальной диагностики (компьютерной томографии) [2].

В работах зарубежных исследователей подтверждается высокая чувствительность и специфичность в обнаружении РНК SARS-CoV-2. Однако точность лаборатор-

ных тестов на SARS-CoV-2 остается спорным вопросом. По некоторым данным, самые высокие уровни РНК SARS-CoV-2 определяются в первую неделю заболевания по сравнению с более поздними стадиями [8]. Результаты лабораторной верификации инфекции зависят также типа исследуемого материала. В исследовании Wang W. et al. вирусная РНК чаще определялась в бронхоальвеолярном лаваже и мокроте по сравнению с мазком из ротоглотки [15].

В исследовании Сеченовского университета сказано, что полученные результаты аналогичны данным по США, где от 42 до 51,8% людей получают ложноотрицательный результат теста ПЦР. В целом же уровень таких результатов колеблется от 20 до 66% — в зависимости от давности появления симптомов, поэтому результаты должны быть интерпретированы с осторожностью. Массовое тестирование лиц, не болевших COVID-19 (т.е. популяции с низкой частотой анти-SARS-CoV-2), может генерировать большое число ложноположительных результатов, значительно превышающее число истинно положительных результатов.

Серологические тесты позволяют выявить наличие специфических IgM- и IgG-антител к вирусу или наличие антигена в организме [2].

У большинства инфицированных SARS-CoV-2 специфические антитела различных классов появляются через 1–2 недели от начала симптомов.

В одном из исследований к 5–7 дню они были выявлены у 40–55% пациентов, госпитализированных по поводу COVID-19, а через 17–19 дней обнаруживались у 100% пациентов [14]. При этом сероконверсия (т.е. появление специфических антител в сыворотке) сопровождалась нарастанием титра антител в 2–4 раза за время наблюдения (до 27 дня от начала симптомов).

По другим данным, сероконверсия у инфицированных SARS-CoV-2 с наличием симптомов происходит в среднем через 10–15 дней [13].

Важно и то, что у большинства пациентов, перенесших COVID-19, в том числе в легкой форме, появляются специфические функциональные, т.е. вируснейтрализующие антитела, которые обеспечивают эффективный иммунитет. Через две недели от начала симптомов такие антитела были обнаружены у 94% пациентов с COVID-19 [5].

Параллельно с антительным ответом активно вырабатывается клеточный иммунитет к SARS-CoV-2: в течение 2–4 недель после инфицирования формируется пул вирусспецифических Т-лимфоцитов.

В анализах крови для пациентов с COVID-19 характерны лейкопения, лимфопения, тромбоцитопения, повышение уровня С-реактивного белка (СРБ) и D-димеров, ферритина, активности лактатдегидрогеназы (ЛДГ), ускорение СОЭ [10]. Известно, что уровень СРБ коррелирует с прогнозом, выраженностью и распространенностью воспалительной инфильтрации при пневмонии. Быстрое и значимое увеличение уровня СРБ может указывать на присоединение вторичной бактериальной инфекции [1].

По результатам КТ органов грудной полости для больных COVID-19, осложнившейся пневмонией, наиболее типичны полисегментарные двусторонние субплевральные изменения по типу «матового стекла», инфильтраты в разных долях и интерстициальные изменения [5,12].

Таким образом, ранняя диагностика COVID-19 остается актуальной проблемой современной медицины.

Согласно Временным методическим рекомендациям Минздрава России 6-й версии, основным подходом к терапии COVID-19 должно быть упреждающее назначение лечения до развития полного симптомокомплекса жизнеугрожающих состояний, а именно пневмонии, респираторного дистресс-синдрома, сепсиса. В рамках оказания медицинской помощи необходим мониторинг здоровья пациента для выявления признаков ухудшения его клинического состояния. Лечение коморбидных состояний и осложнений осуществляется в соответствии с клиническими рекомендациями, стандартами медицинской помощи по данным заболеваниям, состояниям и осложнениям [3].

Для проведения этиотропной терапии могут быть использованы препараты фавипиравир, ремдесивир, умифеновир, гидроксихлорохин, азитромицин (в сочетании с гидроксихлорохином), интерферон-альфа. Использование данных препаратов в режиме «off-label» (то есть применение с медицинской целью не соответствует инструкции по медицинскому применению) для оказания медицинской помощи пациентам с COVID-19 базируется на международных рекомендациях, а также согласованных экспертных мнениях, основанных на оценке степени пользы и риска при использовании терапии в режиме «off-label».

Также обсуждается роль эффективности и безопасности применения глюкокортикоидов и таргетных препаратов в качестве патогенетической терапии у пациентов с тяжелым/критическим течением коронавирусной инфекции.

В период восстановления нарушенных функций органов для улучшения микроциркуляции патогенетическая терапия должна включать дезагреганты, антикоагулян-

ты (прямые и непрямые), антиоксиданты (аскорбиновая кислота, токоферол). Применение иммуномодуляторов, препаратов, улучшающих метаболизм, гепатопротекторов рассмотрено в недавно опубликованных Рекомендациях по ведению больных с COVID-19 и различного рода заболеваниями печени (в том числе и после гепатотрансплантации) European Association Study of Liver (EASL) и European Society of Clinical Microbiology and Infection Diseases (ESCMID).

Сложности в своевременной диагностике данной патологии, трудности при подборе эффективных схем лечения свидетельствуют о необходимости изучения клинических случаев пациентов.

Приводим собственное клиническое наблюдение пациента с пневмонией, ассоциированной с новой коронавирусной инфекцией COVID-19.

Пациент Б., 60 лет поступил в инфекционное отделение 25.05.2020 г. с жалобами на кашель с трудноотделяемой мокротой. Считает себя больным с 18.05.2020 г., когда появились боли в груди, повышение температуры тела до 38,5–39 °С. За медицинской помощью не обращался, лечился самостоятельно. Эпидемиологический анамнез не отягощен. Пациент за предшествующие госпитализации 14 дней отрицает зарубежные поездки, а также контакты с лицами, имеющими лабораторно подтвержденный COVID-19 или находящимися на карантине. Из сопутствующей патологии у пациента имеются: ИБС. Фибрилляция предсердий, пароксизмальная форма. Стабильная стенокардия напряжения II ст. Гипертоническая болезнь III ст. Риск сердечно-сосудистых осложнений (ССО) 4. Артериальная гипертензия 1 ст. Хроническая сердечная недостаточность (ХСН) 2А ст. III ф.кл. Ожирение алиментарно-конституциональное I ст. Сахарный диабет 2 тип.

При поступлении состояние больного средней степени тяжести. Грудная клетка правильной формы. При аускультации легких выслушивается везикулярное ослабленное дыхание справа, единичные сухие хрипы. Голосовое дрожание несколько ослаблено справа, там же отмечается притупление перкуторного звука. Определяется одышка, частота дыхания 20–22 мин. Сердечные тоны приглушены, ритмичные. Частота сердечных сокращений 98 в мин. Язык влажный, налета нет. Живот мягкий, доступен глубокой пальпации, безболезненный. Печень по краю реберной дуги, эластичной консистенции, край заострен, безболезненный. Селезенка не увеличена. Мочеиспускание не нарушено, регулярное. Стул в норме. Температура тела 36,2 °С. АД 140/80 мм.рт.ст. на обеих руках.

В отделении при поступлении выполнено стандартное обследование. Общий анализ крови: лейкоциты —

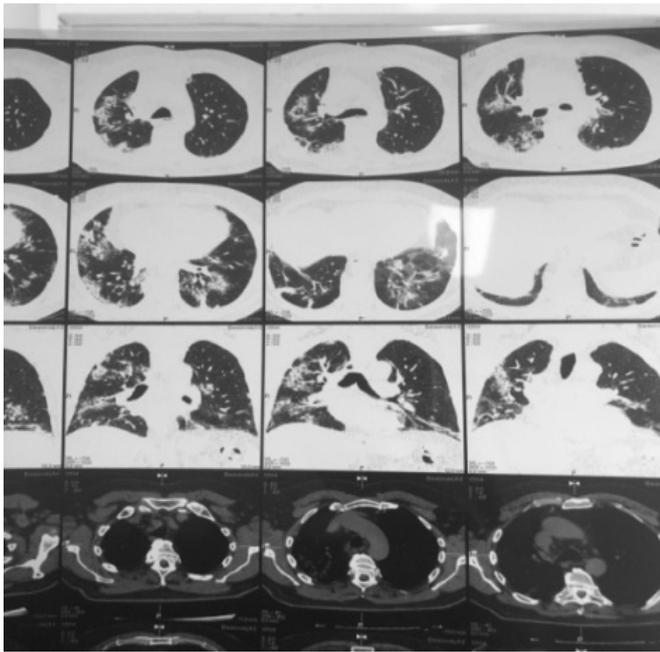


Рис. 1. Пациент Б., 60 лет.
Мультиспиральная компьютерная томография органов грудной полости при поступлении (описание в тексте)

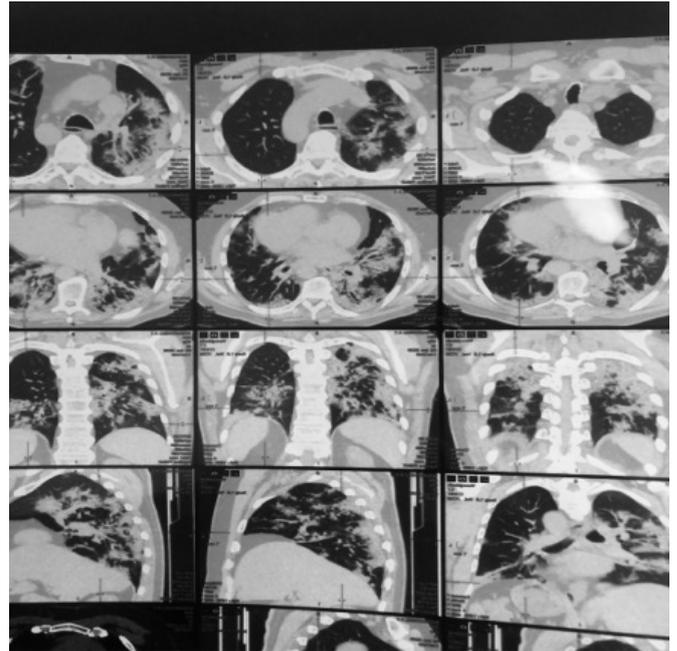


Рис. 2. Пациент Б., 60 лет.
Мультиспиральная компьютерная томография органов грудной полости в динамике (описание в тексте)

8,7×10⁹/л, эритроциты — 4,8×10¹²/л, гемоглобин — 155 г/л, СОЭ — 5 мм/ч, эозинофилы — 8%, палочкоядерные нейтрофилы — 3%, сегментоядерные нейтрофилы — 79%, лимфоциты — 8%, моноциты — 2%. Биохимический анализ крови: общий белок — 66 г/л, альбумин — 72 г/л, мочевины — 6,8 ммоль/л, АСТ — 36 ед/л, АЛТ — 60 ед/л, креатинин — 68 ммоль/л, билирубин общий — 6 мкмоль/л, непрямой билирубин — 4 мкмоль/л, прямой билирубин — 2 мкмоль/л, глюкоза — 9,8 ммоль/л, холестерин — 4,2 ммоль/л, СРБ — 99,9 мг/л, калий — 3,5 ммоль/л, натрий — 138 ммоль/л, тимоловая проба — 1,0 ед, гамма-ГТП — 103 ед. САСС-гемостазиограмма: ПТИ — 104%, фибриноген — 4,8 г/л. Анализ крови на гепатиты В и С, ВИЧ, сифилис отрицательные. Общий анализ мочи — без патологии. Копрологическое исследование в пределах нормы. Лабораторная диагностика COVID-19: РНК SARS-CoV-2 при исследовании мазка из носа и ротоглотки с помощью метода ПЦР не обнаружена. По данным пульсоксиметрии SpO₂ 93%.

Мультиспиральная компьютерная томография органов грудной полости (МСКТ ОГП) от 25.05.2020 г.: МСКТ-картина полисегментарных зон консолидации в S5, S8, S9, S10 правого легкого, в S8, S9, S10 левого легкого, полисегментарных субплевральных участков инфильтраций в S2 и S6 правого легкого и S1/2, S5 и S6 левого легкого (вероятно тяжелое течение пневмонии). Признаки хронического бронхита. Лимфаденопатия средостения. Признаки кардиомегалии (рис. 1).

С учетом клинико-лабораторных данных, заключения МСКТ ОГП и отсутствия убедительных данных за наличие COVID-19 больному установлен клинический диагноз: Основной: Внебольничная двухсторонняя полисегментарная пневмония, средней степени тяжести. Осложнения: Дыхательная недостаточность (ДН) II степени, SpO₂ 88%. Сопутствующий: ИБС. Стабильная стенокардия напряжения II ст. Гипертоническая болезнь III ст. Риск ССО 4. АГ 1 ст. ХСН 2А ст. III ф. кл. Ожирение алиментарно-конституциональное I ст. Сахарный диабет 2 тип.

В отделении назначена следующая терапия: оксигенация, азитромицин 500 мг 1 раз в день внутривенно капельно № 3, левофлоксацин 5/100 2 раза в сутки внутривенно капельно № 10, цефтриаксон 2,0+сульбактам 2,0 2 раза в сутки внутривенно струйно № 10, дексон 12 мл 1 раз в сутки внутривенно струйно № 5, гриппферон 2000 МЕ 5 раз в сутки, арпефлю 200 мг 4 раза в день, амброксол 30 мг 3 раза в день, фраксипарин 4,0 мл 2 раза в сутки подкожно № 10, омега-3 20 мг 2 раза в сутки, бифидумбактерин по 2 пакетика 3 раза в сутки постоянно, жаропонижающие при повышении температуры тела более 38 °С.

На фоне проводимого лечения у больного было отмечено клиническое улучшение, однако при повторной МСКТ ОГП от 05.06.2020 г. определялась отрицательная динамика в виде появления новых участков инфильтра-



Рис. 3. Пациент Б., 60 лет. Мультиспиральная компьютерная томография органов грудной полости при амбулаторном наблюдении больного (описание в тексте)

ции с интерстициальным компонентом полисегментарно в обоих легких (рис. 2).

Кроме того, имело место нарастание лейкоцитоза в крови до $21,5 \times 10^9$ /л, ускорение СОЭ до 20 мм/ч, снижение концентрации альбумина, увеличение уровня АЛТ.

После выписки из стационара больной получал лечение в амбулаторных условиях под наблюдением пульмонолога/инфекциониста в течение 4 месяцев. На фоне проводимой терапии отмечена положительная динамика в виде купирования дыхательной недостаточности, нормализации уровня лейкоцитов периферической крови и СОЭ, а также улучшения рентгенологической картины. Общий анализ крови от 06.08.2020 г.: лейкоциты $6,1 \times 10^9$ /л, СОЭ 3 мм/ч. Биохимические показатели крови от 28.08.2020 г.: общий белок 83 г/л, альбумин — 44 г/л, АСТ — 28 МЕ/л, АЛТ — 40 МЕ/л, гама-ГТП — 98 Ед/л, ЛДГ — 321 Ед/л, тимоловая проба — 7 Ед, СРБ — отрицательный.

По данным МСКТ-ОГП от 27.08.2020 г. определяется положительная динамика в виде формирования участков интерстициального фиброза и участка консолидации в S5 сегменте правого лёгкого и в базальных сегментах нижней доли левого лёгкого, уменьшение размеров лимфатических узлов средостения (рис. 3).

Пациенту выполнен анализ крови на антитела к COVID-19 в динамике: 17.06. 2020 г.: Ig M — 7,9, Ig G — 9,8; 21.07.2020 г.: Ig M — 2,3, Ig G — 9,4; 26.08.2020 г.: Ig M — отр., Ig G — 13,7.

Таким образом, с учетом клинической картины заболевания, динамики антител к COVID-19 и характерной МСКТ-картины в легких пациенту был установлен диагноз: остаточные изменения после перенесённой

внебольничной двухсторонней полисегментарной пневмонии в виде формирования участков интерстициального фиброза и консолидации в S5 правого лёгкого, ассоциированной с новой коронавирусной инфекцией COVID-19, неуточнённой. ДН 0 ст., SpO₂–98%.

Заключение

На сегодняшний день продолжается активное изучение клинических и эпидемиологических особенностей новой коронавирусной инфекции COVID-19. Убедительная доказательная база в отношении тактики ведения таких больных еще не сформировалась. В этой связи значимая роль отводится клиническому опыту медицинских учреждений, занимающихся диагностикой и лечением пациентов с пневмонией и коронавирусной инфекцией, вызванной вирусом COVID-19. Рекомендованный лечебно-диагностический алгоритм при инфекции COVID-19 во многом основан на описанных в настоящее время серийных или единичных наблюдениях, которые нередко опираются на результаты исследований *in vitro* или экстраполированные косвенные результаты [5]. Оптимальный подход к ведению таких больных по-прежнему остается дискуссионным вопросом. Данное клиническое наблюдение демонстрирует сложности установления диагноза пневмонии, ассоциированной с новой коронавирусной инфекцией COVID-19, в рутинной клинической практике. Следует отметить, что на момент госпитализации представленного нами пациента действовала версия 6 «Временных методических рекомендаций по профилактике, диагностике и лечению новой коронавирусной инфекции COVID-19» (28.04.2020). В данных рекомендациях главная роль в диагностике текущей инфекции отводится обнаружению РНК SARS-CoV-2 методами амплификации нуклеиновых кислот, тогда как выявлению Ig класса G придается вспомогательное значение. В приведенном нами клиническом примере отсутствие отягощенного эпидемиоло-

гического анамнеза, неоднократные отрицательные результаты исследования мазка из зева методом ПЦР на РНК SARS-CoV-2 не позволили установить наличие инфекции COVID-19 в стационаре. Известно, что на первой неделе заболевания происходит максимальное выделение вируса из ротоглотки и, соответственно, наибольшая частота обнаружения вирусной РНК методом ПЦР [7]. В описанном случае пациент поступил в стационар на 8-е сутки заболевания, что, возможно, объясняет повторные отрицательные результаты ПЦР на РНК SARS-CoV-2. Вместе с тем, приведенный клинический пример показывает важность дальнейшего амбулаторного наблюдения больного пнев-

монией с регулярным клинико-лабораторно-инструментальным контролем, в том числе, определением уровня Ig класса G и M в соответствии с последними рекомендациями, что в данном случае позволило установить диагноз перенесенной COVID-19-ассоциированной пневмонии. Обобщение клинического опыта медицинских учреждений по ведению пациентов с COVID-19, прицельная оценка полученных данных, продолжающиеся клинические исследования предоставят возможность более подробно изучить патогенетические и клинические аспекты заболевания и усовершенствовать подходы к лечению таких больных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баздырев Е. Д. Коронавирусная инфекция — актуальная проблема XXI века // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. — 2020. — Т. 9, № 2. — С. 6–16.
2. Бевова М. П., Нетесов С. В., Аульченко Ю. С. Новая коронавирусная инфекция COVID-19 // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. — 2020. — Т. 38, № 2. — С. 51–58.
3. Временные методические рекомендации Минздрава России: Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19), версия 8 (03.09.2020). — М.: Минздрав РФ, 2020. — 226 с.
4. Малиникова Е. Ю. Новая коронавирусная инфекция. Сегодняшний взгляд на пандемию XXI века // Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. 2020. Т. 9, № 2. С. 18–32. DOI: 10.33029/2305–3496–2020–9–2–18–32.
5. Сперанская А. А. Лучевые проявления новой коронавирусной инфекции COVID-19 // Лучевая диагностика и терапия. — 2020. — Т. 11, № 1. — С. 18–25.
6. Стулова М. В., Кудряшева И. А., Полунина О. С., Черенова Л. П., Аршба Т. Е., Лисина О. А., Казакова Е. А. Сравнительный клинико-лабораторный анализ COVID-19 ассоциированной пневмонии с внебольничной пневмонией бактериальной этиологии // Современные проблемы науки и образования. — 2020. — № 3. — С. 134.
7. COVID-19 Investigation Team. Clinical and virologic characteristics of the first 12 patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) in the United States // Nature Medicine. — 2020. — Vol. 26, No. 6. — P. 861–868.
8. Goyal P, Choi J. J., Pinheiro L. C., Schenck E. J., Chen R., Jabri A., Satlin M., Campion T. R. Jr., Nahid M., Ringel J. B., Hoffman K. L., Alshak M. N., Li H. A., Wehmeyer G. T., Rajan M., Reshetnyak E., Hupert N., Horn E. M., Martinez F. J., Gulick R. M., Safford M. M. Clinical characteristics of COVID-19 in New York city // The New England Journal of Medicine. — 2020. — Vol. 382, No. 24. — P. 2372–2374.
9. Guan W. J., Ni Z. Y., Hu Y., Liang W. H., Ou C. Q., He J. X. et al. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China // N. Engl. J. Med. — 2020. — Vol. 382, No. 18. — P. 1708–1720.
10. Holshue M. L., DeBolt C., Lindquist S. et al. First case of 2019 novel coronavirus in the United States // N Engl J. Med. — 2020. — No. 382. — P. 929–936.
11. Huang C., Wang Y., Li X., Ren L., Zhao J., Hu Y., Zhang L., Fan G., Xu J., Gu X., Cheng Z., Yu T., Xia J., Wei Y., Wu W., Xie X., Yin W., Li H., Liu M., Xiao Y., Gao H., Guo L., Xie J., Wang G., Jiang R., Gao Z., Jin Q., Wang J., Cao B. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China // The Lancet. — 2020. — Vol. 395, No. 10223. — P. 497–502.
12. Kanne J. P. Chest CT findings in 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) infections from Wuhan, China: key points for the radiologist // Radiology. — 2020. — Vol. 295, No. 1. — P. 16–17.
13. Kellam P., Barclay W. The dynamics of humoral immune responses following SARS-CoV-2 infection and the potential for reinfection. J Gen Virol. 2020 May 20. DOI: 10.1099/jgv.0.001439.
14. Long Q. X., Liu B. Z., Deng H. J., Wu G. C., Deng K., Chen Y. K., et al. Antibody responses to SARS-CoV-2 in patients with COVID-19. Nat Med. 2020 Apr 29. DOI: 10.1038/s41591–020–0897–1.
15. Wang W., Xu Y., Gao R., Lu R., Han K., Wu G., Tan W. Detection of SARS-CoV-2 in different types of clinical specimens // JAMA. — 2020. — Vol. 323, No. 18. — P. 1843–1844.

© Лавренюк Владимир Валерьевич (lavrenyuk_90@bk.ru), Симакова Анна Ивановна (anna-inf@yandex.ru),

Ли Ирина Валерьевна (irinalee67@mail.ru), Ковалевский Леонид Олегович (lonya787@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИЗМЕНЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБОВ У ДЕТЕЙ ДО 3 ЛЕТ, ПЕРЕНЕСШИХ ГИПОКСИЮ ПЛОДА ВНУТРИУТРОБНО

CHANGES IN THE HARD TISSUES OF TEETH IN CHILDREN UNDER 3 YEARS OF AGE WHO UNDERWENT FETAL HYPOXIA IN UTERO

**O. Makarchuk
S. Gromova**

Summary. Intrauterine fetal hypoxia is quite common, which can be both acute and chronic condition. The causes of hypoxia are quite extensive. In turn, this state of the fetus affects the laying and development of tissues, including temporary and permanent teeth. In this review we consider the types of intrauterine hypoxia, pathological processes that develop in the body as a whole and locally. Hard tissues of the teeth begin to be laid, develop and Mature, starting from the 6th week of intrauterine development and in the subsequent period of pregnancy corresponds to the period of formation of teeth. Manifestations of anomalies of enamel, dentin and cement are fully detected in children under 3 years of age and older. Careful collection of history of pregnancy, in conjunction with the detected anomalies of hard tissues of the teeth are able to establish the timing of intrauterine hypoxia and determine the degree of its impact on the development of teeth.

Keywords: intrauterine hypoxia, enamel, dentin, cement, hard tissues of teeth.

Макарчук Ольга Анатольевна

Врач-стоматолог, КОГБУЗ «Кировский клинический стоматологический центр»; Ассистент, Кировский государственный медицинский университет
olgamakarchuk79@mail.ru

Громова Светлана Николаевна

К.м.н., доцент, Кировский государственный медицинский университет

Аннотация. Внутриутробная гипоксия плода является достаточно распространенным явлением, которое может быть, как острым, так и хроническим состоянием. Причины развития гипоксии достаточно обширны. В свою очередь такое состояние плода влияет на закладку и развитие тканей, в том числе временных и постоянных зубов. В приведенном обзоре рассматриваются виды внутриутробной гипоксии, патологические процессы, которые развиваются как в организме в целом, так и локально. Твердые ткани зубов начинают закладываться, развиваться и созревать, начиная с 6-й недели внутриутробного развития и в последующем каждому сроку беременности соответствует свой период формирования зубов. Проявления аномалий развития эмали, дентина и цемента обнаруживаются в полной мере у детей до 3-х летнего возраста и старше. Тщательный сбор анамнеза ведения беременности, в совокупности с обнаруженными аномалиями твердых тканей зубов способны установить сроки развития внутриутробной гипоксии и определить степень ее влияния на развитие зубов.

Ключевые слова: внутриутробная гипоксия, эмаль, дентин, цемент, твердые ткани зубов.

Ранний детский кариес является самой распространенной медицинской проблемой детей первых 3-х лет жизни. Данное заболевание является актуальным в здравоохранении всех стран мира [7, с. 44]. Шведские исследователи установили возрастание распространения раннего кариеса с возрастом: у годовалых детей распространенность составляет порядка 0,5%, к 2-х годовалому возрасту, она возрастает до 8%, к 3-м годам — до 28%. В Польше распространенность кариеса у годовалых детей составила около 20,5%. В Германии показатель колеблется до 20,3%. В США ранний кариес — самое распространенное заболевание детского возраста среди хронических: встречается чаще астмы в 5 раз, хронического бронхита — в 14 раз. Среди населения северных штатов распространенность раннего кариеса достигала 72%. Иранские дети подвержены раннему кариесу на 19,5–44%. Для Голландии встречаемость заболевания составила 9,3%. В Белоруссии (в частности, в городе Минске) встречаемость раннего кариеса у годовалых детей отмечалась на уровне 9,7%, у 2-х летних

детей — 25% и к 2,5 годам достигала распространенности в 33%. В среднем по России встречаемость кариеса зубов у трехлетних детей варьирует в пределах 50–60%, в зависимости от региона [7, с. 44].

Распространенность раннего кариеса объясняется многофакторностью данного заболевания. Так в Хабаровском крае, дефицитном по фтору, распространенность кариеса зубов у детей 2-х лет в сельских районах составляет 57,2%, в г. Хабаровске — 51,2%; к 3-х летнему возрасту показатель возрастает до 80,5% и 77% соответственно [2].

Для развитых странах, встречаемость раннего кариеса составляет до 12%. Однако для популяций с низким социально-экономическим развитием уровень заболеваемости ранним кариесом достигает 70–90% [1, с. 44; 8].

Среди факторов, предшествующих развитию раннего детского кариеса особое место занимает гипоксия

ческое состояние организма, начинающееся с неблагоприятного течения беременности и связанные с этим патологии [7, с. 44]. Гипоксия — понижение содержания кислорода в тканях (кровь, ткани, клетки, органы), наблюдается в условиях нарушения снабжения организма кислородом и отражает ту или иную степень кислородного голодания организма. В результате кислородного голодания в тканях возникает дисбаланс регуляторных и защитных систем организма, сопровождающийся интенсификацией свободно-радикальных процессов, усилением перекисного окисления липидов. На стадии декомпенсации защитных, антиоксидантных систем резко активируется гликолиз, падает содержание АТФ в клетках, возникает лактат-ацидоз, что может быть причиной возникновения ряда самостоятельных заболеваний. Повышение лактата на поверхности зубов в области бактериального обсеменения зубного налета, зубных бляшек — известный фактор риска кариеса. Однако меньше обсуждается значение повышенного количества лактата в слюне, возможно, в связи с тем, что у соматически здоровых детей этот фактор риска кариеса присутствует непостоянно, а риск кариеса чаще обусловлен недостаточной гигиеной полости рта, погрешностями в питании и т.д. В многочисленных работах было доказано наличие нарушений функций митохондрий и тканевой гипоксии у детей с хроническими врожденными и наследственными заболеваниями сердечно-сосудистой, центральной нервной систем, при соединительнотканых болезнях. Такие заболевания характеризуются повышением содержания молочной кислоты в крови, снижением толерантности к физической нагрузке. Внутриутробной гипоксией плода называют патологическое состояние, которое возникает при нарушении в снабжении его кислородом или неадекватной утилизации кислорода тканями и органами. Внутриутробная гипоксия является причиной развития многочисленных патологий плода и продолжает оказывать влияние на развитие организма детей после рождения. Выраженность патологических изменений во многом зависит от тяжести и длительности гипоксии плода. Внутриутробная гипоксия является первичной или предшествующей патологией. Различают антенатальную (до родовой деятельности), интранатальную (кислородная недостаточность периода родового акта) и перинатальную (после рождения). Внутриутробная гипоксия может быть обусловлена недостаточностью фетоплацентарного комплекса и болезнями самого плода. Выделяют гипоксию плода, обусловленную заболеваниями матери, сопровождающихся гипоксией и гипоксемией. Классификация по длительности протекания патологии выделяет хроническую внутриутробную гипоксию (ХВГ) плода, с длительностью периода от нескольких суток до недель, и острую гипоксию, с продолжительностью от нескольких минут до часов, чаще всего развивается во время родов.

Газообмен плода определяют следующие факторы: содержание в крови матери кислорода, углекислого газа; состояние кровотоков: маточного, маточно-плацентарного, фетоплацентарного; состояние кровообращения плода. Не полноценность одного или нескольких факторов вызывает компенсаторно-приспособительные реакции, основными из которых будут возрастание скорости кровотока плаценты, ее гиперплазия, увеличение в фетальной зоне емкости капиллярного русла плаценты, ускорение кровотока плода. Ведущей причиной острой и хронической внутриутробной гипоксии плода является недостаточность фетоплацентарного комплекса. Выделяют фетоплацентарную недостаточность первичную и вторичную. К первичной приводят аномалии развития плаценты: аномальное прикрепление, отслойка плаценты, восполнение, петрификация, аномалии и патологии пуповины, возникающие до 16-й недели развития плода (имплантация, эбриогенез и плацентация). Вторичная фетоплацентарная недостаточность возникает при токсикозах беременности, экстрагенитальных заболеваниях матери (сахарный диабет, заболевания сердечно-сосудистой системы, нефропатии после 16-й недели гестации на фоне сформированной плаценты). В патогенезе острой и хронической гипоксии стартовым фактором развития процесса является кислородная недостаточность, порождающая кислородное голодание тканей плода. Развитие патологического процесса будет определено фактором времени. Хроническая гипоксия характеризуется умеренной кислородной недостаточностью, и при длительном сохранении вызывает развитие в организме плода приспособительных реакций к условиям существования: усиление тканевого дыхания, повышение анаэробного гликолиза, снижение концентрации возбуждающего тканевые процессы глутамата, а также глицина, янтарной кислоты и прочих веществ. Происходит активация эритропоэза, возрастает число эритроцитов крови, увеличение её вязкости.

Гипоксия активирует функциональную активность надпочечников, повышает выработку и экскрецию их гормонов, приводящее к перераспределению крови с централизацией кровообращения. Повышенная вязкость крови, ее перераспределение изменяют микрогемодинамику плода: замедление кровотока капиллярного русла, сладжировка элементов крови с секвестрацией и повышением местного свертывающего потенциала крови, и как следствие, с локальным микротромбообразованием. Усугубляется газообмен тканей, обостряя гипоксию, нарушается васкуляризация тканей, создается ситуация их микроциркуляторной блокады, что неизбежно приводит к нарушениям в эмбриогенезе.

Нарушенный дыхательный метаболизм клеток обеспечивает транспорт ионов натрия, молекул воды внутрь клеток вместо утраченных ионов калия. Открываются

медленные кальциевые каналы, выход свободного кальция эндоплазматического ретикулума снижается. Избыточное накопление ионов кальция клетками вызвано ослаблением активности кальциевого насоса. Повышенная активность в клетках липаз, протеаз, протеинкиназы С, усиливают процессы свободнорадикального окисления, тем самым повышая концентрацию синглетного иона кислорода, отличающегося своей токсичностью. Образовавшиеся метаболиты разрушают компоненты клеток, приводя к некрозу [3, с. 640].

Происходящие при хронической гипоксии гемодинамические, метаболические изменения вызывают на тканевом уровне два основных повреждения: геморрагический инфаркт, вследствие микротромбообразования с развитием потребления тромбоцитов, и ишемию (лейкомаляцию) [1, с. 24; 9, с. 21].

Процессы, происходящие в организме плода, сказываются на всех его клетках и тканях. Зубы развиваются вместе с развитием плода, внутриутробно. В период формирования на них влияют все те же факторы среды, что и на плод, которые отражаются на скорости формирования зубов, минерализации и сроках прорезывания. Период закладки зачатков зубов и их внутричелюстного формирования характеризуется образованием зачатков зубов, их дифференцировкой, гистогенезом и первичной минерализацией твердых тканей.

Развитие и обызвествление эмали зубов происходит в определенной последовательности: на 18–19-й неделе внутриутробного развития обызвествляется 1/3 коронки и режущий край резцов, режущий край клыков и медиально-щечный бугорок первых временных больших коренных зубов; на 20–25 недели продолжается минерализация резцов, обызвествление режущего края клыков практически завершается, ускоряется минерализация щечных бугорков первых временных коренных зубов, начинается минерализация щечно-медиальных бугорков вторых временных больших коренных зубов, возникают участки обызвествления язычно-медиальных бугорков; на 26 неделе продолжается минерализация временных клыков и резцов, продолжается минерализация временных больших коренных зубов; на 32 неделе продолжается минерализация временных клыков и резцов, продолжается формирование и минерализация прочих временных зубов; к 36 неделе развития плода обызвествление поверхности временных резцов практически завершается (кроме пришеечного участка), процесс минерализации распространяется на аппроксимальные поверхности первых временных моляров, повышается интенсивность минерализации временных коренных зубов. К рождению у ребенка минерализация временных зубов завершена не полностью. Развитие постоянных зубов начинается с 5-го месяца эмбриогенеза, к 25-й неделе внутриутробного развития начинает формироваться зачаток первого постоянного большого коренного зуба, на 8-м месяце развития плода происходит закладки зачатков постоянных клыков и резцов. Закладка зачатков 16 постоянных зубов происходит в эмбриональном периоде. Обызвествление твердых тканей постоянных зубов происходит преимущественно после рождения ребенка [6, с. 256].

Влияние неблагоприятных факторов внутриутробного развития на формирование временных и постоянных зубов отмечается многими авторами [11]. Во время гипоксии, наряду с многочисленными негативными влияниями на ткани, прежде всего нарушается их питание. В ответ на неблагоприятные условия в организме начинают включаться адаптационные механизмы [8, с. 17].

Гипоксическое состояние вызывает в организме различные приспособительные перестройки, в том числе и на генном уровне.

Три типа твердых тканей зубов, эмаль, дентин и цемент, формируются через специализированные клеточные и биохимические пути. Эти достаточно сложные механизмы контролируются генами и находятся под влиянием эпигенетических и экологических факторов [14, с. 15].

Учеными в 2015 году были опубликованы результаты исследований по влиянию гипоксии на процессы преобразования белков эмали. Целью исследования было изучение влияния гипоксических состояний на экспрессию генов эмали и секрецию щелочной фосфатазы (ALP), лактатдегидрогеназы (LDH), цитокинов и интерлейкинов клеточной линией, происходящей из амелобластов. Клетки, полученные из мышинного амелобласта (клетки LS-8), подвергали воздействию 1% кислорода в течение 24 и 48 часов и собирали через 1, 2, 3 и 7 дней. Влияние культуры в условиях гипоксии на экспрессию генов структурного матрикса эмали и на секрецию цитокинов и интерлейкинов, а также ALP и LDH в среде для культивирования клеток рассчитывали относительно экспрессии и секреции этих факторов необработанными клетками (контроли) в каждый момент времени. Гипоксия усиливала экспрессию структурных генов эмалевого матрикса амелогенина, амелобластина и эмалелина, а также металлопротеиназы-20 эмалевого протеазы. Экспрессия индуцируемого гипоксией фактора 1-альфа и секреция некоторых факторов васкуляризации и провоспалительных факторов были повышены через 24 и 48 ч гипоксии. Активность ALP снижалась через 24 и 48 ч гипоксии, тогда как уровень LDH в среде для культивирования клеток был выше через 24 ч в условиях гипоксии по сравнению с 48 ч. Гипоксическое воздействие может нарушать контролируемую тонко настроенную экспрессию и обра-

ботку генов эмали и способствовать секреции провоспалительных факторов.

Патологии путей развития тканей зубов могут привести к снижению количества произведенной ткани и/или низкое качество минерализация, если затронутые гены отвечают преимущественно за формирование зубных тканей, таких как амелогенин в эмали, несомненно страдает строение зубов [12, с. 210].

Влиянии негативных факторов во время внутриутробного развития распространяется и не специфические гены, которые участвуют как в формировании зубов, так и в формировании других тканей, такие как гены ламинин-332 и коллаген тип XVII, генерализованные эффекты с участием других органы обнаруживаются в дополнение к зубным порокам.

Гипоксия, как негативный внутриутробный фактор развития твердых тканей зубов, будет проявляться в виде пороков или врожденных аномалий, на ряду с другими влияющими факторами, так как во время формирования и созревания тканей, как правило, на них воздействует совокупность факторов, выраженная в большей или меньшей степени.

В последнее время значительное внимание стали уделять роли витамина D в развитии твердых тканей зубов. Витамин D относится к группе жирорастворимых витаминов и принимает активное участие в различных метаболических процессах организма человека. Его основной функцией является регулирование баланса кальция и фосфора, которые участвуют в формировании и жизнедеятельности здоровой костной ткани.

Исследования последних нескольких лет показали гораздо более широкую роль витамина D, связанного с процессами старения, канцерогенеза, углеводного обмена, а также сопротивлением организма различным инфекциям.

Кариес является многофакторным заболеванием, его активность зависит от состава биопленки ротовой полости, углеводной диеты, состава слюны и генетических факторов. Кальций в слюне находится как в ионном, так и связанном состоянии. Считают, что около 15% кальция связано с белками, около 30% находится в комплексных связях с фосфатами, цитратами и др. и только 5% кальция находится в ионном состоянии, которое является наиболее активным, обеспечивает кариес-восприимчивость и кариес-резистентность зубов [4, с. 70].

В основе минерализующей функции слюны лежат механизмы, препятствующие выходу из эмали составляющих ее компонентов и способствующие поступлению

таких компонентов из слюны в эмаль. Эти механизмы и обеспечивают состояние динамического равновесия состава эмали и окружающей ее биологической жидкости — слюны, которая поддерживается на необходимом уровне благодаря равнодействию двух процессов — растворения кристаллов гидроксиапатита эмали и их образования [13, с. 80]. Состав слюны во многом определяется витамином D. Существует доказательство того, что дефицит витамина D может приводить к гипоплазии / гипоминерализации эмали, что, в свою очередь, может приводить к повышенному риску возникновения кариеса.

Легкоферментируемые углеводы (сахара и крахмалы) являются фактором риска для развития кариеса. Процесс ферментации приводит к образованию кислоты и образованию компонентов биопленки, таких как глюканы. Недостатки питательных микроэлементов, такие как витамин С, витамин D или витамин В12, связаны с началом и прогрессированием заболеваний, однако, биологические механизмы еще недостаточно изучены. Кроме того, более высокие значения 25 (ОН) D связаны с меньшим числом постоянных зубов, подверженных кариесу. Витамин D индуцирует образование кателицидина, обладающего антибиотическими свойствами, и играет важную роль в уничтожении бактерий, вызывающих кариес зубов. Bion R. East описана взаимосвязь распространённости кариеса и количества солнечных лучей за год. Витамин D является активным участником формирования слюны и одним из главных факторов резистентности зубов к кариесу. Основными источниками витамина D в организме человека являются синтез в кожных покровах и пища. Дермальный синтез составляет 90%, а пищевой –10% потребности в витамине D. Провитамин D — синтезируется в коже из 7-дегидрохолестерола под воздействием ультрафиолетового света с длиной волны 270–290 нм. При высоте солнца над горизонтом выше 45° (вторая половина весны и лето в умеренных широтах) необходимая для организма суточная потребность в провитамина D восполняется при 10–15 минутном облучении кожных покровов лица. Следует отметить, что при загаре в коже образуется меланин, блокирующий часть солнечного ультрафиолета, поэтому в загорелой коже синтез провитамина D требует больше времени. Загрязненность атмосферы, укороченный световой день в осенне-зимний период, одежда, укрывающая практически все тело, уменьшают выработку этого витамина и приводят к его дефициту. В современных условиях необходимо дополнительное употребление витамина D. Рекомендуемая ежедневная доза для детей 400 МЕ и для взрослого населения 800 МЕ. Для взрослых с гиповитаминозом D рекомендована ежедневная доза витамина D от 1500 до 2000 МЕ [49]. Сывороточный витамин D метаболизируется в кальцидиол [25 (ОН) D] прежде всего в печени и превращается

в его активную форму [1,25 (ОН) 2D] (или кальцитриол) в почках. Однако превращение витамина D в 25 (ОН) D, также, как и превращение 25 (ОН) D в гормональную форму — [1,25 (ОН) 2D] может также осуществляться и в других тканях, что способствует биологическому действию витамина D по аутокринным и паракринным путям.

Кальцитриол транспортируется белком-переносчиком по кровяному руслу к клеткам-мишеням и связывается с рецепторами на мембранах клеточных ядер. Активированные рецепторы запускают экспрессию генов, отвечающих за синтез белков транспорта ионов кальция. С помощью такого многоступенчатого механизма витамин D регулирует уровень кальция в крови. Снижение концентрации кальция / витамина D в сыворотке вызывает секрецию паратиреоидного гормона (ПТГ), что влияет на активацию [25 (ОН) D]. [1,25 (ОН) 2D] способствует кишечной и почечной абсорбции кальция и совместно с ПТГ активирует остеокласты, способствуя резорбции кости и освобождению кальция. Нарушение различных этапов формирования активной формы витамина D так же способно приводить к снижению его эффективности и развитию патологических состояний, в том числе и кариеса.

Аномалии эмали обычно выражаются всего несколькими способами: гипоплазия (уменьшение количества, проявляется в виде ямок, канавок, тонкой или отсутствующей эмали), гипоминерализация (сниженная минерализация проявляется как мягкая эмаль), гипоматурация (измененная прозрачность или не прозрачность, проявляющаяся как локально, так на всем зубе).

Гипоплазия эмали является результатом изменений, происходящих на стадии формирования матрицы. При

гипоминерализации и гипоматурации нарушаются процессы кальцификации и минерализации, проявляющиеся в виде нарушения однородности цвета, которые происходят в последние этапы накопления минералов.

В сравнении с гипоплазией эмали, гипоминерализация и гипоматурация характеризуются нормальным количеством эмалевой матрицы. Гипоматурация характеризуется бесцветностью, непрозрачностью и ломкостью.

У детей с пороками эмали наряду с проблемами в эстетическом виде зубов наблюдается повышенная чувствительность, риск развития кариеса, открытый прикус и плохая гигиена полости рта и передних отделов.

Аномалии дентина характеризуются в нарушении структуры и прочности ткани, проявляются опалесцирующим коричневым обесцвечиванием и, из-за нарушения поддерживающей функции, ломкости эмали, сильным стиранием зубов. Аномалии цемента по причине слабой выраженности встречаются достаточно редко, существуют в виде гипо- и гиперцементоза.

До трехлетнего возраста все пороки формирования и созревания временных зубов становятся явными. Тщательный сбор анамнеза протекания беременности, внимательное изучение патологий твердых тканей и их локализации способны установить взаимосвязи влияния внутриутробной гипоксии на твердые ткани зубов. К сожалению, до настоящего времени такие исследования либо единичны, либо отсутствуют вовсе и гипоксия, как фактор, влияющий на развитие зубов, упоминается в числе прочих негативных факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александрова Н. К. Допплерографическая оценка нарушений мозгового кровотока у новорожденных детей в раннем неонатальном периоде / Н. К. Александрова: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 1993.
2. Антонова А. А., Чирикова Е. Л. Распространенность и интенсивность кариеса зубов у детей раннего возраста в Хабаровском крае // Вестник Здоровье и образование в XXI веке. 2009. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rasprostranennost-i-intensivnost-kariеса-zubov-u-detey-rannego-vozrasta-v-habarovskom-krae>
3. Барашнев Ю. И. Перинатальная неврология / Ю. И. Барашнев. М., 2001.
4. Влияние буферной системы на реминерализацию твердых тканей зуба / М. Н. Митропанова [и др.] // Проблемы стоматологии. № 2. 2013.
5. Гаврюшов В. В. Церебральная гемодинамика и теплопродукция мозга у недоношенных детей. Церебральная ишемия / В. В. Гаврюшов М. С. Ефимов, И. Ю. Галкина. // Ультразвук. диагн. в акуш., гинек. и пед. № 3. 1994.
6. Гомонов В. В., Лаврова Э. Н., Фалин Л. И. Развитие и строение органов ротовой полости и зубов М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2002.
7. Кариес зубов у детей раннего возраста: учеб.-метод. пособие / Н. В. Шаковец, Н. В. Ковальчук. Минск: БГМУ, 2011.
8. Кисельникова Л. П. Роль фторидов в профилактике и лечении кариеса. Круглый стол / Клиническая стоматология. № 1. 2011.
9. Кудашов Н. И. Мозговой кровотока у новорожденных с асфиксией / Н. И. Кудашов, Н. В. Иванова. // Вопр. охр. мат. и дет. № 1. 1992.
10. Ожгина Н. В. Общие факторы риска возникновения гипоплазии эмали постоянных зубов у детей / Н. В. Ожгина Л. П. Кисельникова И. В. Аничкова // Общерос. науч.-практ. конф. детских стоматологов: сб. № 3. М., 2001.

11. Очирова Н.О., Шамас А. М. Роль протеинов на примере лизина в профилактике кариеса в стадии пятна у детей // Здоровье и образование в XXI веке. 2014. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-proteinov-na-primere-lizina-v-proflaktike-kariesa-v-stadii-pyatna-u-detey>
12. Сенников С.В., Альшевская А. А., Жукова Ю. В., Беломестнова И. А., Караулов А. В., Лопатникова Ю. А. «Плотность экспрессии рецепторов к иммунорегуляторным медиаторам как модулирующий компонент биологических эффектов медиаторов на клетку» (часть 1) // Медицинская иммунология, Т. 21, № 2. 2019.
13. Селина О. Б. Изменение минерального обмена твёрдых тканей зуба в рамках индивидуальной профилактики кариеса / О. Б. Селина // Морфофункциональные аспекты заболеваний твёрдых тканей зубов, пародонта и слизистой оболочки полости рта: сб. науч. тр., Воронеж. 2004.
14. Цой Е. Г. Влияние хронической внутриутробной гипоксии на постнатальную адаптацию у новорожденных и методы коррекции // Мать и Дитя в Кузбассе. № 2. 2004.
15. Шабалов Н. П. Неонатология. Т. 1 / Н. П. Шабалов. СПб., 1995.

© Макачук Ольга Анатольевна (olgamakarchuk79@mail.ru), Громова Светлана Николаевна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Кировский государственный медицинский университет

ЛЕПТОТРИХОЗ РОТОВОЙ ПОЛОСТИ: СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ КЛИНИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ И ПРИНЦИПЫ ЛЕЧЕНИЯ

ORAL LEPTOTRICHOSIS: MODERN ASPECTS OF CLINICAL COURSE AND TREATMENT PRINCIPLES

N. Maksimova

Summary. Purpose. Description of the clinical course and algorithm of complex dental treatment of oral leptotrichosis in elderly patients.

Methods. 36 patients were clinically examined with confirmed microbiological examination of the presence of *Leptothrichia buccalis* in the oral cavity.

Results and Summary. The developed scheme of complex treatment of oral leptotrichosis, taking into account the microbiological properties of *Leptothrichia buccalis*, allows to eliminate negative clinical manifestations and subjective sensations in elderly patients in the shortest possible time, without aggravating the exacerbation of background somatic diseases.

Keywords: leptotrichia buccalis, oral leptotrichosis, clinical course and treatment principles.

Максимова Наталья Владимировна

ФГБОУ ВО «Рязанский медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Рязань)
natali2411@bk.ru

Аннотация. Цель. Описание клинического течения и алгоритма комплексного стоматологического лечения лептотрихоза ротовой полости у пациентов пожилого возраста.

Методы. Клинически обследованы 36 пациентов с подтвержденным микробиологическим исследованием наличием *Leptothrichia buccalis* в ротовой полости.

Результаты и выводы. Разработанная схема комплексного лечения лептотрихоза ротовой полости с учетом микробиологических свойств *Leptothrichia buccalis* позволяет в минимальные сроки устранить негативные клинические проявления и субъективные ощущения у пациентов пожилого возраста, не усугубив при этом обострение фоновых соматических заболеваний.

Ключевые слова: лептотрихия буккалис, лептотрихоз ротовой полости, клиника, тактика лечения.

Интерес к изучению лептотрихоза ротовой полости связан со значительно возросшим количеством пациентов, обращающихся на стоматологический приём с жалобами на сильное нестерпимое чувство жжения полости рта. Прежде всего, следует отметить, что жалобы подобного характера указывают на значительную схожесть клинических проявлений при наличии грибковых инфекции, на связь с заболеваниями различных органов и систем организма, нарушениями обменных процессов, изменениями иммунного статуса и нервно-эндокринной системы.

Особое место среди заболеваний слизистой оболочки рта занимает лептотрихоз в связи с трудностью диагностики заболевания, жалобами как субъективного, так и объективного характера. В настоящее время лепто-

трихоз, вызываемый сапрофитом полости рта бактерией *Leptotrix buccalis*, отнесен к псевдомикотическим — вторичным поражениям слизистой [1,3].

Клинически заболевание активно проявляется при снижении резистентности организма на фоне ряда заболеваний слизистой ротоглотки и ЖКТ [4]. По данным ряда авторов, лептотрихоз относят к ВИЧ-ассоциированным заболеваниям [1,4,5].

Согласно микробиологическим исследованиям, лептотрихия (*Leptotrichia*) (от «leptos» — тонкие + «thrix» — волосы) представляет собой анаэробную грамотрицательную бактерию, относящуюся к семейству *Fusobacteriaceae*. Бактерия образует тонкие нити или «цепочки» (трихии) с сегментированными концами

и утолщением в центре диаметром 0,2–0,4 мкм, которые не ветвятся и не почкуются. Основываясь на том, что данная бактерия занимает промежуточное положение между бактериями и грибами, то зачастую клинически проявляется как псевдомикотическое поражение. По своим морфологическим данным, а также составу клеточной стенки и антигенной структуре *Leptotrichia buccalis*, является составной частью условно-патогенной (сапрофитной) микрофлоры полости рта. Излюбленной её локализацией служат складки слизистой оболочки, десневые карманы, ретромолярное пространство, очень много ее обнаруживается среди нитевидных сосочков языка. Установлено, что эта бактерия, являющаяся сапрофитом, способна вызывать патологические изменения в тканях миндалин, размножаясь в криптах, на языке, передней и задней дужках мягкого неба, трахеи, глазах, в тканях пародонта [2]. На фоне ряда заболеваний слизистой ротоглотки и ЖКТ, при снижении резистентности и нарушениях нервно-психологического фона организма человека, лептотрихия клинически манифестирует. Патогенность фузобактерий рода *Leptotrichia* значительно возрастает в случае их симбиоза с пиогенными кокками — стрептококками и стафилококками.

Лептотрихоз ротовой полости отличается длительным хроническим течением от нескольких месяцев до нескольких лет и значительной устойчивостью к различным способам лечения.

Тяжесть клинического течения и склонность к рецидивам обуславливает необходимость поиска эффективных методов и средств лечения данной патологии.

Цель данной работы

Описание клинического течения и схемы комплексного лечения лептотрихоза ротовой полости у пациентов пожилого возраста.

Материал и методы исследования

Участниками клинического исследования явились 36 пациентов пожилого возраста от 60 до 74 лет, у которых по данным микробиологического исследования была обнаружена в соскобе из ротовой полости анаэробная грамотрицательная бактерия *Leptothrichia buccalis* и поставлен диагноз Лептотрихоз ротовой полости. Из 36 пациентов — 28 (77,8%) женщин и 8 мужчин (22,2%). Клиническое исследование проводилось на базе стоматологической клиники ООО «Прайм-стоматология» г. Рязани. При обращении в клинику все пациенты предъявляли жалобы на нестерпимое чувство жжения во рту, на языке, со стороны слизистой оболочки губ, а также жжение твердого и мягкого нёба. Кроме жалоб на жжение во рту, у 26 (72,2%) пациентов жаловались на першение в горле,

ощущение инородного тела и кома в горле, выраженную сухость в горле, особенно по утрам и наличие пенной вязкой слюны. Хотелось отметить, что со слов пациентов, данные жалобы беспокоили их довольно длительное время, от 3-х и более месяцев и консервативное лечение, назначаемое врачами общего профиля (противогрибковые препараты, рассасывание лизобакта и имудона) оказывалось безуспешным. Пациенты также сообщали, что при возникновении сильного чувства жжения и ощущения горячего рта у них появились нервозность, тревожность, бессонница, канцерофобия.

С целью диагностики возбудителя, учитывая общность жалоб и симптомов, наблюдаемых также при кандидозе ротовой полости, до назначения лечения все пациенты были направлены в ГБУ РО «Областной клинический кожно-венерологический диспансер» г. Рязани на проведение микробиологического исследования — соскоб с языка на *Candida albicans* и *Leptothrichia buccalis*. В целях исключения патологических состояний со стороны кровеносной системы — железодефицитная анемия и В-12 дефицитная анемия, которые также проявляются чувством жжения языка, пациенты были дополнительно направлены на общий анализ крови. Пациентам также было проведено общеклиническое стоматологическое обследование.

Всеми участниками исследования были подписаны информированные добровольные согласия на участие в исследовании и на проведение комплексного обследования и лечения.

Таким образом, критериями включения пациентов в исследование стали:

1. пациенты пожилого возраста от 60 до 74 лет;
2. жалобы при обращении на стоматологический приём: на сильное чувство жжения во рту, на языке, со стороны слизистой оболочки губ, твердого и мягкого нёба, на першение в горле, ощущение инородного тела и кома в горле, выраженную сухость в горле, особенно по утрам и наличие пенной вязкой слюны;
3. наличие фоновых соматических заболеваний в стадии ремиссии или компенсации;
4. обнаружение при микробиологическом исследовании патогенной грамотрицательной анаэробной бактерии — *Leptothrichia buccalis*
5. безуспешность ранее проводимого лечения

Результаты исследования.

По результатам клинического осмотра у 36 пациентов видимых воспалительных явлений на слизистой оболочке не визуализировалось, однако у всех выявлена: слабоувлажненная слизистая оболочка, в области

корня языка густой, вязкий слизистый секрет, язык с небольшим количеством беловатого налета. Нитевидные и листовидные сосочки наблюдались незначительно увеличенными у 5 пациентов (13,9%) и у 24 пациентов были гипертрофированы желобоватые сосочки языка. При получении результатов микробиологического исследования пациентам назначалось лечение, учитывая микробиологические характеристики патогенной неспорообразующей анаэробной грамотрицательной бактерии *Leptothrichia buccalis*, и корректировалось в соответствии с жалобами, состоянием полости рта пациентов, состоянием организма в целом. На этапе коммуникации с пациентом и объяснении плана лечения всем пациентам было разъяснено, что комплексное лечение лептотрихоза как ротовой полости, так и фарингеальной области занимает около 6–8 месяцев с периодически возникающими рецидивами заболевания. Комплексное лечение заключалось в назначении общего и местного лечения.

Общее лечение в первую очередь заключалось в проведении антибактериальной терапии. Однако известно, что данная бактерия, обладает высокой устойчивостью к большинству видов антибактериальных препаратов, таких как макролиды, аминогликозиды, фторхинолоны, но остается чувствительной к метронидазолу, клиндамицину, левомецетину. Безусловно, для устранения данного патогена обязательным условием является назначение одного из вышеуказанных лекарственных препаратов, но учитывая возраст больных, а также наличие фоновых соматических заболеваний, не хотелось вызвать или усилить дисбактериоз кишечника и усугубить тем самым фоновую патологию, в связи с этим, было принято решение воздействовать на данную патогенную бактерию местно, назначив раствор «Метрогил» в виде полоскания рта 3 раза в день по 3–5 минут после приема пищи в течение 7 дней. Для снижения алергизации организма необходимым является назначение десенсибилизирующих препаратов 2–3 поколения, курсом 14 дней. Учитывая длительность болезненного состояния пациентов, вызванного патогенной бактерией и появление неврастенических симптомов — нервозности, тревожности, бессонницы, канцерофобии, возникает необходимость в назначении дневных транквилизаторов с седативным эффектом. Учитывая возраст больных, препаратом выбора стал «Афобазол», назначаемый по 1 таблетке 2–3 раза в день в течение 30 дней. В процессе тщательного сбора анамнеза установлено, что у всех больных данное состояние возникло в результате какого-либо перенесенного стресса, нервного перенапряжения или состояния дискомфорта (дисбактериоза) в кишечнике, пациентам было рекомендовано пройти курс пробиотиков с целью коррекции состава кишечной микрофлоры для улучшения работы пищеварительного тракта и нормализации работы кишечника.

Местное лечение назначалось также с учетом микробиологических характеристик данной бактерии и заключалось, прежде всего в полоскании рта раствором, выделяющим кислород — перманганатом калия (слабо розовым раствором) или раствором перекиси водорода 1% 3–4 раза в день по схеме лечения: 3 недели полоскания и 1 неделя перерыв. Известно, что *Leptothrichia buccalis* испытывают тропность к лимфоидной ткани и часто локализируются в области язычной миндалины и лакун глоточной миндалины, вызывая тем самым неприятные ощущения першения в горле, чувство инородного тела, чувство жжения в глотке, поэтому пациентам было рекомендовано полоскание масляным раствором Хлорофиллипта, позволяющего использовать данный препарат при снижении природного иммунитета, в качестве средства борьбы с гипоксией тканей, а также в качестве средства, повышающего эффективность одновременно применяющихся противомикробных препаратов. Учитывая микробиологические свойства *Leptothrichia buccalis* о том, что идеальные условия для жизни и размножения бактерии температура 35–37 °С, то для нарушения процессов жизнедеятельности бактерии и с целью облегчения сильного чувства жжения во рту, больным была рекомендована гипотермия в виде рассасывания кубиков льда.

Через 1 месяц после назначенного данного курса лечения у 29 (80,5%) пациентов прекратилось чувство жжения в полости рта и ощущение кома и першения в горле. Однако им было рекомендовано продолжение местного лечения до 3-х месяцев во избежание возникновения рецидивов. У оставшихся 7 пациентов через 1 месяц после лечения сохранялись жалобы на незначительные неприятные ощущения в области горла по утрам и чувство жжения в течение дня, но значительно меньшей интенсивности.

По результатам микробиологического исследования, проведенного через 3 месяца от начала курса лечения у 82% исследуемых пациентов *Leptothrichia buccalis* в мазке не выявлена, у оставшихся 18% пациентов *Leptothrichia buccalis* обнаружена в мазке, но клиническая симптоматика отсутствовала.

ВЫВОД

Разработанная схема комплексного лечения лептотрихоза ротовой полости с учетом микробиологических свойств *Leptothrichia buccalis* позволяет в минимальные сроки устранить негативные клинические проявления и субъективные ощущения у пациентов пожилого возраста, не усугубив при этом обострение фоновых соматических заболеваний. Однако следует помнить, что обнаружение лептотрихий при отсутствии симптомов не является показанием к назначению лечения, так как они могут выявляться у здоровых лиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин В.А. К диагностике, клинике и лечению лептотрихоза глотки: Автореф. дис. ... канд.мед. наук. / М 1966. — 42 с.
2. Ариевич А.М., Степанищева З.Г. // Вестник оториноларингологии. 1964. — № 5. — с. 48–53
3. Загорянская М. Е. Криотерапия лептотрихозного поражения ротоглотки. / сб.: Межобластная научно-практическая конференция оториноларингологов Сибири, Дальнего Востока. 1974. — С. 154–156.
4. Кунельская В. Я. Клиника и лечение лептотрихоза и кандидоза миндалин. //Вестник оториноларингологии — 1969. — № 5. — С. 105–110.
5. Челидзе Н. Д. Новый метод лечения лептотрихоза ротоглотки. Вестник оториноларингологии, N5–2000, стр. 64–65

© Максимова Наталья Владимировна (natali2411@bk.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Рязанский государственный медицинский университет имени И.П. Павлова

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИКИ ХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ДОБРОКАЧЕСТВЕННОЙ ГИПЕРПЛАЗИЕЙ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

IMPROVEMENT OF THE TECHNIQUE OF SURGERY IN THE TREATMENT OF PATIENTS WITH BENIGN PROSTATIC HYPERPLASIA (LITERATURE REVIEW)

**A. Malykhina
M. Volodin
E. Bolgov**

Summary. Currently, the data of prostate diseases is growing: clinical signs of BPH are found in men over 40 in 14% of cases, and reach 90% by 80 years. The main manifestations of BPH include such disorders of urination (nocturia, weakening of the stream of urine, a feeling of incomplete emptying of the bladder, etc.), which reduce the quality of life of men. Currently, the main treatment for BPH is surgical method. This method allows reducing the frequency of intra- and postoperative complications, to reduce the patient's rehabilitation time and the number of bed-days spent in the hospital. Improving surgical techniques allows you to use an individual approach to patients, reduce the frequency of complications, and also improve long-term treatment results. The article discusses the techniques of surgery that are used for the surgical treatment of patients with BPH, and also presents a retrospective review of their improvement.

Keywords: benign prostatic hyperplasia, transurethral resection with a bipolar loop, transvesical adenectomy, bipolar transurethral enucleation, holmium laser enucleation.

Малыхина Анастасия Сергеевна

ФГБОУ ВО ПИМУ Минздрава России, г. Нижний Новгород

Володин Марк Альбертович

Аспирант, ФГБОУ ВО ПИМУ Минздрава России, г. Нижний Новгород

Болгов Евгений Николаевич

АНМО Ставропольский краевой клинический консультативно-диагностический центр, г. Ставрополь
peregal@yandex.ru

Аннотация. В настоящее время число заболеваний предстательной железы растет: клинические признаки ДГПЖ обнаруживаются у мужчин старше 40 лет в 14% случаев, и достигают 90% к 80 годам. К основным проявлениям аденомы предстательной железы относятся такие нарушения мочеиспускания (ноктурия, ослабление струи мочи, чувство неполного опорожнения мочевого пузыря и др.), которые снижают качество жизни мужчин. В настоящее время хирургический метод лечения ДГПЖ занимает отдельную нишу. Данный способ позволяет снизить частоту интра- и постоперационных осложнений, уменьшить время реабилитации пациента и количество койко-дней, проведенных в стационаре. Совершенствование хирургических методик позволяет использовать индивидуальный подход к пациентам, уменьшить частоту осложнений, а также улучшить отдаленные результаты лечения. В статье рассмотрены техники оперативных вмешательств, которые используются для хирургического лечения пациентов с ДГПЖ, а также представлен ретроспективный обзор их совершенствования.

Ключевые слова: доброкачественная гиперплазия предстательной железы, трансуретральная резекция биполярной петлей, чреспузырная аденомэктомия, биполярная трансуретральная энуклеация, гольмиевая лазерная энуклеация.

Введение

Доброкачественная гиперплазия предстательной железы (ДГПЖ) является самым распространенным заболеванием мочеполовой системы у мужчин пожилого возраста. С каждым годом распространенность заболевания увеличивается, что связано как с возрастанием доли пожилых мужчин за счет увеличения продолжительности жизни, так и с улучшением диагностики, которое позволяет обнаруживать ДГПЖ уже на ранних стадиях [3, 10]. Статистические данные утверждают, что клинические признаки ДГПЖ проявляются у 14% мужчин в возрасте от 40 до 49 лет, у 24% мужчин

от 50 до 59 лет, у 43% от 60 до 69 лет, у 40% от 70 до 79 лет и у 90% мужчин старше 80 лет [8].

Патогенез и прогрессирование ДГПЖ до сих пор не изучены полностью, но по данным ряда авторов, заболевание является многофакторным с повышением активности симпатической нервной системы, гормональными изменениями, наличием метаболического синдрома и ремоделированием тканей, связанным со старением [20]. Симптомы нижних мочевых путей (СНМП), сопутствующие ДГПЖ, приводят к ухудшению качества жизни пациентов из-за недержания мочи, ноктурии, а также повышенного риска острой задержки мочи. Кроме того, СНМП являются фактором ри-

ска для развития эректильной дисфункции [25]. Чрезмерное употребление красного мяса, насыщенных жиров, хлеба, птицы также способствует развитию СНМП [19].

Лечение ДГПЖ включает в себя как медикаментозную терапию, так и проведение хирургического вмешательства. Терапия α -адреноблокаторами является широко используемым и эффективным методом лечения для улучшения СНМП за счет расслабления гладкой мускулатуры предстательной железы и шейки мочевого пузыря [3]. На фоне лечения отмечается ослабление ирритативных симптомов, уменьшение гиперактивности детрузора. К побочным эффектам приема α -адреноблокаторов относятся усталость, головокружение, ортостатическую гипотензию, проблемы с эякуляцией. Ингибиторы 5 α -редуктазы (5ARI) препятствуют преобразованию тестостерона в дигидротестостерон, который главным образом ответствен за гиперплазию и гипертрофию простаты. Несмотря на непрерывно пополняемый арсенал фармацевтических средств, хирургический метод лечения СНМП не теряет актуальности и занимает отдельную нишу [14, 23, 24].

Максимальное число оперативных вмешательств по поводу ДГПЖ приходится на долю мужчин в возрасте 50–70 лет, что связано с увеличением сопутствующих заболеваний в более позднем возрасте и успешным лечением заболевания консервативным путем в более молодом. Хирургическое вмешательство рекомендуется пациентам с неэффективностью медикаментозного лечения или при отказе от него, а также при нарастании СНМП или развитии осложнений ДГПЖ [13].

В настоящее время предпочтение отдается эндоскопическим хирургическим методам за счет меньшей травматичности, уменьшения послеоперационных осложнений, снижения количества дней, проведенных пациентом в стационаре, более короткого времени реабилитации [8]. Одним из наиболее распространенных показаний для проведения трансуретральной резекции простаты (ТУРП) является неудавшаяся медикаментозная терапия. [9, 28]. Таким образом, **целью** проведенного исследования стал ретроспективный обзор становления хирургических методов лечения ДГПЖ.

Материалы и методы

При проведении литературного поиска был использован научный архив и проанализированы следующие базы данных: PubMed, Springer, eLibrary, Cyberleninca.

Обсуждение

Хирургическое лечение ДГПЖ зародилось в XIX веке. Первая операция была проведена во Франции в 1827 году хирургом Амюсса и представляла собой промежностную

аденомэктомию. Начиная с 1848 года, Фергюссон, а чуть позже и некоторые другие хирурги, начал практиковать проведение эктомии предстательной железы во время промежностной литотомии. При этом мочеиспускание пациентов после операции улучшалось. Однако она проводилась частично слепым методом. Концепция промежностной аденомэктомии под контролем зрения была описана Кушлером в 1866 г. и претворена в жизнь Бильротом в 1867 г. В начале XX века Янг модифицировал операцию, проводимую через зону каудальной простаты, тесно связанной с волокнами наружного сфинктера. Он разработал и внедрил в использование ретрактор, носящий его имя и сейчас [1].

Чреспузырный доступ вплоть до конца XIX века не был применен ни разу: хирурги избегали околопузырную область из-за высокой вероятности инфицирования. Лишь в 1899 году русский хирург С.П. Федоров, областью научных интересов которого являлись вопросы хирургического лечения ДГПЖ, впервые в мире провел типичную надлобковую аденомэктомию. Один из основоположников урологии в СССР, профессор Б.Н. Хольцов, продолжил развивать данное направление, разработав в том числе 2-х и 3-х моментный методы аденомэктомии [15]. В настоящее время открытые оперативные вмешательства по поводу ДГПЖ могут проводиться при больших объемах аденомы простаты (>100 см³), наличии камней в мочевом пузыре. Количество проведенных чреспузырных аденомэктомий становится меньше в связи с высоким риском появления обструктивных (инфравезикальная обструкция, стриктура простатического отдела уретры) и воспалительных (эпидидимит, орхоэпидидимит, острый пиелонефрит) осложнений в раннем и позднем послеоперационном периоде [5]. Предрасполагающими факторами в данном случае служат: длительность хирургической операции, травматичность, длительное дренирование мочевого пузыря, а также способ гемостаза ложа простаты. Для профилактики развития осложнений рекомендуется раннее восстановление физиологического оттока мочи, которое можно достичь путем проведения одномоментной аденомэктомии и наложением глухого шва на мочевой пузырь, использования съемных лигатур на шейку мочевого пузыря для обеспечения гемостаза ложа аденомы простаты, проведения профилактической антибиотикотерапии [6].

Оперативная эндоскопия получила развитие благодаря Боттини, который в 1877 году разработал гальванокаутер — металлический наконечник, который накаливается путем прохождения через него электрического тока и, таким образом, коагулирует окружающие мягкие ткани. Однако главной сложностью использования данного инструмента являлась невозможность визуального наблюдения за ходом операции. Позже, в XX веке, американцем Штерном был создан резектоскоп — инструмент, состоящий из вольфрамовой петли, по которой пропускаться электрический ток, и оптической системы, позволяющей

проводить удаление тканей предстательной железы под контролем зрения [7]. Первая трансуретральная резекция простаты (ТУР) была выполнена в 1901 году парижским врачом Гюйоном. Однако, данный метод не сразу получил широкое распространение ввиду недостаточности научных знаний и практических умений. В течение следующего полувека последовали дальнейшие модификации, которые включали усовершенствование электрохирургической энергии, применение видеотехники, модификация рабочего элемента, линзовой и волоконно-оптической осветительной систем [17].

В настоящее время ТУР предстательной железы является «золотым стандартом» ведения пациентов с ДГПЖ. С момента своего появления ТУР простаты ассоциировалась с благоприятными исходами только при небольших размерах железы, тогда как открытая простатэктомия имела хорошие долгосрочные результаты, особенно при больших объемах гиперплазированной предстательной железы, но сопровождалась большим количеством осложнений [2]. В XX веке широкое распространение получила монополярная ТУР (мТУР), в ходе проведения которой основным осложнением оставалось кровотечение, а также ТУР-синдром, связанный с абсорбцией ирригационной жидкости в кровяное русло. В начале 2000-х годов начал развиваться метод биполярной трансуретральной резекции простаты (бТУР), принципиальным отличием которого является то, что ток проходит расстояние только между электродами, а не через все тело пациента, как это было при мТУР [4]. Проведение бТУР простаты связано со значительно меньшей частотой проявления клинически значимых осложнений, таких как ТУР-синдром и острое нарушения мочеиспускания ввиду закупорки мочевыводящих путей кровяным сгустком. Кроме того, отмечается возможность выполнения бТУР у возрастных пациентов с сопутствующей патологией [26].

Трансуретральная энуклеация предстательной железы биполярной петлей (ТУЕВ) эффективна при удалении аденомы больших размеров, и позволяет проводить эндоскопическое вмешательство, избегая открытого хирургического доступа. ТУЕВ целесообразно проводить при доброкачественной гиперплазии предстательной железы с объемом 80–250 см³. Способ показал аналогичную эффективность и более высокую безопасность, а также низкую частоту повторных операций в 10-летнем периоде. По данным некоторых авторов применение трансуретральной энуклеации предстательной железы возможно

также при больших и гигантских размерах аденомы [11, 12, 16].

Начиная с середины XX века, в медицинской практике стали появляться лазерные технологии. Лазер — это устройство, генерирующее интенсивный пучок когерентного монохроматического света (или другого электромагнитного излучения) за счет стимулированного излучения фотонов от возбужденных атомов или молекул. Первое зарегистрированное урологическое лазерное исследование было проведено в 1966 году, и представляло из себя влияние лазера на мочевой пузырь собаки. В 1988 году был опубликован отчет о проведении лазерной вапоризации гиперплазии предстательной железы 6 пациентам [21]. Первое применение гольмиевого лазера отмечено в 1995 году. Гольмиевая лазерная энуклеация (HoLEP) воссоздает надлобковую простатэктомию трансуретрально, и состоит из двух этапов: сначала, аналогично открытой простатэктомии, капсула предстательной железы и доли предстательной железы отделяются с помощью лазерной энергии, а затем аденома аспирируется и удаляется из мочевого пузыря [22]. Сразу же после проведения вмешательства у пациентов наблюдается значительное снижение СНМП. HoLEP характеризуется низкой вероятностью осложнений, хорошим гемостазом и полным функциональным восстановлением мочевого пузыря [18, 27]. Имеющиеся лазерные системы доказали свою клиническую эффективность, сравнимую с хорошо зарекомендовавшим себя золотым стандартом.

Заключение

ДГПЖ широко распространена среди мужчин преимущественно пожилого возраста, и отмечается у 90% мужчин старше 80 лет. Данная патология ощутимо снижает качество жизни пациента вследствие проявлений симптомов нижних мочевых путей. Выбор метода хирургического вмешательства во многом зависит от размера гиперплазированной предстательной железы, факторов риска и сопутствующих заболеваний. Использование современных эндовидеохирургических вмешательств, таких как трансуретральная резекция биполярной петлей, биполярная трансуретральная энуклеация, гольмиевая лазерная энуклеация, позволяет избежать большей части интра- и постоперационных осложнений, уменьшить время реабилитации пациента и количество койко-дней, проведенных пациентом в стационаре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безруков Е.А., Рапопорт Л. М., Морозов А. О., Мартиросян Г. А., Стрижова М. А. Эволюция техники выполнения и роли радикальной простатэктомии //Сибирское медицинское обозрение. 2017. № 3(105). С. 61–67.
2. Бершадский Я.В., Исайкин В. Г., Сангинов А. Р. Пятилетний опыт лечения доброкачественной гиперплазии предстательной железы с применением биполярной техники трансуретральных операций// Оригинальные исследования. 2019. Т. 9. № 7. С. 21–30.

3. Данилов В.В., Осинкин К.С., Севрюков Ф. А. Воспроизводимость результатов урофлоуметрии у пациентов с аденомой предстательной железы // Вопросы урологии и андрологии. 2019. Т. 7. № 3. С. 5–9.]
4. Зубков И.В., Головизнин Ю. В., Битеев В. Х., Балдин А. В. Сравнительный анализ результатов лечения при применении монополярной и биполярной ТУР аденомы предстательной железы // Оригинальные исследования. 2017. Т. 7. № 4. С. 22–29.
5. Зубков Э.А., Зубков А. Ю., Ситдыков Э. Н. Профилактика обструктивных осложнений чреспузырной аденомэктомии // Медицинский вестник Башкортостана. 2013. Т. 8. № 3. С. 41–44.
6. Зубков Э.А., Ситдыкова М. Э. Профилактика осложнений чреспузырной аденомэктомии с глухим швом мочевого пузыря // Казанский медицинский журнал. 2012. № 1. С. 56–61
7. Мустафаев А.Т., Кызласов П. С., Дианов М. П., Мартов А. Г., Ергаков Д. В., Севрюков Ф. А. Хирургическое лечение доброкачественной гиперплазии предстательной железы: прошлое и настоящее // Урологические ведомости. 2019. Т. 9. № 1. С. 47–56.
8. Николаев М. А. Дифференцированное использование хирургических методов в лечении пациентов с доброкачественной гиперплазией предстательной железы // International Journal of Medicine and Psychology. 2019. Т. 2. № 3. С. 89–94.
9. Севрюков Ф. А. Трансуретральная резекция в физиологическом растворе // Урология. 2012. № 2. С. 67–70.
10. Севрюков Ф.А., Малинина О. Ю. Новые организационные технологии оказания медицинской помощи больным с доброкачественной гиперплазией предстательной железы // Социальные аспекты здоровья населения. 2012. Т. 23. № 1. С. 1–7
11. Севрюков Ф.А., Накагава К., Кочкин А. Д., Володин М. А., Семенычев Д. В. Случай успешной плазменной трансуретральной энуклеации аденомы простаты размером 530 см3 // Урология. 2019. № 2. С. 59–63.
12. Севрюков Ф.А., Nakagawa K. Использование биполярной трансуретральной энуклеации для лечения доброкачественной гиперплазии простаты больших размеров // Современные технологии в медицине. 2012. № 3. С. 46–49.
13. Сорокин Д.А., Семенычев Д. В., Володин М. А. Лечение и профилактика осложнений трансуретральных эндоскопических операций по поводу доброкачественной гиперплазии простаты // International Journal of Medicine and Psychology. 2019. Т. 2. № 4. С. 118–125.
14. Старцев В.Ю., Дударев В. А., Севрюков Ф. А., Забродина Н. Б. Экономические аспекты лечения больных с нарушениями мочеиспускания, обусловленными доброкачественной гиперплазией предстательной железы // Урология. 2019. № 6. С. 115–119.
15. Ткачук В.Н., Ткачук И. Н. История урологии в Санкт-Петербурге // Урологические ведомости. 2012. № 2. С. 3–9.
16. Arcaniolo, D., Manfredi, C., Vecchia, A. et al. Bipolar endoscopic enucleation versus bipolar transurethral resection of the prostate: an ESUT systematic review and cumulative analysis. World J Urol (2019). <https://doi.org/10.1007/s00345-019-02890-9>
17. Babayan R.K. (2018) Development of Transurethral Resection of the Prostate (TURP). In: Patel S., Moran M., Nakada S. (eds) The History of Technologic Advancements in Urology. Springer, Cham
18. Becker, B., Gross, A.J. & Netsch, C. Safety and efficacy using a low-powered holmium laser for enucleation of the prostate (HoLEP): 12-month results from a prospective low-power HoLEP series. World J Urol 36, 441–447 (2018). <https://doi.org/10.1007/s00345-017-2159-5>
19. Cho A., Chughtai B. & Te A. E. Benign Prostatic Hyperplasia and Male Lower Urinary Tract Symptoms: Epidemiology and Risk Factors. Curr Bladder Dysfunct Rep (2020). <https://doi.org/10.1007/s11884-019-00566-z>
20. De Nunzio C., Salonia A., Gacci M. et al. Inflammation is a target of medical treatment for lower urinary tract symptoms associated with benign prostatic hyperplasia. World J Urol (2020). <https://doi.org/10.1007/s00345-020-03106-1>
21. Ingimarsson J.P., Krambeck A. E. (2018) History and Development of Lasers in the Treatment of BPH. In: Patel S., Moran M., Nakada S. (eds) The History of Technologic Advancements in Urology. Springer, Cham
22. Lei Yin, Jingfei Teng, Chien-Jung Huang, Xiangmin Zhang, and Danfeng Xu. Journal of Endourology. May 2013. 604–611. <http://doi.org/10.1089/end.2012.0505>
23. Miner M. M. Primary care physician versus urologist: How does their medical management of LUTS associated with BPH differ? Curr Urol Rep 10, 254–260 (2009). <https://doi.org/10.1007/s11934-009-0042-7>
24. Novara G., Ficarra V., Zattoni F. (2014) Medical Treatment of LUTS/BPH. In: Chapple C., Tubaro A. (eds) Male LUTS/BPH Made Easy. Springer, London
25. Ozayar A., Zumrutbas A. E. & Yaman O. The relationship between lower urinary tract symptoms (LUTS), diagnostic indicators of benign prostatic hyperplasia (BPH), and erectile dysfunction in patients with moderate to severely symptomatic BPH. Int Urol Nephrol 40, 933–939 (2008). <https://doi.org/10.1007/s11255-008-9386-z>
26. Tang Yin et al. (2014) "Bipolar transurethral resection versus monopolar transurethral resection for benign prostatic hypertrophy: a systematic review and meta-analysis." Journal of endourology, 28(9), 1107–14. doi:10.1089/end.2014.0188
27. Van Rij S., Gilling P. J. In 2013, Holmium Laser Enucleation of the Prostate (HoLEP) May Be the New 'Gold Standard'. Curr Urol Rep 13, 427–432 (2012). <https://doi.org/10.1007/s11934-012-0279-4>
28. Young M.J., Elmussareh M., Morrison T., Wilson J. R. The changing practice of transurethral resection of the prostate. Ann R Coll Surg Engl 100(4):326–329

© Малыгина Анастасия Сергеевна, Болгов Евгений Николаевич (peregai@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ПРОФИЛАКТИКИ ОККЛЮЗИИ ЛУЧЕВОЙ АРТЕРИИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЧРЕЗКОЖНОГО КОРОНАРНОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА В РАЗЛИЧНЫЕ ВРЕМЕННЫЕ ПРОМЕЖУТКИ

COMPARISON OF OPTIONS FOR PREVENTION OF RADIAL ARTERY OCCLUSION DURING PERCUTANEOUS CORONARY INTERVENTION AT DIFFERENT TIME INTERVALS

N. Peskov

Summary. This scientific study reveals the most effective method of preventing damage to the radial artery when performing diagnostic coronary angiography and percutaneous coronary intervention. These patients were divided into 3 groups depending on the chosen method of prevention of damage to the radial artery. We proved that the use of controlled compression of the radial artery with special bracelets was most effective in contrast to the other two methods of prevention. Also, during the study, special devices were developed for hemostasis of the radial and femoral artery puncture site, which are being actively implemented in medical practice.

Keywords: occlusion, TR-Band, therapeutic and diagnostic coronary interventions.

Песков Николай Андреевич

Аспирант, Ростовский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ростов-на-Дону
nar_medic@bk.ru

Аннотация. Данное научное исследование выявляет наиболее эффективный метод профилактики повреждения лучевой артерии при выполнении диагностической коронароангиографии и чрескожного коронарного вмешательства. Данные больные были разбиты на 3 группы в зависимости от выбранного метода профилактики повреждения лучевой артерии. Нами было доказано, что использование контролируемой компрессии лучевой артерии специальными браслетами, оказалось наиболее эффективно в отличие от двух других методов профилактики. Также в ходе исследования были разработаны специальные устройства для гемостаза места пункции лучевой и бедренной артерий, которые активно внедряются в медицинскую практику.

Ключевые слова: окклюзия, TR-Band, лечебно-диагностические коронарные вмешательства.

Актуальность исследования

Данная работа раскрывает различные подходы к предупреждению окклюзии лучевой артерии, такие как:

1. использование гепарина совместно с препаратами, уменьшающими вазоспазм;
2. ипсилатеральная временная окклюзия локтевой артерии;
3. использование контролируемой компрессии лучевой артерии специальными браслетами.

Перед рентгенэндоваскулярными хирургами стоит не простая задача в сохранении нормально функционирующей лучевой артерии, в связи с тем, что после установки стента в коронарную артерию, больному кроме приема антиагрегантов также необходимо проведения повторного диагностического исследования «коронарографии» для контроля состояния коронарных артерий и функции самого стента, после его установки. В отече-

ственной и зарубежной литературе очень мало данных об отдаленных результатах различных подходов к профилактике окклюзии лучевой артерии в результате трансрадиальных лечебно-диагностических коронарных вмешательств, а также практически отсутствуют данные о сравнении результатов различных методик профилактики окклюзии лучевой артерии. Выполнение же коронарографии через бедренную артерию связано с неоднократным прохождением катетеров через все отделы аорты. При необходимости визуализации других сосудистых бассейнов (брахиоцефальные артерии и др.) количество манипуляций с катетерами увеличивается. При многократном прохождении через пораженный отдел аорты эндоваскулярных инструментов вероятность дислокации тромботических масс и возникновения тромбоемболии существенно возрастает. Перемещением атероматозных фрагментов вместе с катетером в грудные отделы аорты можно объяснить более частое возникновение ишемических инсультов у больных с аневризмой брюшной аорты и тромботическими массами в ее поло-

сти при выполнении коронарографии бедренным доступом [1, 2]. При выполнении обследования радиальным доступом у таких больных необходимость проведения катетеров через все отделы аорты отпадает, что существенно снижает риск дислокации тромботических масс. При радиальном доступе катетер из подключичной артерии попадает сразу в восходящий отдел грудной аорты. Частота атеросклеротического поражения грудного отдела аорты существенно ниже, чем брюшного. По количеству осложнений в месте пункции бедренный доступ намного проблематичен нежели радиальный [3].

Цель работы

Основная цель данного научного исследования: выявить наиболее эффективные методы профилактики окклюзии лучевой артерии при выполнении трансрадиальных лечебно-диагностических коронарных вмешательств, выбрав из трех методов профилактики окклюзии лучевой артерии наиболее эффективный и безопасный.

Материалы и методы

Проведен проспективный анализ результатов применения методов профилактики окклюзии лучевой артерии после трансрадиальной аортокоронарографии. В исследовании приняли участие 1000 пациентов (с сентября 2016 г по март 2019 г) с атеросклерозом коронарных артерий и клиникой ишемической болезни сердца с наличием гемодинамически значимого стеноза коронарных артерий (более 50% диаметра сосуда). Согласно используемым методам профилактики окклюзии лучевой артерии пациенты разделены на 3 группы:

1 группа (n=230) — интраоперационное введение гепарина (5000 ЕД) + асептическая бинтовая давящая повязка.

2 группа: (n=230) — ипсилатеральная временная окклюзия локтевой артерии.

3 группа: (n=240) — контролируемая компрессии ЛА специальными браслетами после введение 5000 ЕД гепарина.

Исследование проводится с сентября 2016 года на базах Кардиохирургического центра ГБУ РО «Ростовская областная клиническая больница», отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения № 2 МБУЗ КДЦ «Здоровье», отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции ГБУЗ СК «КККД» г. Ставрополь. Статистическая обработка данных проводилась при помощи программы STATISTICA 8.0. Также в ходе проведения исследования были разработаны устройства для осуществления гемостаза места пункции лучевой и бедренной артерии после выполнения коронарографии [4, 5].

Результаты исследования

В первые сутки у больных, которым была произведена пункция лучевой артерии в типичном месте с последующим введением после установки трансрадиального 6F интродьюсера 3мл 0.5% р-ра нитроглицерина и последующим наложением асептической давящей повязки на 24 часа по окончании выполнения коронароангиографии. Окклюзия лучевой артерии произошла у трех пациентов, что составило 1,3% от общего количества больных в данной группе пациентов в конкретном промежутке времени (ранний постоперационный период). Профилактика окклюзии лучевой артерии этим же способом в разные временные промежутки показала результаты. Окклюзия лучевой артерии произошла у трех человек через 30 дней, что составило также 1.3%. И через год окклюзия в этой группе больных была выявлена у 2-х человек, что составило 0.86%.

В итоге, используя данный метод профилактики окклюзии лучевой артерии, получены результаты, при которых в разные временные промежутки окклюзия лучевой артерии произошла у 8 пациентов из общего числа пациентов данной группы, что составило 3.47%

Рассмотрев вторую группу пациентов, в которой мы использовали в качестве основного метода профилактики повреждения лучевой артерии это проведение ипсилатеральной контролируемой окклюзии локтевой артерии, были получены следующие результаты. Окклюзия лучевой артерии произошла в первые сутки после выполнения трансрадиальной лечебно-диагностической коронарографии у трех человек из общего количества пациентов, что составило 1.3%, через 30 дней диагностирована окклюзия у двух пациентов, что составило 0.86%. Однако при исследовании полученных результатов в группе пациентов через 1 год после выполненной коронароангиографии, нами было получены результаты, при которых окклюзия ранее пунктированной лучевой артерии произошла у одного человека, что составило 0.43%. В сумме окклюзия лучевой артерии в данной группе пациентов произошла у 6-ти человек от общего количества пациентов, что составило 2.60%. Данный результат оказался меньше, чем в группе пациентов, у которых использовалась компрессия лучевой артерии асептической давящей повязкой на 24 часа. В третьей же группе пациентов, у которых мы использовали временную компрессия лучевой артерии совместно с применением 0.5% раствора нитроглицерина после установки трансрадиального интродьюсера 6F- окклюзия лучевой артерии возникла в первой временной группе у одного человека от общего числа пациентов в данной группе, в конкретном временном промежутке, что составило 0.42%. Во второй группе не обнаружено пациентов с окклюзией лучевой артерии. В третьей же

группе наших пациентов был также, как и первой группе один случай окклюзии лучевой артерии, что составило 0.42%. При этом общее количество окклюзий лучевой артерии в данной группе произошло у 2-х человек, что составило 0.84%, что достоверно меньше относительно 1 и 2 группы ($p < 0,05$).

Учитывая полученные нами результаты и проведенный нами сравнительный анализ трех методов профилактики окклюзии лучевой артерии после выполнения коронароангиографии и чрезкожного коронарного вмешательства, можно с достоверно говорить, что все три метода профилактики окклюзии лучевой артерии показали себя вполне дееспособными, что может говорить о том, что все три метода профилактики можно использовать. Однако наилучшие результаты оказались в группе, где использовалась временная контролируемая компрессия области пункции лучевой артерии специ-

альными компрессионными устройствами (TR-Band). Поэтому использование данного метода профилактики окклюзии лучевой артерии, является наилучшим выбором у практикующих интервенционных хирургов.

Заключение

Согласно полученным данным, после проведения трансрадиальной аортокоронарографии в профилактике окклюзии лучевой артерии эффективней всего себя проявил метод совместного использования гепарина 5000 ЕД с последующей контролируемой компрессией лучевой артерии при помощи TR-band, так как при данном методе процент окклюзии лучевой артерии был наименьшим (0,84%). В связи с этим данный метод профилактики окклюзии лучевой артерии является наиболее перспективным при выполнении трансрадиальных лечебно-диагностических коронарных вмешательств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Anderson S.G., Ratib K., Myint P.K., Keavney B., Kwok C.S., Zaman A., Ludman P.F., de Belder M. A., Nolan J., Mamas M. A. Impact of age on access site-related outcomes in 469,983 percutaneous coronary intervention procedures: insights from the British Cardiovascular Intervention Society // *Catheter Cardiovasc Interv.* 2015. No 86. Pp. 965–972.
2. Feldman D.N., Swaminathan R.V., Kaltenbach L. A., Baklanov D.V., Kim L. K., Wong S. C., Minutello R. M., Messenger J. C., Moussa I., Garratt K. N., Piana R. N., Hillegass W. B., Cohen M. G., Gilchrist I. C., Rao S. V. Adoption of radial access and comparison of outcomes to femoral access in percutaneous coronary intervention the National Cardiovascular Data Registry (2007–2012). *Circulation.* 2013. No 127. Pp. 2295–2306.
3. Kotowycz M.A., Johnston K. W., Ivanov J., Asif N., Almoghairi A. M., Choudhury A., Nagy C. D., Sibbald M., Chan W., Seidelin P. H., Barolet A. W., Overgaard C. B., Džavík V. Predictors of radial artery size in patients undergoing cardiac catheterization: insights from the Good Radial Artery Size Prediction (GRASP) study // *Can J Cardiol.* 2014. No 30 (2). Pp. 211–6. doi: 10.1016/j.cjca.2013.11.021.
4. Устройство для осуществления гемостаза в пункционном отверстии бедренной артерии. Патент на изобретение РФ № 2635081 08.11.2017, Бюл. № 31, 9 с.
5. Устройство для осуществления гемостаза пункции лучевой артерии. Патент на изобретение РФ № 2659023 26.06.2018, Бюл. № 18, 10 с.

© Песков Николай Андреевич (nap_medic@bk.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ЭНДОДОНТИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ГНОЙНОГО ПУЛЬПИТА И НЕКРОЗА ПУЛЬПЫ

LASER TECHNOLOGIES FOR ENDODONTIC TREATMENT OF PURULENT PULPITIS AND PULP NECROSIS

**A. Polevaya
E. Borisova
L. Polevaya**

Summary. 106 patients with confirmed diagnoses of purulent pulpitis (K04.02) and pulp necrosis (K04.1) were selected for the study. Patients were divided into 3 clinical groups depending on the treatment Protocol. It was found that the use of Er, Cr: YSGG laser with a wavelength of 2780 nm is effective in the treatment of various forms of pulpitis complicated by the presence of Candida fungi.

Keywords: pulpitis, pulp necrosis, Candida fungi, Er, Cr: YSGG laser.

Полевая Александра Викторовна

Преподаватель, Военно-медицинская академия
имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург
dr.polevayaalexandra@rambler.ru

Борисова Элеонора Геннадиевна

Д.м.н., профессор, Военно-медицинская академия
имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург

Полевая Лариса Петровна

Доцент, Военно-медицинская академия имени
С. М. Кирова, Санкт-Петербург

Аннотация. Для исследования было отобрано 106 пациентов с подтверждёнными диагнозами гнойный пульпит (K04.02) и некроз пульпы (K04.1). Пациенты были разделены на 3 клинические группы в зависимости от протокола лечения. Установлено, что применение Er, Cr: YSGG лазера с длиной волны 2780 нм является эффективным при лечении различных форм пульпита, осложнённых наличием грибов рода Candida.

Ключевые слова: пульпит, некроз пульпы, грибы рода Candida, Er, Cr: YSGG лазер.

Широкое распространение осложнений кариеса зубов (пульпит, периодонтит) диктует необходимость постоянного совершенствования методов их лечения. Качеству эндодонтического лечения на сегодняшний день уделяется большое внимание ввиду часто встречающихся осложнений после первичного лечения корневых каналов. Это можно связать с тем, что многие стоматологи рассматривают заболевания тканей пульпы в отрыве от состояния окружающих тканей зуба и без его оценки. Не всегда предаётся значение основному этиологическому фактору развития пульпита — микробная инвазия и источники инфицирования в ротовой полости. Научно обоснованные доказательства патогенной роли биопленки составляют фундамент в раскрытии механизмов развития заболевания полости рта, в том числе кариеса и его осложнений. В то же время низкий уровень информированности пациентов о правилах ухода за полостью рта, несвоевременная диагностика заболеваний пародонта и ранних форм кариеса способствуют развитию необратимых форм пульпита [1].

Исследование микробного пейзажа при пульпитах и периодонтитах имеет очень важное значение, так как при вовлечении в воспалительный процесс тканей периодонта, возникает инфекционный очаг, который способен распространяться и провоцировать всевозможные одонтогенные заболевания в тканях челюстно-лицевой

области и их осложнения, угрожающие здоровью и жизни пациента. Чаще всего из гнойного очага высевается микрофлора кариозной полости и корневых каналов причинного зуба.

В течение последних десятилетий *Enterococcus faecalis* и *Candida albicans* были широко ассоциированы с микроорганизмами при лечении осложнённых форм кариеса. Дрожжеподобные микроорганизмы обнаруживаются в запломбированных каналах зубов с неблагоприятным исходом лечения. Фактически показано, что *Candida albicans* устойчива к медикаментам, обычно применяемым в эндодонтии. После эндодонтического лечения *Enterococcus faecalis* и *Candida albicans* способны поддерживать воспалительные процессы в периодонте и определять неудачный исход лечения осложнённых форм кариеса [2, 3]

Несмотря на внедрение в практику врачей-стоматологов новейших достижений науки и техники, проблема эндодонтического лечения остаётся актуальной. Исследования М. К. Caliscan, В. Н. Sen, 1996, показали, что бактерии способны проникать в дентинные каналы на глубину 1000 мкм, а раствор гипохлорита натрия проникает на глубину до 100 мкм, что не позволяет добиться полной дезинфекции системы корневого канала. Moritz et al., 2006, в своих исследованиях *in vitro* продемон-

Таблица 1. Распределение пациентов на группы.

		Распределение пациентов по группам и количеству			
		1 группа n=15 (контрольная группа)	2 группа n=50	3 группа n=41	
				3 А n=18	3 Б n=23
Проводимые лечебные манипуляции в зависимости от количества посещений пациента	Первое посещение	Расширение канала по ISO до 035/040; Ирригация: NaOCl 3%, aqua destillata, ЭДТА, хлоргексидин 2%; Временная obtурация гидроокисью кальция; Прицельный рентгенологический снимок.	Расширение канала по ISO до 035/040; Ирригация: NaOCl 3%, aqua destillata, ЭДТА, хлоргексидин 2%; Временная obtурация гидроокисью кальция; Прицельный рентгенологический снимок	Расширение канала по ISO до 035/040; Ирригация: aqua destillata; Дезинфекция корневых каналов световодом RTF-2, RTF-3; Пломбировка методом латеральной конденсации. Прицельный рентгенологический снимок.	Расширение канала по ISO до 035/040; Ирригация: aqua destillata; Дезинфекция корневых каналов световодом RTF-2, RTF-3 с предложенными параметрами; Пломбировка методом латеральной конденсации. Прицельный рентгенологический снимок
	Второе посещение	Механическая обработка и ирригация корневых каналов; Пломбировка методом латеральной конденсации; Прицельный рентгенологический снимок.	Механическая обработка и ирригация корневых каналов; дезинфекция корневых каналов световодом RTF-2, RTF-3; Пломбировка методом латеральной конденсации. Прицельный рентгенологический снимок.		

Таблица 2. Параметры лазерного излучения Er, Cr: YSGG лазера Waterlase iPlus с длиной волны 2780 нм используемые в работе

	Насадка	Мощность	Частота импульсов	Воздух	Вода
Дезинфекция 2 группа 3А группа	RTF2	1,25 Вт	20 Гц	10%	off
	RTF3	1,25 Вт	20 Гц	10%	off
Дезинфекция 3 Б группа	RTF2	1,5 Вт	40 Гц	35%	25%
	RTF3	1,5 Вт	40 Гц	35%	25%

стрировал способность лазерного излучения проникать на глубину 1000 мкм и выше и оказывая при этом бактерицидный эффект.

Основной задачей лечения осложнённых форм кариеса является санация канално-корневой системы, заключающаяся в уничтожении максимального количества микроорганизмов и исключение повторного инфицирования. Результат лечения корневых каналов зависит от качественного и количественного состава ми-

крофлоры корневых каналов или полного уничтожения микроорганизмов в системе корневых каналов [6].

Цель работы

Повышение эффективности лечения осложнённых форм кариеса путём использования бактерицидных и фунгицидных свойств Er, Cr: YSGG лазера с длиной волны 2780 нм при биомеханической обработке корневых каналов.

Таблица 3. Результаты бактериологического исследования содержимого корневых каналов после механической и медикаментозной обработки (n=106)

Микрофлора	Частота встречаемости,% (после обработки корневых каналов)		Частота встречаемости,% (после обработки корневых каналов)			
	гнойный пульпит K04.02 n=57 абс./%	некроз пульпы K04.1 n=49 абс./%	1-я группа n=15 абс./%	2-я группа n=50 абс./%	3-группа n=41 абс./%	
					3 А n=18	3 Б n=23
Streptococcus mitis	1 1,75%	1 2,04%	2 13,33%	-	-	-
Streptococcus intermedius	-	1 2,04%	1 6,66%	-	-	-
Candida albicans	1 1,75%	2 4,1%	2 13,33%	-	-	-
Candida krusei	-	1 2,04%	1 6,66%	-	1 2,44%	-
Enterococcus spp.	1 1,75%	1 2,04%	2 13,33%	-	-	-
Corinebacterium	1 1,75%	-	1 6,66%	-	-	-



А — после лечения



Б — через 1 год после лечения

Рис. 1. Прицельная рентгенография 4.6 зуба пациента И. с диагнозом гнойный пульпит

Материалы и методы исследования

Среди пациентов был проведён анализ клинических проявлений и диагностическое исследование с целью постановки диагноза гнойный пульпит (K04.02) и некроз пульпы (K04.1) и определения показаний к различным видам лечения с последующей оценкой их эффективности. Для постановки диагноза проводились традиционные методы обследования: сбор анамнеза, прицельное зондирование, визуальная оценка пульпы и содержимого корневых каналов (распад пульпы, гипертрофия тканей пульпы). Также использовались дополнительные

методы исследования зубов — рентгенологическое, электроодонтодиагностика, бактериоскопическое изучение пульпы и содержимого корневых каналов. Пациенты были разделены на 3 клинические группы в зависимости от протокола лечения (таблица 1).

В поисках новых методов стерилизации корневых каналов, учитывая данные литературных источников нами был изучен и описан эффект воздействия итрий-скандий-галлиево-гранатный (YSGG) твёрдотельного гидрокинетического лазера Waterlase iPlus с длиной волны 2780 нм (Er, Cr: YSGG) на микрофлору корневых кана-

лов при лечении гнойного пульпита (K04.02) и некроза пульпы (K04.1), с последующим микробиологическим контролем. Для дезинфекции корневых каналов применяли волоконно-оптические насадки с радиальным излучением RTF-2 и RTF-3 диаметром 200 мкм и 300 мкм, соответственно (таблица 2). Конец насадки размещают на расстоянии 2 мм от апекса или вне контакта со стеной изогнутого корневого канала.

Результаты исследования

Результаты бактериологического исследования после механической и медикаментозной обработки корневых каналов показывают устойчивость *Streptococcus viridans*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus mitis*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus spp.*, *Candida spp.*, *Corinebacterium* к традиционным методам механической и медикаментозной обработки корневых каналов, применяемых в первой группе. Во второй группе Er, Cr: YSGG лазер с длиной волны 2780 нм в комплексной биомеханической обработке позволяет добиться антибактериальной деконтаминации системы корневых (таблица 3). В третьей группе метод обработки канала Er, Cr: YSGG лазером с длиной волны 2780 нм и дистиллированной водой оказался не эффективным в отношении *Candida krusei* в одном клиническом случае.

При анализе результатов проведённого лечения через 6 месяце, 1–1,5 года проводились основные и дополнительные методы исследования. Это было необходимо так как пациенты не предъявляли никаких жалоб на раннее вылеченный зуб. При объективном осмотре слизистая оболочка в области леченного зуба была бледно розового цвета без патологических изменений, перкуссия зуба безболезненна, пальпация в области переходной складке также безболезненна, реставрация без сколов, герметизм корневых каналов не нарушен.

Через 6 месяце, 1–1,5 года по данным рентгенологического исследования отмечалось уменьшение очага деструкции костной ткани, или отсутствие воспалительных процессов в периодонте (рисунок 1).

Результаты наших исследований показывают, что применение гидрокинетического Er, Cr: YSGG лазера с длиной волны 2780 нм является надёжной альтернативой традиционным протоколам эндодонтического лечения, позволяя уменьшить количество применяемых ирригационных растворов, внутриканальных паст, применение системных препаратов, а также инициировать более быструю реабилитацию пациентов после проведённого лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hannig C, Follo M., Hellwig E, Al-Ahmad. Visualization of adherent micro-organisms using different techniques // J. Med. Microbiol. — 2010. — Vol. 59. — P. 1–7
2. Bussey K. A Comparison of Success With 1-Appointment and 2- Appointment Molar Root Canal Therapy // J. of Endod., № 12, vol. 30. — 2004. — P. 1126
3. Ricucci D, Bergenholtz G. Bacterial status in root-filled teeth exposed to the oral environment by loss of restoration and fracture or caries- a histobacteriological study of treated cases // Int End J. — vol. 36. — 2003. — P. 787–802
4. Calışkan M.K., Sen B. H. Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis using calcium hydroxide: a long-term study.//Endod Dent Traumatol., 1996 Oct;12(5):215–21. doi:10.1111/j.1600–9657.1996.tb00518.x.PMID: 9206366
5. Moritz A., Beer F., Goharkhay K., Schoop U., Strassl M., Verheyen P., Walsh L. J., Wernisch J., Wintner E.: Oral Laser Application. ISBN-10: 1850971501, Berlin, 2006
6. Соломонов М.О перелечивании. Академический монолог / М. Соломонов. — М.: АМБ, 2014. — 209с.

© Полевая Александра Викторовна (dr.polevayaalexandra@rambler.ru), Борисова Элеонора Геннадиевна, Полевая Лариса Петровна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ONLAY И INLAY ПРИ ПУПОЧНЫХ ГРЫЖАХ

COMPARATIVE STUDY OF ONLAY AND INLAY METHODS FOR UMBILICAL HERNIAS

**A. Protasov
E. Ibragimov
A. Dzhabiev
Mekhaeel Shehata Fakhry Mekhaeel.
E. Mirzoev**

Summary. The article is devoted to the problem of choosing effective methods of surgical treatment of umbilical hernias. Data on the prevalence of umbilical hernias in the structure of anterior abdominal wall hernias are presented. In the surgical treatment of umbilical hernias, the choice of methods of abdominal wall plasty becomes relevant. It is shown that regardless of the size of the umbilical hernia, non-stretched methods of correction of the abdominal wall prevail in surgical practice. Comparative characteristics of onlay and inlay methods in the management of umbilical hernias are given. Indications for their use and risks of complications during surgical treatment are described. The article presents an analysis of the clinical experience of using these methods in the surgical treatment of umbilical hernias.

Keywords: umbilical hernia, hernioplasty, onlay method, inlay method.

Протасов Андрей Витальевич

Д.м.н. профессор, Российский университет Дружбы Народов

Andrei.Protasov@bk.ru

Ибрагимов Эльчин Сахават оглы

Аспирант, Российский университет Дружбы Народов

Refaro@mail.ru

Джабиев Аяз Айдын оглы

Аспирант, Российский университет Дружбы Народов

Dzhabievayaz.3@mail.ru

Мекхаеэль Шехата Факхри Мекхаеэль

Аспирант, ассистент, Российский университет Дружбы Народов

Mekhaeel60@yahoo.com

Мирзоев Эльмар Эльчин оглы

Врач-терапевт

Dr.mirzoev@inbox.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме выбора эффективных методов хирургического лечения пупочных грыж. Представлены данные о распространенности пупочных грыж в структуре грыж передней брюшной стенки. При оперативном лечении пупочных грыж актуальность приобретает выбор методики пластики брюшной стенки. Показано, что независимо от размера пупочной грыжи в хирургической практике преобладают ненапряжные методы коррекции брюшной стенки. Дана сравнительная характеристика onlay и inlay методов при лечении пупочных грыж. Охарактеризованы показания к их применению и риски осложнений при оперативном лечении. Представлен анализ клинического опыта применения данных методов при хирургическом лечении пупочных грыж.

Ключевые слова: пупочная грыжа, герниопластика, onlay метод, inlay метод.

Проблема выбора методов хирургического лечения пупочных грыж, повышающих эффективность результатов оперативного лечения, до настоящего времени остается одной из актуальных проблем абдоминальной хирургии. Интерес представляют вопросы, связанные с применением методов onlay и inlay и оценкой их эффективности при хирургическом лечении пупочных грыж.

Распространенность среди населения грыж передней брюшной стенки, согласно данным различных исследований, варьирует от 3,9% до 18,3% [4]. На сегодняшний день существуют разрозненные данные по вопросу распространенности пупочных грыж, как в структуре грыж передней брюшной стенки, так и среди населения. Во взрослой популяции в структуре грыж

передней брюшной стенки пупочные грыжи составляют от 5% до 12%. Чаще в 90% случаев встречаются у женщин старше 40 лет [5]. Пупочные грыжи в структуре наружных брюшных грыж, согласно другим данным, «занимают третье место, частота их встречаемости колеблется от 7,2 до 45,5%, а при ущемленных формах от 11 до 35,8%» [6, с. 19]. Среди взрослой популяции, по данным А.С. Никишкова, распространенность пупочных грыж составляет 10,2%, а факторами риска их развития являются «мужской пол, возраст старше 50 лет, индекс массы тела более 30 кг/м² и наследственность» [4, с. 8].

Пупочная грыжа является разновидностью вентральной грыжи, характеризуется выпячиванием внутренних органов через пупочное кольцо. Среди пупочных грыж различают эмбриональные грыжи, пупочные

Таблица 1. Сравнительный анализ применения методик onlay, sublay и inlay при лечении пупочных грыж

Группы пациентов в зависимости от размера грыжи и грыжевых ворот	Методика onlay	Методика sublay	Методика inlay
Пациенты с малой грыжей	14%	42%	4%
Пациенты с большой грыжей	22%	49%	17%
Пациенты с размерами грыжевых ворот более 20 мм	71%	25%	3%

грыжи у детей, пупочные грыжи у взрослых, которые имеют отличия по этиологии, анатомическим и клиническим особенностям, течению и методам лечения [5].

Оперативные вмешательства при хирургическом лечении пупочных грыж сопровождаются высокой частотой рецидивов, поэтому важным становится выбор метода хирургического лечения и методик пластики брюшной стенки. При выборе метода хирургического лечения помимо других показателей, важно учитывать размеры грыжевых ворот, которые, в отличие от грыж другой локализации, часто не соответствуют размерам грыжевого мешка [6].

При оперативном лечении пупочных грыж актуальность приобретает проблема эффективного выбора современных методик пластики брюшной стенки. Методы onlay, sublay и inlay относятся к методам «ненатяжной герниопластики» и обозначают размещение эндопротеза относительно грыжевых ворот. Метод sublay, согласно классификации В.Н. Егиева, представлен как onlay-inlay, в его классификации к ненатяжным методам пластики относятся только методики onlay, inlay и onlay-inlay [2]. Пластика onlay, по мнению V. Schumpelick, заключается «в полном ликвидации грыжевых ворот путем сшивания краев апоневроза с последующим наложением сетчатого имплантата в надапоневротическом слое» [3, с. 71].

Сравним показания к применению данных методик. Руководство российского общества герниологов рекомендует в качестве метода выбора технику sublay, в то время как методику inlay следует применять при невозможности выполнения sublay. Метод inlay предполагает расположение сетки под краями грыжевых ворот, которые не ушиты над имплантатом. При технике inlay протез размещают непосредственно в зоне дефекта с фиксацией его краев под апоневрозом. Наличие недостатков этой методики заключается в высоком проценте раневых осложнений, частоте рецидивов, что не отличает ее от пластики местными тканями и ограничивает ее широкое клиническое применение [3]. Использовать метод onlay целесообразно при расположении сетки над дефектом брюшной стенки, который может быть предварительно ушит или оставлен in situ. Однако существует мнение, что методика onlay, которая заключается в рас-

положении сетчатого протеза поверх выполненной аутопластики, относится к патогенетически необоснованным и функционально нерациональным методам, имеющим высокий риск образования «подпротезных рецидивных грыж» [1]. Применение методики onlay зачастую приводит к длительному выделению серозной и лимфатической жидкости, частому формированию сером и гематом, что является причиной развития гнойно-воспалительных осложнений. Поэтому методику onlay рекомендуют применять в том случае, когда невозможно дифференцировать анатомические структуры брюшной стенки [3].

Проведен анализ выбора и применения различных методик пластики брюшной стенки при хирургическом лечении пупочной грыжи (см. Табл. 1).

Как показано в исследовании С.Ю. Муравьева, при пупочной грыже, независимо от ее размера, преобладают ненатяжные методы коррекции брюшной стенки. У пациентов с малой грыжей в 42% случаях была выполнена «окончатая» sublay, на второй позиции в 14% случаях применялась методика onlay и только около 4% случаев использовалась методика inlay. Среди пациентов с большой пупочной грыжей частота расположения сетчатого протеза под апоневрозом увеличилась до 49% случаев, применение методики inlay — до 17%, а использование методики onlay применялась в 22% случаев. В остальных 12% случаях в качестве методики пластики применялась комбинированная пластика пупочного кольца. Результаты показали, что выбор методики пластики пупочного кольца не определяется размером грыжевого выпячивания [3, с. 165–166].

Выбор методик пластики в зависимости от размера грыжевых ворот, представлен в клинических исследованиях М.В. Тимербулатова и соавт. При размерах грыжевых ворот до 20 мм проводились операции по способам Мейо или Сапезко, только при выраженном истончении и разволокнении апоневроза дополнительно проводили протезирование сетчатым эндопротезом по типу sublay. При наличии размера грыжевых ворот более 20 мм проводилось протезирование, при котором у 71% пациентов применялась методика onlay, у 25% использовалась методика sublay и только у 3% пациентов применялась методика inlay. Методике sublay применялась

при сохранении и возможности выделения брюшины в области грыжи и при отсутствии рубцовых изменений. Предпочтение методике onlay отдавали при отсутствии такой возможности. Методика inlay применялась только в тех случаях, когда у пациентов имели место большие пупочные грыжи, осложненные ущемлением, некрозом петли тонкой кишки и высокими показателями внутрибрюшного давления [6].

Итак, современные методы «ненатяжной герниопластики» — onlay, sublay и inlay, нашли широкое применение в практике оперативного вмешательства при хирургическом лечении пупочных грыж. Анализ клинического опыта применения того или иного метода пластики у грыженосителя, позволяет учитывать комплекс факторов и условий, обуславливающих эффективность хирургического лечения пупочных грыж.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гостевской А. А. Нерешенные вопросы протезирования передней брюшной стенки при грыжах (часть 1) // Вестник хирургии. — 2007. Т. 166. — № 4. — С. 114–117
2. Егиев В. Н. Ненатяжная герниопластика. — М.: Медпрактика, 2002. — 148 с.
3. Муравьев С. Ю. Выбор метода коррекции передней брюшной стенки в зависимости от ее морфофункционального состояния у грыженосителей: дис. ... доктора мед. наук. — Рязань, 2017. — 269 с.
4. Никишков А. С. Распространенность и факторы риска грыж передней брюшной стенки в общей популяции: дис. ... кандидата мед. наук. — М., 2019. — 79 с.
5. Пантелева Е. К. Пупочная грыжа. Клинический случай // Е. К. Пантелева, В. О. Петрова, А. А. Самокаева, М. А. Зямбахтина, С. Н. Стяжкина // Наука и образование сегодня. — 2018. — С. 82–83.
6. Тимербулатов М. В. Выбор метода хирургического лечения при пупочных грыжах / М. В. Тимербулатов, Д. И. Мехдиев, Ш. В. Тимербулатов, Р. А. Смир, Д. З. Фахретдинов // медицинский вестник Башкортостана — 2015. — № 6 (10). — С. 19–21.

© Протасов Андрей Витальевич (Andrei.Protasov@bk.ru), Ибрагимов Эльчин Сахават оглы (Refaro@mail.ru),
Джабиев Аяз Айдын оглы (Dzhabievayaz.3@mail.ru), Мекхаезель Шехата Факхри Мекхаезель (Mekhaeel60@yahoo.com),

Мирзоев Эльмар Эльчин оглы (Dr.mirzoev@inbox.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский Университет Дружбы Народов

ОЦЕНКА УРОВНЯ И КАЧЕСТВА СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ УСЛУГ

ASSESSMENT OF THE LEVEL
AND QUALITY OF DENTAL SERVICES

**B. Hubieva
V. Zelenskiy**

Summary. According to WHO (2012), Russian and foreign researchers data, prevalence rate of dental diseases among children reaches 75–95%, among adults — 100%, and in age groups above 35 years old, dental and mouth cavity problems become the primary concern [6].

Despite intensification of the sanitation process in clinical dentistry, many researchers note the tendency of decrease in national dental health. Dealing with such an important medical-social goal as radical decrease of dental illnesses is in the area of complex approach not only to realization of sanitation-prophylaxis measures, but also in using novel ideas in dental services organization [1].

The problems of legal regulations and administrative management of dental clinics in new economic conditions are key priority areas for the modern Russian medical industry [4].

Rapid development of medical services market, improvement medical insurance services, providing more freedom for medical organizations in implementation of its activities marked the significance of search for more effective mechanisms of dental clinics work organization, focused on dental services improvement [2,3].

High quality medical care should provide financial-economy and medical-social efficacy of healthcare development programs, determined to improve population quality and duration of life. Herewith, currently there are no unified criteria to determine medical care quality in Russia and abroad. [5].

The expediency to perform independent medical expertise of performed dental services is beyond dispute. Objectification of final treatment result evaluation is possible only when the patient medical condition data is available, determination of causal relationships between medical personnel actions and their consequences for the health of a citizen.

Keywords: quality control, dental services, medical expertise, dental diseases.

Хубиева Бэлла Хасановна

Ассистент, Северо-Кавказская Гуманитарная
Академия
Bella8800@mail.ru

Зеленский Владимир Александрович

Д.м.н., профессор, Ставропольский Государственный
Медицинский Университет
Moon175@yandex.ru

Аннотация. По данным ВОЗ (2012), отечественных и зарубежных исследователей, распространенность стоматологических заболеваний среди детского населения достигает 75–95%, взрослого — 100%, причём в возрастных группах населения старше 35 лет проблемы, связанные с болезнями зубов и полости рта, выходят на первое место [6].

Несмотря на интенсификацию современного санационного процесса в клинической стоматологии, многие исследователи отмечают тенденцию ухудшения стоматологического здоровья нации. Решение такой важной медико-социальной задачи как радикальное снижение стоматологической заболеваемости лежит в плоскости комплексного подхода не только к реализации санационно-профилактического направления, но и в использовании новаторских идей в организации стоматологической службы [1].

Проблемы правового регулирования и административного управления стоматологическими учреждениями в новых экономических условиях являются приоритетными направлениями современной отечественной медицины [4].

Бурное развитие рынка медицинских услуг, совершенствование системы медицинского страхования, предоставление медицинским организациям большей самостоятельности в осуществлении своей деятельности актуализировали значимость поиска более эффективных механизмов организации деятельности стоматологических поликлиник, направленных на повышение качества стоматологической помощи [2,3].

Качественная медицинская помощь должна обеспечивать финансово-экономическую и медико-социальную эффективность программы развития здравоохранения, направленной на повышение продолжительности и качества жизни населения. При этом в России и за рубежом до настоящего времени нет унифицированных критериев определения качества медицинских услуг [5].

Целесообразность проведения независимой медицинской экспертизы оказанных стоматологических услуг не вызывает сомнений. Объективизация оценки конечного результата лечения возможна только при наличии данных о состоянии здоровья пациента, установления причинно-следственной связи между действиями медицинского персонала и их последствиями для здоровья гражданина.

Ключевые слова: контроль качества, стоматологические услуги, медицинская экспертиза, стоматологические заболевания.

Введение

На современном этапе развития стоматологической службы пристальное внимание уделяется вопросам качества медицинских услуг. Резерв повышения эффективности оказания медицинской помощи лежит в плоскости оптимизации контроля качества. Пока в отечественной медицине нет стандартизированных подходов к определению уровня и качества медицинских услуг. Основная цель предоставления качественной медицинской помощи, в первую очередь — это увеличение продолжительности жизни пациента, во-вторых, обеспечение программ современного развития медицины, а именно их медико-социальной, экономической и технологической действенности и отдачи.

В Гражданском кодексе РФ, несмотря на обширное использование в бытовом обиходе понятия «качество медицинской услуги», официальное его определение не сформулировано. Определяя правовые гарантии потребителю, законодатель не создает заведомо нерентабельных условий экономического положения стоматологической поликлинике, что способствует свободному выбору методик достижения соответствующего качества. Стандарт стоматологической помощи это — совокупность медицинских технологий, методов лечения, объёма медицинских услуг, квалификации медицинского персонала и т.д. Для апробации, негосударственной стоматологической МО ООО «РЕНЕССАНС» диссертантом предложена новая схема взаимодействия врачей и медицинской подсистемы. Им сформулирована трактовка термина «стандарт стоматологической помощи» — наивысшая степень профессиональных коммуникаций медицинской системы, направленная на повышение уровня стоматологического здоровья через внедрение протоколов ведения стоматологического больного, стандартов стоматологических услуг, порядков оказания стоматологической помощи.

Задачи стандарта:

- ◆ сформулировать единые требования к профилактике, диагностике и лечению стоматологических заболеваний;
- ◆ оптимизировать временные затраты медицинской услуги, количество обращений и посещений пациентом врача-стоматолога;
- ◆ модернизировать систему диспансеризации стоматологических больных в соответствии с современными требованиями к санации рта.

Стоматологический лечебно-диагностический комплекс включает: обследование пациента с определением стоматологического статуса, диагностика дентальной патологии, составление индивидуализированного плана

лечения, реабилитации и профилактики. В первое посещение врач-стоматолог осматривает челюстно-лицевую область, органы и ткани рта, определяет лечебную тактику и вырабатывает стратегию восстановления эстетики лица. Для мотивации участия пациента в комплексной санации использовалась мультимедийная программа «Понятная стоматология», порядок мероприятий первичного визита включает:

- ◆ комплексное обследование зубочелюстной системы;
- ◆ определение стоматологического статуса пациента;
- ◆ заполнение медицинской карты стоматологического больного и установление диагноза;
- ◆ проведение дополнительных методов исследования;
- ◆ планирование санации с оптимизацией сроков её выполнения;
- ◆ проведение профессиональной гигиенической чистки зубов «32 ОК»;
- ◆ соблюдение последовательности лечебных мероприятий;
- ◆ консультации иных специалистов.

Последовательное выполнение пациентом мероприятий комплексной стоматологической санации свидетельствует о профессиональном проведении подготовительного этапа, высокой квалификации врача и отлаженном механизме взаимодействия различных специалистов и медицинской подсистемы. Нами разработан и внедрен алгоритм порядка движения пациента между клиническими подразделениями стоматологической МО «Дорожная карта» пациента в стоматологической МО определяется в соответствии с клинико-рентгенологическим диагнозом по МКБ-10, дополнительного обследования или консультации специалиста с обоснованием фиксируется в медицинской карте стоматологического больного. На первом этапе санации выполняются следующие условия:

- ◆ зубы и корни зубов, потерявшие функциональную ценность, удаляются;
- ◆ каналы депульпированных зубов пломбируются до верхушки;
- ◆ при патологии пародонта и слизистой оболочки полости рта проводится специализированное лечение у пародонтолога;
- ◆ при наличии изменений в периапикальных тканях врачебный консилиум определяет способность дальнейшего функционирования зуба;
- ◆ решение консилиума отражается в медицинской карте стоматологического больного.

Итоговый результат комплексной санации фиксируют как законченный клинический случай (с выполнением ОПТГ), о чем в медицинскую карту вносится соот-

ветствующая запись за подписью врача. Законченным случаем лечения является любая завершённая медицинская услуга (лечение зуба, санация рта, постановка ортопедических и ортодонтических конструкций и т.д.). После выполнения лечебных мероприятий врач-стоматолог сообщает регистратору о завершении санации, пациенту оформляется гарантийный талон, и он уведомляется о дате следующего визита к врачу-стоматологу.

Нарушением стандарта коммуникаций медицинской системы и взаимодействия врачей и медицинской подсистемы считается:

- ◆ невыполнение врачом-стоматологом алгоритма первичного обращения пациента (до введения контроля качества отмечено у 54%, после- у 7% больных);
- ◆ лечение больного без предварительной профессиональной гигиены (до введения контроля качества имелось в 49%, после- в 4% случаев);
- ◆ неправильный выбор метода лечения (до совершенствования системы контроля качества встречалось в 31%, после — в 3% случаев);
- ◆ отсутствие согласованного с другими специалистами подхода к лечению (до нововведения наблюдалось в 39%, после — в 6% случаев);
- ◆ несогласованность индивидуальных планов лечения (до введения контроля качества лечения отмечено в 28%, после — в 6% случаев).

К исключительным случаям нарушения взаимодействия пациента и медицинской системы относятся:

- ◆ нежелание пациента продолжать лечение в данной МО;
- ◆ ухудшение состояния общесоматического здоровья пациента;
- ◆ обращение по поводу острой зубной боли;
- ◆ кратковременность пребывания пациента в городе Черкесске.

Каждый подобный клинический случай анализируется администрацией МО.

Полноценное удовлетворение потребностей пациента в стоматологической помощи является целью осуществления контроля качества стоматологических услуг. В стоматологических МО разных форм собственности экспертиза законченных случаев лечения проводится руководителем структурного подразделения или врачом-экспертом:

- ◆ в день завершения санации рта или лечения отдельного зуба;
- ◆ при плановом или внеплановом контроле администрации МО;
- ◆ по претензионному обращению пациентов.

Такой подход к контролю позволяет объективно оценить качество стоматологических услуг. Экспертиза законченного случая лечения проводится по требованиям системы контроля качества не реже трёх в месяц у каждого врача. У молодых специалистов и врачей, работающих с испытательным сроком, контроль качества лечения проводится в 100% законченных случаях.

Планирование экспертизы отдалённых результатов лечения проводится, по необходимости отложенного контроля (12, 24 месяца с момента оказания услуги), но не менее трёх законченных случаев у каждого врача в месяц. Экспертиза итоговых результатов стоматологической услуги проводится в соответствии с «протоколом по законченному случаю лечения» Возникающие у пациента претензии к качеству стоматологических услуг проверяются в процессе внеплановых контрольных осмотров. Такой визит пациента считается регистратором «внеплановым контрольным осмотром», и соответствующая запись заносится в реестр.

Согласно оценочным критериям, заполняются все графы протокола, для вычисления среднего балла суммируют число оценок по каждому параметру и умножают на то число баллов, которое соответствует данному параметру: 5 баллов — полностью соответствует; 3 балла — вполне соответствует; 0 баллов — совершенно не соответствует. Факт экспертизы регистрируется в «Журнале проведения экспертизы законченных случаев», протокол экспертизы заверяется главным врачом.

В журнале экспертизы фиксируются паспортные данные пациента, ФИО лечащего врача, вид экспертизы, балльная оценка и конечный результат. Далее, один раз в неделю медицинский статист формирует отчет о проведённой экспертизе по каждому врачу, отделению и МО в целом. После осмотра заполняется «протокол внепланового контрольного осмотра». В протоколе отражают жалобы, данные объективного осмотра и рентгенологического обследования, претензия пациента или причина внепланового контрольного осмотра. Протокол вносят в «Журнал внеплановых контрольных осмотров» указывают паспортные данные пациента, Ф.И.О. лечащего врача, основание внепланового контроля, заключение (гарантийный или не гарантийный случай, дополнительная экспертиза). Один раз в неделю «протоколы внеплановых контрольных осмотров» предоставляются регистратору по информации для формирования отчёта о внеплановых контрольных осмотрах: по каждому врачу, отделению и в целом по МО. Контроль качества оказанных услуг в ортопедическом отделении проводит заведующий, им оценивается не менее трети ортопедических работ, сдаваемых

врачами в течение месяца. Обязательный контроль качества проводится после выполнения определённых видов ортопедической работы:

- ◆ керамические зубные протезы и реставрация;
- ◆ зубные протезы с опорой на имплантаты;
- ◆ зубные протезы из сплавов драгоценных и благородных металлов;
- ◆ комбинированные бюгельные и металлокерамические протезы;
- ◆ несъёмные конструкции с металлокерамическими зубами более 6 ед.

Заведующий ортопедическим отделением также ведёт:

- ◆ учёт оценочных листов по сданным протезам;
- ◆ входной и выходной контроль качества ортопедической работы;
- ◆ вычисляет суммарную результативность по оценочным листам;
- ◆ определяет средние значения оценок по входящему контролю качества.

После определения средних значений по входному и выходному контролю заведующий вносит эти оценки в реестр ортопедической работы. По ежемесячному отчёту анализируют результаты средних баллов по отделению, лаборатории, врачам, техникам и по виду выполненной ортопедической работы. Ежемесячно заведующий суммирует значения оценок качества и вычисляет:

- ◆ средний балл удовлетворённости врачей-стоматологов-ортопедов качеством зуботехнической работы, отдельно по видам работы и в целом по лаборатории;
- ◆ средний балл удовлетворённости зубных техников качеством оттиска и препарирования по врачам и в целом по МО;
- ◆ процент экспертизы выходного контроля качества, проведённой им лично;
- ◆ количество брака по вине лечащего врача и зубного техника.

Первые три показателя являются ключевыми для оценки эффективности работы заведующего ортопедическим отделением.

Поэтапный контроль качества в зуботехнической лаборатории призван предупредить возможность брака при изготовлении зубных протезов. Оценка качества зуботехнической работы возложена на старшего зубного техника-эксперта. Данные о качестве изготовленных протезов вносятся в «оценочные листы» и используются:

- ◆ при рассмотрении гарантийных случаев в стоматологическом ортопедическом лечении;
- ◆ при анализе клинико-экспертной комиссией данных входного и выходного контроля качества ортопедической конструкции;

- ◆ при вынесении коллегиального решения о повышении уровня категории специалиста на плановой аттестации;
- ◆ при планировании обучения врачей и зубных техников, разборах случаев брака ортопедической конструкции на медицинском совете поликлиники.

Достоверно установлено, что низкое качество выполнения этапа зуботехнической работы не позволяет достичь необходимого качества ортопедических конструкций. Разработка Положения и Инструкции о контроле качества в зуботехнической лаборатории является важным моментом системы контроля качества стоматологической ортопедической помощи. Между врачами-стоматологами-ортопедами и зубными техниками в системе взаимоотношений целесообразно выделить следующие виды контроля:

- ◆ входной тест-контроль качества, проводится заведующим зуботехнической лабораторией или старшим зубным техником-экспертом;
- ◆ выходной тест-контроль качества, определяет соответствие изготовленной ортопедической конструкции критериям качества;
- ◆ поэтапный контроль качества, оценивает каждый этап изготовления зубного протеза для исключения брака.

В журнале «Регистрации зуботехнической работы» фиксируют номер заказ наряда, устанавливают порядковый номер оценочного листа. На лицевой стороне оценочного листа фиксируются данные входного контроля, показатели выходного контроля — на оборотной стороне оценочного листа. На первом зуботехническом этапе по входному контролю качества оценивают оттиск и отлитую модель, заполняется «Оценочный лист входного контроля качества».

При наличии брака в графе «Совершенно не соответствует» выставляется неудовлетворительная оценка. После исправления выявленного дефекта зуботехническая работа оценивается повторно. Переделку ортопедической конструкции на любом этапе изготовления фиксируют в «Журнале учёта доработок» с указанием причин брака. Для предупреждения формального отношения к заполнению оценочных листов на входном контроле в зуботехнической лаборатории проводится выборочный контроль качества заполнения оценочных листов. Особое внимание заведующий ортопедическим отделением уделяет оценочным листам с отметкой «не соответствует», с тщательным повторным контролем работ, отправленных на доработку.

Оптимизация клинико-экспертного контроля во многом зависит от эффективности подходов

к оценке в баллах качества эндодонтического лечения. Контроль качества обеспечивают заведующий терапевтическим отделением, врач-эксперт и КЭК. Балльная шкала оценки качества эндодонтического лечения имеет свои критерии и контрольные значения, соответствующие протоколу эндодонтического лечения. Каждый критерий имеет 1 или 0,5 балла; если лечение зуба не отвечает требованиям, в протоколе присваивается 0 баллов. При оценке контрольных параметров, находящихся в поле допустимых значений, возможны определённые колебания от установленного показателя, тогда зубу добавляется 0,5 балла. Контрольные показатели эндодонтического лечения имеют следующую градацию баллов: «0» — несоответствие требованиям протокола, «0,5» — допустимый; «1» — соответствующий требованиям протокола. Отдельно фиксируются данные о неудовлетворительном лечении с оценкой «0» баллов, требующие повторного лечения: ошибки пломбирования, слом эндодонтического инструмента; перфорация корня; несоблюдение диагностического стандарта; отсутствие информированного добровольного согласия. В процессе оценки качества эндодонтического лечения контролируются соответствие поставленного диагноза МКБ — 10, наличие RVG-диагностики, оформление медицинской документации и лечение в соответствии с Протоколом эндодонтического лечения. Соответствие эндодонтического лечения стандарту оценивается 1 баллом, при несоответствии присваивается оценка «0». За наличие в МКСБ информированного добровольного согласия на эндодонтическое лечение присваивается 1 балл, при отсутствии — 0. Использование коффердама оценивается 0,5 балла, при отсутствии — 0. Создание эндодонтического доступа имеет 0,5 балла, при отсутствии оптимального доступа — 0. Наличие RVG с файлами в МКСБ оценивается 1 баллом, отсутствие — 0. За аппаратную обработку корневых каналов в соответствии со стандартами присваивается 0,5 балла. Медикаментозная обработка корневых каналов зубов в соответствии со стандартами оценивается в 1 балл, отсутствие — 0. Пломбирование канала корня зуба до физиологической верхушки обозначается 1 баллом, при выведении за апекс корня пломбировочного материала в небольшом количестве (до 1,5 мм) — 0,5 балла. Неполное пломбирование корневого канала — более 2 мм до апекса или выведение пломбировочного материала за верхушку корня оценивается 0 баллов. Полное obturационное пломбирование канала — 1 балл, зазор между корневой и коронковой пломбой в 0,5 мм оценивается как 0,5 балла, дефект между корневой и коронковой пломбой более 0,5 мм — 0 баллов. Герметичное пломбирование корневого канала по всей длине имеет 1 балл, при обнаружении пор в пломбе корня зуба или щели по краю всего зуба — 0 баллов. Лечащему врачу за нулевую оценку выносятся

предупреждение с отметкой в индивидуальном листе контроля.

Контроль качества эндодонтического лечения врач-эксперт осуществляет ежедневно по медицинским картам, в процессе его проведения выявляются следующие врачебные ошибки:

- ◆ перфорация корня зуба;
- ◆ слом инструмента внутри канала зуба;
- ◆ пломбирование корневого канала не до верхушки;
- ◆ выведение пломбировочного материала за апекс более 1,5 мм;
- ◆ эндодонтическое лечение не отвечает назначенному диагнозу.

После экспертизы МКСБ на специалиста заполняется «Индивидуальный лист контроля». Эксперт ежемесячно по каждому врачу отдельно готовит отчёт по форме «Анализ эндодонтического лечения», где указывается общее число полученных баллов по эндодонтии, общее число пролеченных корневых каналов и зубов, число осложнений и обнаруженных ошибок, процент выполнения параметров эндодонтического лечения. При выявлении врачебных ошибок данные пациента заносят в реестр «Пациенты под наблюдением», содержащий информацию о допущенных случаях брака и мероприятиях направленных на предупреждение осложнений. Дополнительное лечение по исправлению врачебных ошибок считается гарантийным и осуществляется на безвозмездной основе. Эксперт после устранения врачебных ошибок повторно оценивает дополнительное лечение и заполняет «Лист контроля эндодонтического лечения».

Соблюдение преемственности в оказании всех видов стоматологической помощи и реставрации зубов, повышает эффективность лечебно-профилактических мероприятий Первичным звеном междисциплинарного взаимодействия является гигиенист стоматологический. Всем посетителям стоматологических МО проводится комплекс профессиональной гигиены, за исключением обращений с острой зубной болью. Вторым звеном междисциплинарного взаимодействия считается направление к врачу-стоматологу-терапевту. Третьим звеном при наличии показаний к удалению или эндодонтической хирургии является врач-стоматолог-хирург. Следующим звеном взаимодействия медицинской подсистемы является врач-стоматолог-ортопед.

Результаты исследования дают все основания подтвердить, что действенная эффективная система контроля за качеством предоставляемых услуг существенно повышает культуру, уровень и конечный результат стоматологической помощи профильным больным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алимский А. В. Мотивация обращаемости населения за стоматологической помощью в частные структуры / А. В. Алимский, И. А. Лемберг, И. М. Рабинович // Клиническая стоматология. — 2009. — № 1. — С. 74–76.
2. Бутова В. Г. Предпринимательская деятельность стоматологических организаций / В. Г. Бутова, К. А. Пашков, Н. Н. Мальгинов. — М., 2007. — 292 с.
3. Бутова В. Г. Управление качеством стоматологической помощи / В. Г. Бутова, Э. В. Зимица, М. З. Каплан. — М.: Издательский Дом «STBOOK», 2007. — 224 с.
4. Данилов Е. О. Проблемы организации стоматологической помощи в системе ОМС / Е. О. Данилов // Институт стоматологии. — 2009. — № 3. — С. 22–23.
5. Peeters F. R. Risks for oral health with the use of antidepressants / F. R. Peeters, M. W. de Vries, A. Vissink // Gen Hosp Psychiatry. — 2008. — № 20 (3). — P. 150–154.
6. Johnson N. Practical prevention / N. Johnson // FDI World, No/Des. — 2017. — P. 10–15.

© Хубиева Бэлла Хасановна (Bella8800@mail.ru), Зеленский Владимир Александрович (Moon175@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Ставропольский Государственный медицинский университет

ВЛИЯНИЕ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РОТОВОЙ ЖИДКОСТИ

INFLUENCE OF DENTAL PROSTHETICS FOR BIOCHEMICAL PARAMETERS OF THE ORAL FLUID

**S. Schneider
N. Nurieva
A. Sinitsky
A. Schneider**

Summary. Oral fluid plays an important role in human health in General and in dental health in particular. Its biochemical composition is exposed to negative factors on a daily basis. This, in turn, leads to changes in its indicators. Special attention was paid by the authors of the article to the future research on the study of changes in the biochemical parameters of oral fluid in people who have orthopedic structures made of various dental materials.

Keywords: oral fluid, orthopedic constructions, non-removable orthopedic constructions, zirconium dioxide, cermets.

Шнайдер Семен Давыдович

Соискатель, Дорожная клиническая больница на ст.
Челябинск ОАО «РЖД»
shnaider.semen@gmail.com

Нуриева Наталья Сергеевна

Д.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский
государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения России (г. Челябинск)

Синицкий Антон Иванович

Д.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский
государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения России (г. Челябинск)

Шнайдер Андрей Давыдович

Соискатель, врач стоматолог-ортодонт, клиника
стоматологии ООО «Ортобьюти»

Аннотация. Ротовая жидкость играет важную роль в здоровье человека в целом и в стоматологическом в частности. Ее биохимический состав ежедневно подвергается воздействию негативных факторов. Это, в свою очередь, ведет к изменению ее показателей. Особое внимание было уделено авторами статьи будущему исследованию по изучению исследований изменений биохимических показателей ротовой жидкости у людей, имеющих ортопедические конструкции из различных стоматологических материалов.

Ключевые слова: ротовая жидкость, ортопедические конструкции, несъемные ортопедические конструкции, диоксид циркония, металлокерамика.

Актуальность

Ротовая жидкость, или смешанная слюна — это суммарный секрет больших и малых слюнных желез, слущенный эпителий, детрит полости рта, десневая жидкость, зубной ликвор, микрофлора и продукты ее жизнедеятельности, лейкоциты и продукты их распада, остатки пищи, зубной пасты, ополаскивающих жидкостей, бронхиальные и назальные секреты. [3]

Ротовая жидкость, являясь поставщиком различных соединений, обеспечивает поддержание гомеостаза в ротовой полости. Ее ионный состав способен изменяться под воздействием как эндогенных, так и экзогенных факторов. Одним из основных показателей ротовой жидкости является pH. В норме pH составляет 6,4–7,8 Ед. [14] Сдвиг pH может быть обусловлен алиментарными факторами, профессиональными и экологиче-

скими вредностями, использованием средств гигиены и лекарственных препаратов, протезами, пломбами, микробной обсемененностью полости рта. [12] Изменения в зубочелюстной системе оказывают существенное влияние на состав ротовой жидкости. В связи с этим ее биохимические исследования позволяют выяснить многие особенности патогенеза заболеваний полости рта на молекулярном уровне и обосновать возможности их метаболической коррекции. [11]

Проведя опрос 117 пациентов с несъемными конструкциями установленными в течении 6 месяцев, мы выявляли жалобы на сухость полости рта, воспаление десны вокруг металлокерамических конструкций, изменённый привкус, изменения вкуса, увеличение слюноотделения, покалывание кончика языка. Собрав жалобы, мы решили изучить изменения уникальных свойств биохимических показателей ротовой жидкости.



Рис. 1



Рис. 2

Цель исследования

Оценить влияние ортопедических конструкций из различных материалов на биохимические показатели ротовой жидкости. При выявлении изменений предложить способ коррекции.

Материалы и методы

Планируется провести исследование биологического материала 168 пациентов. Считаем целесообразным разделить их на 3 группы. Первая группа будет представлена относительно здоровыми лицами с сохраненными зубными рядами, проходившими наблюдение в рамках диспансеризации взрослого населения. Основные опытные группы, вторая и третья, больные с частичной вторичной адентией разной степени. Пациенты с изготовлением от 2 до 5-ти ортопедических единиц составляют вторую группу. С 6 и более ортопедических единиц объединены в третью группу.

В свою очередь, пациенты второй и третьей групп будут подразделены на несколько подгрупп. Это необходимо для выявления распространенности того или иного материала ортопедических конструкций. В первую подгруппу будут включены пациенты с конструкциями из металлокерамики. Вторую подгруппу составят пациенты, имеющие конструкции из диоксида циркония. И в третью, последнюю подгруппу войдут пациенты

с конструкциями из металлокерамики и диоксида циркония.

При проведении исследования будут соблюдены все этические принципы, изложенные в последней редакции Хельсинской декларации, принятой на 64-й Генеральной ассамблее Всемирной Медицинской Ассоциации (Форталеза, Бразилия, 2013) и Федеральном законе Российской Федерации № 323-ФЗ от 21 ноября 2011 г. «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».

Пациентам будет разъяснена суть исследования, объем их участия, права, обязанности и возможные риски. В исследование будут включены только те лица, которые выразят свое согласие путем подписи добровольного согласия.

Территориально взятие материала будет проходить на базе Стоматологической поликлиники негосударственного учреждения здравоохранения «Дорожная клиническая больница на станции Челябинск открытого акционерного общества «Российские железные дороги».

При первичном осмотре каждому пациенту будет составлен персональный план. На этом этапе врачом-стоматологом-ортопедом будут решены следующие задачи: первичное обследование больного; предварительное планирование зубопротезной рабо-

ты с целью выявления ортопедических и эстетических факторов, включая диагностическое моделирование в артикуляторе, определяя возможные риски осложнений, тип прикуса и возможности коррекции при необходимости; планирование окклюзионной схемы для оптимального распределения жевательной нагрузки; выбор типа и объема протезирования; материала для фиксации.

В этот период врачом-стоматологом-ортопедом будет оценено: эстетические пожелания и ожидания пациента; высота линии улыбки, длина верхней губы, горизонтальная визуализация зубов, степень обнажения зубов при улыбке и в покое, поддержка тканей лица; твердые ткани зубов, наличие кариеса, некариозные поражения (эрозии клиновидные дефекты, патологическая стираемость) и разрушенность опорных зубов по ИРО-ПЗ; форма зубных рядов; воспалительные очаги вокруг периапикальных тканей опорных зубов; межальвеолярную высоту, оценка соотношения челюстей; наличие окклюзионных и мышечных парафункций, состояние функции ВНЧС; проведение фотосъемки клинического случая до лечения; изготовление временных реставраций (рис. 1).

В ходе обследования проанализируется состояние гигиены полости рта, общее состояние здоровья, факторы риска, методы и сроки их нивелирования, стоматологический анамнез, результаты осмотра лица, полости рта и данные рентгенографии, медицинские показания и противопоказания к выбору материала для изготовления несъемных ортопедических конструкций, кратность наблюдения после фиксации окончательной работы и сроки контроля. Будет обращено внимание и на наличие воспалительно-деструктивных и иных процессов в полости рта и челюстно-лицевой области. Учтены наличие у пациента вредных привычек. В частности, привычки курения.

Результаты обследования всеми привлеченными специалистами будут вписаны в медицинскую карту пациента с разработанным планом лечения.

На всем протяжении работы с пациентом будет осуществляться сбор ротовой жидкости. Этот процесс так же будет разделен на две части в зависимости от принадлежности пациента к той или иной группе в рамках данного исследования. У пациентов контрольной группы ротовая жидкость будет забрана однократно в ходе осмотра. У больных основной группы забор ротовой жидкости будет производиться в несколько этапов: 1-й этап: в ходе первичного осмотра, перед составлением ортопедического плана лечения; 2-й этап: спустя 14 дней после установки временных ортопедических конструкций; 3-й этап: спустя 7 или 14 дней после фиксации несъемных ортопедических конструкций; 4-й этап: спустя 30 дней после фиксации несъемных ортопедических конструкций; 5-й этап: спустя 4 месяца после фиксации несъемных ортопедических конструкций.

Собирается ротовая жидкость будет путем сплевывания в пробирку без применения дополнительных методов стимулирования саливации.

Ожидаемые результаты исследования

Выявление степени влияния патологии несъемных ортопедических металлокерамических и из диоксида циркония конструкций на биохимический состав ротовой жидкости. Разработка рекомендаций по ортопедическому ведению пациентов при протезировании несъемными ортопедическими конструкциями (рис. 2).

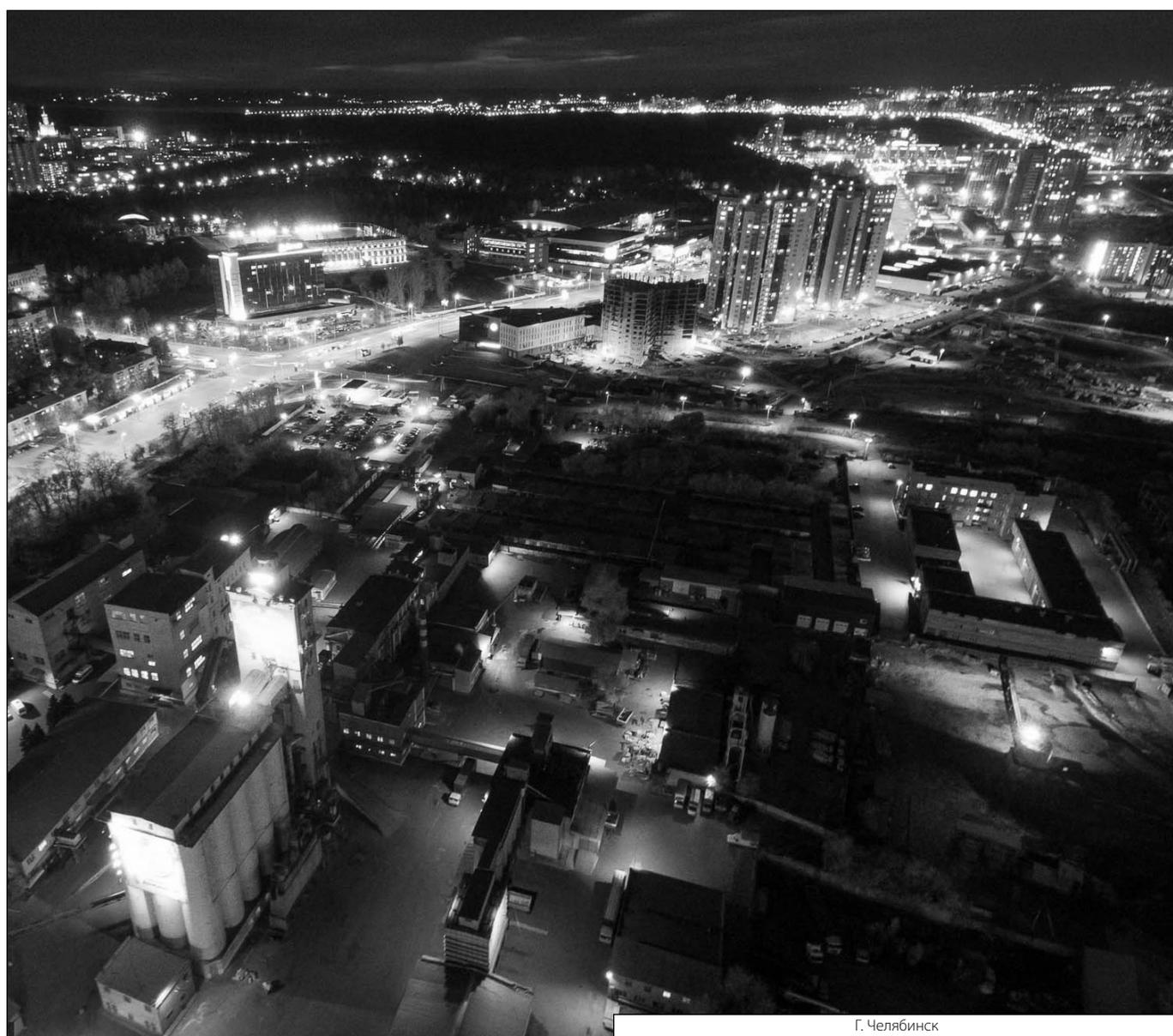
По результатам проведенного исследования планируются такие формы внедрения как информационные письма, методические рекомендации, публикации в рецензируемых и цитируемых научных изданиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимова С. В. Стоматологические материалы на основе диоксида циркония / С. В. Анисимова // *Dentalforum*. — 2008. — № 4 (28). — С. 39–41.
2. Асташина Н. Б. Перспективы использования нонматериалов и высоких технологий в ортопедической стоматологии. Часть 1. / Н. Б. Асташина, В. Н. Анциферов, Г. И. Рогожников [и др.] // *Стоматология*. — 2014. — № 1. — С. 37–39.
3. Брещенко Е. Е. Биохимия полости рта, ротовой и десневой жидкостей: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов стоматологического факультета / Е. Е. Брещенко, И. М. Быков; ФГБОУ ВО КубГМУ. — Краснодар, 2018. — 63 с.
4. Будный А. А. Современные технологии в ортопедической стоматологии / А. А. Будный, И. Д. Плидистая // *Bulletin of medical internet conferences*. — 2018. — Vol. 8, is. 7. — P. 288.
5. Массирони Д. Точность и эстетика / Д. Массирони, Р. Пасчетта, Д. Ромео. — Москва: Азбука, 2008. — 381 с.
6. Паршин Ю. В. Особенности ортопедического лечения металлокерамическими и цельнокерамическими зубными протезами (обзор литературы) / Ю. В. Паршин, О. Н. Сапронова, А. Ю. Медведев // *Институт стоматологии*. — 2013. — № 1. — С. 87–89.
7. Саламов М. Я. Применение супраструктур дентальных имплантатов, изготовленных из современных керамических материалов, в различных отделах зубного ряда / М. Я. Саламов, А. И. Оганян, Н. А. Цаликова, М. Г. Гришкина // *Dentalforum*. — 2016. — № 4 (63). — С. 68–69.
8. Фрадеани М. Эстетическая реабилитация несъемными ортопедическими конструкциями / М. Фрадеани. — Москва: Азбука, 2010. — Т. 2. — 465 с.

9. Хабилов Н. Л. Диоксид циркония — один из современных стоматологических материалов / Н. Л. Хабилов, М. У. Дадабаева, Т. О. Мун, Б. Н. Хабилов // *Stomatologiya*. — 2017. — № 2. — С. 107–110.
10. Эльканов А. А. Изучение основных механических свойств конструкционных керамических материалов, используемых для изготовления мостовидных протезов малой протяженности / А. А. Эльканов, Е. А. Брагин, А. Е. Брагин // *Современные проблемы науки и образования*. — 2017. — № 2. — С. 33–39.
11. Barzilay I. Керамика на основе диоксида циркония и силиката лития. Новый класс керамики / I. Barzilay, E. Behrooz, J. Lopez // *Зубной техник*. — 2018. — № 1. — С. 32–44.
12. Fedorova M. Protein carbonylation as a major hallmark of oxidative damage: update of analytical strategies / M. Fedorova, R. C. Bollineni, R. Hoffmann // *Mass spectrometry reviews*. — 2014. — Vol. 33, № 2. — P. 79–97.
13. Halliwell B. *Radicals in Biology and Medicine* / B. Halliwell, J. M. Gutteridge, C. Free. — Oxford: University Press, 2015. — 905 p.
14. Ritter R. G. Применение дисиликата лития при изготовлении люминиров / R. G. Ritter // *Зубной техник*. — 2011. — № 3. — С. 8–11.
15. Salvi G. E. Prevalence and mechanisms of peri-implant diseases / G. E. Salvi, R. Cosgarea, A. Sculean // *Journal of dental research*. — 2017. — Vol. 96, № 1. — P. 31–37.

© Шнайдер Семен Давыдович (shnaider.semen@gmail.com), Нуриева Наталья Сергеевна,
Синицкий Антон Иванович, Шнайдер Андрей Давыдович.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Челябинск

OVERVIEW OF PHOTOPOLYMER RESINS USED IN DENTISTRY

**A. Ertesyan
M. Sadykov
A. Nesterov
A. Arestova**

Summary. Dentistry is one of the most developing specialties in the field of 3D printing, and it is in dentistry that not only the speed and accuracy of the manufactured orthopedic structures are most important, but also the properties of the materials used: safety; biocompatibility; compliance with medical requirements. The article presents the results of a review of biocompatible photopolymer resins used in dentistry. The composition, properties and characteristics of photopolymer resins are described. Analysis of the assortment of the Russian market of certified photopolymer resins used in dentistry showed that the main market share is occupied by only one company producing these resins. The presented review of photopolymer resins showed that today an active search continues in the field of developing modern materials for use in dentistry.

Keywords: biocompatible photopolymer resin, 3D printing, SLA, stereolithography.

Материалы, применяемые в стоматологии, весьма разнообразны. Большинство ортопедических конструкций на сегодняшний день изготавливаются из пластмасс методом 3D печати [4]. Врачи, основываясь на большом клиническом опыте, выбирают те материалы, которые обеспечивают наиболее качественную стоматологическую помощь и безопасность для пациента. Непрерывное развитие технологий в стоматологии заставляет вновь и вновь анализировать, и совершенствовать материалы, которые мы используем ежедневно в своей практике, поскольку многочисленные научные исследования свидетельствуют о том, что большинство полимеров не удовлетворяют многим

ОБЗОР ФОТОПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ ПРИМЕНЯЕМЫХ В СТОМАТОЛОГИИ

Эртесян Альберт Робертович

*К.м.н., ассистент, ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет»
Минздрава России, Самара
albertertesyan@gmail.com*

Садыков Мукатдес Ибрагимович

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет»
Минздрава России, Самара*

Нестеров Александр Михайлович

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет»
Минздрава России, Самара*

Арестова Анастасия Андреевна

ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара

Аннотация. Стоматология — является одной из наиболее развивающейся специальностью в области 3D-печати, и именно в стоматологии наиболее важны не только скорость и точность изготовленных ортопедических конструкций, но и свойства используемых материалов: безопасность; биосовместимость; соответствие медицинским требованиям. В статье представлены результаты обзора биосовместимых фотополимерных смол, применяемых в стоматологии. Описан состав, свойства и характеристики фотополимерных смол. Анализ ассортимента российского рынка сертифицированных фотополимерных смол, используемых в стоматологии, показал, что основную долю рынка занимают лишь одна компания, производящая данные смолы. Представленный обзор фотополимерных смол, показал, что на сегодняшний день продолжается активный поиск в области разработки современных материалов для использования в стоматологии.

Ключевые слова: биосовместимая фотополимерная смола, 3D-печать, SLA, стереолитография.

требованиям врачей [1]. Так, на смену классическим полимерам, приходят фотополимерные смолы для 3D печати [2, 3].

Фотополимерные смолы HAZ Labs, компании «ХАРЦ Лабс», Россия, характеризуются высокой детализированностью и точностью готовых изделий. Кроме того, материалам свойственен минимальный процент усадки, биосовместимость, гипоаллергенность, гибкость, стабильность состава, точность, рентгеноконтрастность, химическая стойкость, а также отсутствие запаха. Фотополимерные смолы линейки Dental предназначены для 3D печати по технологиям SLA, DLP, LCD. Все материалы

Таблица 1. Технические характеристика фотополимерных смол

Вид исследования	Фотополимерные смолы линейки Dental					
	Yellow Clear	Clear	Peach	Pink	Pink Soft	Sand
Прочность на разрыв, Н/мм ²	37.9–47.7	35–45	40.8–49.6	63.0–67.2	1.1–1.2	51–61
Удлинение на разрыв, %	4.7–9.7	3.1–9.3	4.0–10.2	4.7–8.9	66–70	4.0–10.2
Твердость по Шору, D	72–76	72–78	77–81	79–85	52–58	79–85
Вязкость по Брукфильду, Па·с	0.4	0.4	0.7	1.5	0.6	1.2
Усадка, %	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5

сертифицированы на территории РФ (РУ на медицинское изделие № РЗН 2020/12007) и соответствуют требованиям ГОСТ Р ИСО 10993 [5].

Dental Yellow Clear — твердая PMMA-подобная смола, предназначенная для 3D печати хирургических шаблонов. Материал без запаха, в своем составе не имеет вредных остаточных мономеров. Её прозрачный желтый цвет, близкий к натуральному позволяет добиться оптимальной визуализации рабочей области. Готовые хирургические шаблоны обладают высокой степенью жесткости, что обеспечивает надежную фиксацию шаблона в полости рта пациента.

Dental Clear — предназначен для печати прозрачных моделей, таких как элайнеры и каппы. Точный, прозрачный, очень жесткий и твердый и без запаха. Фотополимер Dental Clear представляет собой PMMA-подобную прозрачную смолу, предназначенную для печати моделей, используемых в стоматологии, где прозрачность является одной из основных проблем.

Dental Peach — представляет собой матовую смолу бледно-оранжевого цвета, изготовленную из биосовместимого сырья, которое используется в зубных пломбах с УФ-отверждением. Смола предназначена для термоформовки различных корректирующих устройств, в частности элайнеров. Для изделий из этой смолы характерна кратковременная стабильность при температуре более 180° и долгосрочная стабильность при температуре 100°. Благодаря этому материал может использоваться для изготовления демонстрационных и мастер-моделей.

Dental Pink — полупрозрачный фотополимер розового цвета, который максимально приближен к естественным тканям. Материал предназначен для имитации десны и десневых тканей. Полимер может использоваться и для других задач, в частности, для печати моделей ушного канала в челюстно-лицевой ортопедии. При изготовлении этого полимера используется биосовместимое сырьё, что делает его безопасным для применения в стоматологии.

мое сырьё, что делает его безопасным для применения в стоматологии.

Dental Soft Pink — необходим для замены силиконового материала, который используется в стоматологии для точного воспроизведения десневой маски. Обеспечивает идеальную посадку и естественную эстетику ортопедической конструкции. Механические свойства близки к естественной десне: гибкость и мягкость, необходимые для имитации поведения десны пациента при точной посадке имплантатов.

Dental Sand A1, A2, A3 и Bleach — полимерные смолы с микрокерамическим наполнением, предназначенные для 3D печати временных коронок и мостовидных протезов. Конструкции отличаются высокой стойкостью к агрессивным средам (щелочь, кислота, биологические среды) и механической прочностью. По своим свойствам смола напоминает PMMA-материал. Материал после дозасветки имеет цвет A1, A2, A3 или Bleach по шкале Vita.

Dental Cast — смола, предназначенная для печати моделей под прямое литье, обладающая высокой детализацией и нулевой зольностью. Материал в кратчайшие сроки выгорает при высоких температурах, не оставляя золы. Благодаря этому появляется возможность изготовления высокоточных металлических и керамических мостов, коронок, имплантатов, каркасов бюгельных протезов.

В таблице 1 представлены технические характеристики фотополимерных смол линейки Dental Harz Labs.

Таким образом, стоматологические фотополимерные смолы компании «HARZ Labs» могут быть использованы в зуботехнической лаборатории и стоматологии. Материалы обладают стабильностью результатов печати, высокой точностью и качеством протеза, биосовместимостью и твердостью. Все смолы имеют регистрационное удостоверение на медицинское изделие и соответствуют требованиям ГОСТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Штана В.С., Рыжова И.П. Обзор современных базисных полимеров в ортопедической стоматологии / В. С. Штана, И. П. Рыжова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. 2019. — № . 42 (2). — С. 224–234. DOI: 10.18413/2075–4728–2019–42–2–224–234
2. ХАРЦ Лабс. URL: <https://www.harzlabs.com/products/> (19.10.2020)
3. Малаев И.А., Пивовар М.Л. Аддитивные технологии: применение в медицине и фармации / И. А. Малаев, М. Л. Пивовар // Вестник фармации. — 2019. — № . 2. — С. 98–107.
4. Эртесян А.Р., Садыков М. И., Нестеров А. М. Обзор технологий 3D — печати в стоматологии / А. Р. Эртесян, М. И. Садыков, А. М. Нестеров // Медико-фармацевтический журнал «ПУЛЬС». — 2020 — Том. 22. — № 10. — С. 15–18. <http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2686–6838–2019–22–10>
5. ГОСТ Р ИСО 10993. Изделия медицинские.; введ. 01.09.2010. — АНО «ИМБИИТ»: М.: Стандартиформ, 2009. — 16 с.

© Эртесян Альберт Робертович (albertertesyan@gmail.com), Садыков Мукатдес Ибрагимович,
Нестеров Александр Михайлович, Арестова Анастасия Андреевна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Самарский государственный медицинский университет

НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

Alenina S. — Privolzhsky Research Medical University MOH, Nizhny Novgorod

Alrosan B. — Post-graduate student, traumatologist-orthopedist, Peoples' Friendship University of Russia
Brousan49@gmail.com

Altynov K. — Volgograd State Technical University
altynov_90@mail.ru

Arestova A. — FSBEI HE «Samara State Medical University» MOH Russia

Asmolova R. — Post graduate student, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev
ryzanka2010@mail.ru

Azarov A. — Cand. tech. Sci., Volgograd State Technical University
artazarov@mail.ru

Belousova A. — PSU (Penza)
anbel988@mail.ru

Belyak E. — Ph.D., assistant, Peoples' Friendship University of Russia
belyakevgen@mail.com

Blagov A. — Senior Lecturer, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI
bae311265@mail.ru

Bolgov E. — Stavropol Regional Clinical Consultative and Diagnostic Center, Stavropol
peregala@yandex.ru

Bolgov E. — Stavropol Regional Clinical Consultative and Diagnostic Center, Stavropol
peregala@yandex.ru

Bolshelapov M. — Saratov State Technical University, Saratov
mihan3110@yandex.ru

Borisova E. — Doctor of medical Sciences, Professor, Kirov Military medical Academy

Borisov S. — Phd candidate, FBGOU VPO «Kuban State Technological University», Krasnodar
un1ii@mail.ru

Bychkovskih V. — Urologist, Road clinical hospital at the station «Chelyabinsk» of JSC «Russian Railways», Chelyabinsk

Chervinets V. — MD, Professor, Tver State Medical University
chervinets@mail.ru

Chervinets Yu. — MD, Professor, Tver State Medical University
julia_chervinec@mail.ru

Danilov R. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia
danilovroman@mail.ru

Degtyarenko A. — Post graduate student, Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev

Drilenko M. — The postgraduate student, Kuban State University
mvdrlenko@gmail.com

Dzhabiev A. — Peoples' Friendship University of Russia
Dzhabievayaz.3@mail.ru

Emelina E. — Assistant, First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov
lenaemelina@mail.ru

Emelina G. — Candidate of medical Sciences, associate Professor, PSU (Penza)
sto.emelina@yandex.ru

Ertesyan A. — Ph.D., FSBEI HE «Samara State Medical University» MOH Russia
albertertesyan@gmail.com

Gadimov A. — Doctor of Philosophy in Biology, Associate Professor, Institute of Botany of ANAS
agadimov@mail.ru

Gasimova Mehpara I

Grigoryants E. — Post-graduate student, Tver State Medical University
lina.grigo@gmail.com

Gromova S. — Candidate of medical Sciences, associate Professor, Kirov state medical University

Hasanov A. — Veterinary Research Institute of the Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan
masimlimujgan@gmail.com

Hubieva B. — Assistant, North Caucasus Humanitarian Academy
Bella8800@mail.ru

Ibragimov E. — Peoples' Friendship University of Russia
Refaro@mail.ru

Inozemtseva V. — Senior Lecturer, Moscow aviation Institute (national research University), Moscow
v.s.inozemtseva@mail.ru

Kanibolotskaya Yu. — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Siberian University of Consumer Cooperation (Novosibirsk)
yu_leonova@mail.ru

Katsova G. — Candidate of medical sciences, associate professor, SEI HPE "Orenburg state medical University"
kazovagalina@yandex.ru

Komoldinov O. — Far Eastern Federal University
great597@mail.ru

Kononov P. — Urologist, Road clinical hospital of JSC "Russian Railways", Saint Petersburg
pavkonon@gmail.com

Kovalevskoy L. — Therapist, Regional State Budgetary Healthcare Institution "Ussuriysk Central City Hospital"
lonya787@mail.ru

Kurnakov A. — Urologist, Road clinical hospital of JSC "Russian Railways", Saint Petersburg

Lavrenyuk V. — Postgraduate, FGBOU VO "Pacific Vladivostok Medical University" of Ministry of health of the Russian Federation; Infectious disease doctor, pulmonologist, phthisiatrician, Khorol central regional hospital
lavrenyuk_90@bk.ru

Lazko F. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Peoples' Friendship University of Russia
Fedor_lazko@mail.ru

Lazko M. — Orthopedic Doctor, GKB named after V.M. Buyanov; Assistant, Peoples' Friendship University of Russia
Maxim_lazko@mail.ru

Leontiev N. — Ph.D. of Engineering Science, assistant professor, North-Eastern Federal University (Yakutsk)
leonza@mail.ru

Lil. — Infectious disease physician, Regional State Budgetary Healthcare Institution "Ussuriysk Central City Hospital"
irinalee67@mail.ru

Lozhkin S. — Murom Institute (branch) FSBEI HE "Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletovs"
jlehu213@ya.ru

Makarchuk O. — Dentist, KGBUZ "Kirov clinical dental center"; Assistant, Kirov state medical University
olgamakarchuk79@mail.ru

Makhanko A. — Candidate of Technical Science, Associate Professor, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI

Makhanko A. — Candidate of Technical Science, Associate Professor, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI
andmahanko@mail.ru

Maksimova N. — "Ryazan medical University named academician I. P. Pavlov" of the Ministry of health Russian Federation (Ryazan)
natali2411@bk.ru

Maleeva N. — Candidate of medical sciences, associate professor, SEI HPE "Orenburg state medical University"

Malykhina A. — Privolzhsky Research Medical University MOH, Nizhny Novgorod

Manaev R. — Ufa State Aviation Technical University
manavrion@gmail.com

Mekhaeel S. — Peoples' Friendship University of Russia
Mekhaeel60@yahoo.com

Mensimli M. — Institute of Microbiology of ANAS (Baku)
azmbi@mail.ru

Milyutin A. — Urologist, Road clinical hospital at the station «Chelyabinsk» of JSC «Russian Railways», Chelyabinsk

Miniyarov F. — Candidate of biological sciences, associate professor, Astrakhan State University
fminiyarov@mail.ru

Mirzoev E. — Therapist
Dr.mirzoev@inbox.ru

Mokryakov A. — Candidate of physical and mathematical Sciences, Associate Professor, Moscow aviation Institute (national research University); Russian State University named after A.N. Kosygin
MokryakovAlvik@gmail.com

Najafli M. — Doctor of Philosophy in Biology, Associate Professor, Baku State University
Mohobbatnecefli@gmail.com

Nesterov A. — Ph.D., Professor, FSBEI HE «Samara State Medical University» MOH Russia

Nikonova A. — Assistant, PSU (Penza)
stomannavaleryevna@mail.ru

Nurieva N. — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "South Ural State Medical University" of the Ministry of Health of Russia (Chelyabinsk)

Orlov V. — Urologist, Road clinical hospital at the station «Chelyabinsk» of JSC «Russian Railways», Chelyabinsk
v.orlov@dkb74.ru

Ormeli A. — Saratov State Technical University, Saratov
ormelialex@gmail.com

Ovechkin G. — Doctor of technical Sciences, Professor, Ryazan state radio engineering University
g_ovechkin@mail.ru

Pavlov S. — Candidate of biological sciences, associate professor, Samara State University of Social Sciences and Education
pavlov@sgspu.ru

Perchatkin V. — Urologist, City clinical hospital №7, Kazan

Peskov N. — Post-graduate student of the Department of Surgery No. 4, Rostov state medical University of the Ministry of health of the Russian Federation, Rostov-on-Don
nap_medic@bk.ru

Petrova O. — Post-graduate student, Tver State Medical University
ollgap@mail.ru

PhD in biology, Acting Associate Professor, Azerbaijan Agrarian University (Ganja)

Polevaya A. — Teacher, Kirov Military medical Academy
dr.polevayaalexandra@rambler.ru

Polevaya L. — Associate Professor, Kirov Military medical Academy

Prikhodko D. — Russian State University named after A.N. Kosygin
mitry1205@mail.ru

Prizov A. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Peoples' Friendship University of Russia

Protasov A. — Peoples' Friendship University of Russia
Andrei.Protasov@bk.ru

Rasulova S. — Doctor of Philosophy in Biology, Associate Professor, Institute of Botany of ANAS
Sadaqat65@mail.ru

Romanenkov A. — Associate Professor, Moscow aviation Institute (national research University), Moscow
romanaleks@gmail.com

Romanova E. — Lecturer, Moscow, Russian State Social University
romanova.elena.yu@yandex.ru

Rybak A. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia
rybak_2908@mail.ru

Sadykov M. — Ph.D., Professor, FSBEI HE «Samara State Medical University» MOH Russia

Saitov A. — Employee, Academy of the Federal Security Service of Russia, Orel

Saitov S. — Employee, Academy of the Federal Security Service of Russia, Orel
soul1308@yandex.ru

Schneider A. — Applicant, dentist-orthodontist, dental clinic Ortobyuti LLC

Schneider S. — Applicant, Road Clinical Hospital at st. Chelyabinsk JSC "Russian Railways"
shneider.semen@gmail.com

Seksembayeva M. — L.N. Gumilyov Eurasian national University
manara-1988@mail.ru

Selyutin A. — Saratov State Technical University, Saratov
cool.selutin99@yandex.ru

Shklyar M. — Head of the Department, EcoCentre LLC
marishkl@mail.ru

Simakova A. — Professor, chief freelance infectious disease specialist of the Far Eastern Federal District; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Pacific Vladivostok Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation
anna-inf@yandex.ru

Simankov V. — Ph.D. of Engineering Sciences, Professor, Kuban State University
vs@simankov.ru

Sinitsky A. — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "South Ural State Medical University" of the Ministry of Health of Russia (Chelyabinsk)

Smirnov S. — Post-graduate student, Russian Technology University MIREA (Moscow)
spvert@mail.ru

Smolyaninov S. — Senior lecturer, PSU (Penza)
smolyaninov@mail.ru

Sokolova G. — Candidate of Pedagogical Science, Associate Professor, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI
glnsokolova@mail.ru

Tashatov N. — Candidate of physical and mathematical Sciences, associate Professor, L.N. Gumilyov Eurasian national University
tash.nur@mail.ru

Tolstova E. — Saratov State Agrarian University, Saratov
liza.tolstova.2014@mail.ru

Uchvatova V. — Associate Professor, Moscow aviation Institute (national research University), Moscow
valentina.uchvatova@yandex.ru

Ushakova N. — Candidate of Engineering Sciences, associate Professor, Orenburg State University
olaa56@mail.ru

Ushakov Y. — Candidate of Engineering Sciences, associate Professor, Orenburg State University
unpk@mail.ru

Varlamov A. — Ph.D., Associate Professor, Murom Institute (branch) FSBEI HE "Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletovs"
varlamov_aleks@mail.ru

Vasil'kov Aleksandr YUr'evich,—urologist, Road clinical hospital at the station «Chelyabinsk» of JSC «Russian Railways», Chelyabinsk

Vasiliev I. — Ufa College of Radioelectronics, Telecommunications and Security
stormcreator@inbox.ru

Volodin D. — PhD student, Privolzhsky Research Medical University MOH, Nizhny Novgorod

Volodin M. — PhD student, Privolzhsky Research Medical University MOH, Nizhny Novgorod

Volodin M. — PhD student, Privolzhsky Research Medical University MOH, Nizhny Novgorod

Vokulova J. — Candidate of Medical Sciences, orthopedic dentist, Federal state official institution "Polyclinic No. 2 of the Federal customs service of Russia", Nizhny Novgorod
vokulova@rambler.ru

Yaitsky A. — Senior lecturer, Samara State University of Social Sciences and Education
yaitsky@sgspu.ru

Yusifova A. — PhD in Agrarian Sciences, Associate Professor, Azerbaijan State Pedagogical University (Baku)
qmehpare@mail.ru

Zelenskiy V. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Stavropol State medical university
Moon175@yandex.ru

ZHeleznyakov B. — Urologist, Road clinical hospital at the station «Chelyabinsk» of JSC «Russian Railways», Chelyabinsk

Zhukova N. — Cand. tech. Sci., Associate Professor, Volgograd State Technical University
pns15@yandex.ru

Zhulev E. — Doctor of Medical Science, professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Privolzhsky Research Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Nizhny Novgorod
hrustalev54@mail.ru

Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакционная коллегия оста вляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением “.doc”, или “.rtf”, шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускаются.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Литература составляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0-11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные - 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф-редактору научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» (e-mail: redaktor@nauteh.ru).

