

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:  
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 6 2019 (ИЮНЬ)

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

Журнал издается с 2011 года.

### Редакция:

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

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) 755-1913  
E-mail: [redaktor@nauteh.ru](mailto:redaktor@nauteh.ru)  
<http://www.nauteh-journal.ru>

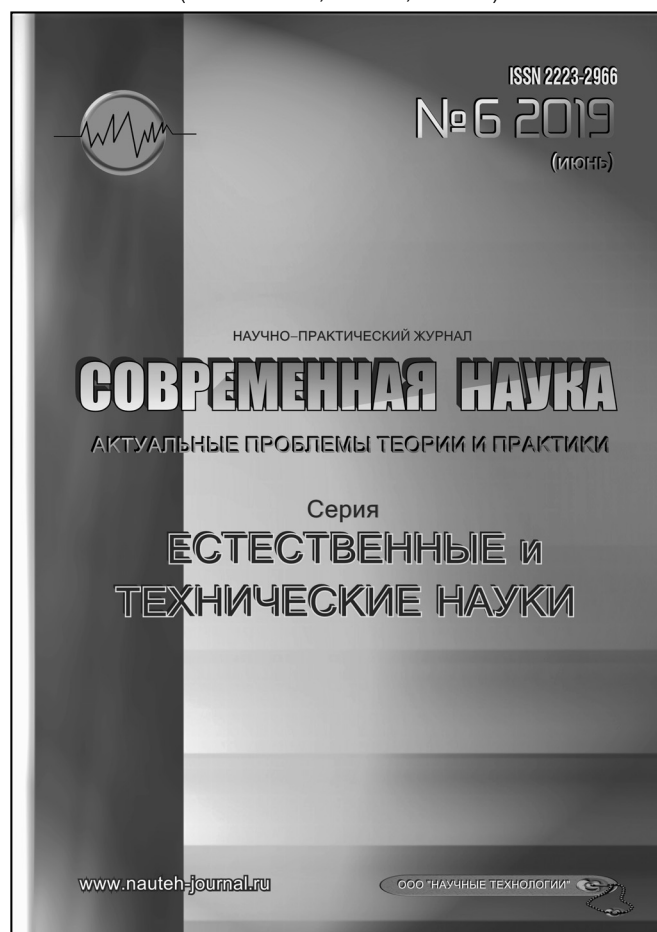
Журнал зарегистрирован Федеральной службой  
по надзору в сфере массовых коммуникаций,  
связи и охраны культурного наследия.

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(BAK 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 20.06.2019 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., Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», с.н.с.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Царегородцев Анатолий Валерьевич** — д.т.н., профессор, Московский государственный лингвистический университет

# СОДЕРЖАНИЕ

# CONTENTS

## Общая биология

**Горячева В. В.** — Электрический транспорт и его роль в экологизации транспортного комплекса страны

*Goryacheva V.* — Electric transport and its role in the greening of the transport complex of the country ..... 6

**Зубкова В. М., Розумная Л. А., Макаханюк Ж. С.** — Оценка качества воды малой реки Ходца в периоды весеннего половодья и летне-осенней межени

*Zubkova V., Rozumnaya L., Makahanyuk Zh.* — Assessment of the quality of water of the small river during spring flood and summer-autumn interruptions ..... 9

**Иванисова Н. В., Авсецин Ю. О., Асатрян А. А., Куринская Л. В.** — К вопросу шумозащитных функций зеленых насаждений на территории промышленных ландшафтов

*Ivanisova N., Avsetsin Y., Asatryan A., Kurinskaya L.* — To the question of noise functions of green spaces within the industrial landscape ..... 15

**Майоров П. С., Феоктистова Н. А., Васильев Д. А.** — Разработка схемы выделения бактериофагов *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris*

*Maiorov P., Feoktistova N., Vasilev D.* — Development of the scheme for the allocation of bacteriophages *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris* ..... 20

**Мкртчян Г. В., Кривикова А. Н., Пискарев Д. И.** — Генетические модификации свиней с помощью метода редактирования CRISPR/Cas9

*Mkrtchyan G., Krovikova A., Piskaryov D.* — Genetic modification of pigs using the CRISPR/Cas9 editing method ..... 26

**Скрыпник Л. Н., Мельничук И. П.** — Оптимизация условий ультразвуковой экстракции флавоноидов из плодов боярышника

*Skrypnik L., Melnichuk I.* — Optimization of the ultrasound-assisted extraction of flavonoids from hawthorn fruits ..... 31

**Соловьев А. С., Будина А. П., Анащенко Т. А.** — Влияние точечных мутаций в локусе INK4A/ARF на ARF-опосредованную аутофагию в опухолевых клетках человека

*Soloviev A., Budina A., Anaschenkova T.* — Effect of point mutations in the INK4A/ARF locus on ARF-mediated autophagy in tumor cells ..... 35

**Трухин Г. О.** — Применения наноцеллюлозы в различных сферах, которые обеспечат экологическую безопасность

*Trukhin G.* — Applications of nanocellulose in various areas that will ensure environmental safety ..... 40

## Информатика, вычислительная техника и управление

**Андрюхин А. Г.** — Структурная формализация процессов проектирования, производства и эксплуатации РЭС

*Andryukhin A.* — Structural formalization of design processes, manufacturing and operation of RES ..... 44

**Ануашвили А. Н.** — Связь между наукой об управлении, фоновым принципом и фрактальностью мира

*Anuashvili A.* — The relationship between management science, the background principle and the fractality of the world ..... 47

**Бондарев А. В.** — Особенности построения архитектуры квантовых компьютеров

*Bondarev A.* — Features of construction of architecture of quantum computers ..... 52

**Бондаренко Р. Н., Романенков А. М.** — Создание кластерного сервера и его нагрузочное тестирование

*Bondarenko R., Romanenkov A.* — Creating a clustered server and load testing ..... 56

**Гарбузняк Е. С.** — Модель построения индивидуальной образовательной траектории студента

*Garbuznyak E.* — The model for creation of the individual educational trajectory of the student ..... 63

**Деменкова Т. А., Шпиева Е. В.** — Анализ средств реализации для задачи обработки изображения

*Demenkova T., Shpieva E.* — Analysis implementation frameworks for the task of image processing ..... 67

<b>Зайцев Д. В., Шамаева О. Ю., Шведов Н. А.</b> — Применение метода волны вероятности для исследования процесса гибели и размножения в экологической системе «хищник-жертва» <i>Zaitsev D., Shamaeva O., Shvedov N.</i> — The application of the method of the wave probability for the investigation of the death and reproduction process in the ecological system of “predator-prey” ..... 70	<b>Маркина Н. В., Касюк С. Т., Шамаева Т. Н.</b> — Анализ данных в медицинских информационных системах с использованием технологии Data Mining <i>Markina N., Kasyuk S., Shamaeva T.</i> — Data analysis in hospital information system by using Data Mining technology..... 111
<b>Зайцев Д. В., Шамаева О. Ю., Шведов Н. А.</b> — Теоретические основы метода волны вероятности для экологической системы «хищник-хищник» <i>Zaitsev D., Shamaeva O., Shvedov N.</i> — Theoretical basis of the method of the wave probability for the ecological system of “predator — predator” ..... 76	<b>Маслов А. А.</b> — Современные методы построения трёхмерных карт местности <i>Maslov A.</i> — The modern methods of construction of 3d terrain maps..... 117
<b>Захаров А. А., Варнавский В. В.</b> — Сравнительный анализ нетиповых моделей разграничения доступа в информационных системах <i>Zakharov A., Varnavsky V.</i> — Comparative analysis of non-standard models of access control in information systems ..... 81	<b>Мезенцев А. В., Ягунов С. А.</b> — Математическое моделирование движения границы «газ-вакуум» восходящего закрученного потока с учетом одностороннего воздействия горизонтальной внешней силы <i>Mezentsev A., Yagupov S.</i> — Mathematical modeling of the “gas-vacuum” boundary motion of the upward swirling flow taking into account the unilateral influence of the horizontal external force ..... 122
<b>Касюк С. Т., Шамаева Т. Н.</b> — Информационные технологии анализа данных: опыт использования пакета PSPP в медицинском вузе для формирования профессиональных компетенций <i>Kasyuk S., Shamaeva T.</i> — Information technologies in statistical analysis: experience of usage of package PSPP in medical school for forming professional competencies ..... 87	<b>Поляничко М. А.</b> — Разработка комплекса организационно-технических мер для противодействия инсайдерам <i>Polyanichko M.</i> — Development of organizational and technical measures complex for countering insiders ..... 128
<b>Козлов С. Д.</b> — От криптохеша к блокчейн-технологиям: новые подходы к преподаванию инновационных механизмов государственного и муниципального управления в информационном обществе <i>Kozlov S.</i> — From cryptohash to blockchain-technologies: new approaches to the teaching of innovative mechanisms of state and municipal management in the information society ..... 94	<b>Чекотило Е. Ю., Кичигина О. Ю.</b> — Механизм поиска и обработки данных для формирования кадрового резерва вуза <i>Chekotilo E., Kichigina O.</i> — Mechanism of search and data processing for formation of a personnel reserve of university..... 131
<b>Кряженков К. Г.</b> — Инструментарий сборки открытой операционной системы MIREA Edubian <i>Kryagenkov K.</i> — Build system for MIREA Edubian open OS ..... 100	Клиническая медицина
<b>Логачев В. Г., Исаев И. А.</b> — Моделирование динамического воздействия большегрузного автомобильного транспорта на дорожную конструкцию <i>Logachev V., Isaev I.</i> — Simulation of dynamic impact of heavy road transport on road construction..... 105	<b>Валитов А. Р., Сиволапов К. А.</b> — Комплексное лечение и диагностика ревматоидного артрита височно-нижнечелюстного сустава <i>Valitov A., Sivolapov K.</i> — Complex treatment and diagnosis of rheumatoid arthritis of the temporomandibular joint ..... 135
	<b>Вилков А. В., Давыдкин В. И., Голубев А. Г., Пряников И. Р., Аверина А. В.</b> — Оценка эффективности немедикаментозных методов в лечении больных диффузным токсическим зобом <i>Vilkov A., Davydkin V., Golubev A., Pryanikov I., Averina A.</i> — Efferent and quantum methods in the treatment of diffuse toxic goiter patients ..... 140

<b>Галстян С. Г., Павлова С. Г., Пуздырева М. Н., Севастьянов А. В., Фищев С. Б.</b> — Особенности тонуса жевательных мышц у пациентов с глубокой резцовой дизокклюзией <i>Galstyan S., Pavlova S., Puzireva M., Sevastyanov A., Fishchev S.</i> — Features tone masticatory muscles in patients with deep incisor disocclusion. .... 145	<b>Патеюк А. В., Максименя М. В., Терешков П. П., Жилыева М. С., Косякова Е. С.</b> — Остеопороз, как медико-социальная проблема. Информативность оценки гормонального спектра для ранней диагностики остеопороза у женщин <i>Pateyuk A., Maximenya M., Tereshkov P., Zhilyaeva M., Kosyakova E.</i> — Osteoporosis, as a medico-social problem. Informative assessment of the hormonal spectrum for the early diagnosis of osteoporosis in women ..... 178
<b>Глушенко Д. Е.</b> — Точечная эластография сдвиговой волной. Ошибки при оценке степени фиброза печени при диффузных заболеваниях печени <i>Glushenko D.</i> — Point shear wave elastography. Mistakes in assessing the degree of liver fibrosis in diffuse liver diseases ..... 149	<b>Хабадзе З. С., Терехов М. С., Еллыбаев Я. А., Даврешян Г. К., Семенова Д. Д., Карнаева А. С., Геворкян А. А., Федотова Н. Н.</b> — Взаимосвязь болезни Паркинсона и бруксизма <i>Khabadze Z., Terekhov M., Ellibaev Ya., Davreshyan G., Semenova D., Karnaeva A., Gevorkyan A., Fedotova N.</i> — The relationship between Parkinson's disease and bruxism ..... 183
<b>Есяян З. В., Ракова Т. В., Лунев М. А.</b> — К эффективности терапевтического лечения верхушечных периодонтитов с применением некоторых пломбирочных материалов <i>Yesayan Z., Rakova T., Lunev M.</i> — The effectiveness of therapeutic treatment of apical periodontitis with the use of certain filling materials. .... 154	<b>Хабадзе З. С., Коджакова Ф. Р., Минцаев М. М., Семенова Д. Д., Карнаева А. С., Гасанова З. М., Слонова В. М.</b> — Сравнительная характеристика эффективности методов трансформации тонкого биотипа десны в толстый <i>Khabadze Z., Kodzhakova F., Mintsaev M., Semenova D., Karnaeva A., Gasanova Z., Slonova V.</i> — Comparative characteristics of the effectiveness of methods of transformation of the thin biotype into a thick one ..... 189
<b>Зеленова А. В., Осипова Ю. Л., Островская Л. Ю., Герасимова Т. В., Карпович Е. А.</b> — Скрининговая диагностика заболеваний слизистой оболочки рта на амбулаторном приеме врача стоматолога терапевта <i>Zelenova A., Osipova Y., Ostovskya L., Gerasimova T., Karpovich E.</i> — Autofluorescent diagnostics in the identification of precarious oral cavity diseases ..... 159	<b>Цандекова М. Р.</b> — Факторы прогноза при первичном диссеминированном раке яичников <i>Candekova M.</i> — Prognostic factors in primary disseminated ovarian cancer. .... 197
<b>Карсанов А. М., Кульчиев А. А., Берсенева Е. А., Перисаева Э. А., Морозов А. А.</b> — Основы современного подхода к лечению пациентов с распространенным гнойным перитонитом <i>Karsanov A., Kultciev A., Berseneva E., Perisaeva E., Morozov A.</i> — Bases of a modern approach to the treatment of patients with disseminated purulent peritonitis ..... 163	<b>Чернецов И. А., Зюлькина Л. А.</b> — Основные направления профилактики стоматологических заболеваний <i>Chernetsov I., Zulkina L.</i> — The main directions of prevention of dental diseases ..... 203
<b>Мишкин И. А.</b> — Особенности диагностики безболевого инфаркта миокарда (клинический случай) <i>Mishkin I.</i> — Features of the diagnosis of painless myocardial infarction (clinical case) ..... 169	
<b>Молчанов А. Н., Ромашкин В. В., Урванцева И. А.</b> — Функциональное состояние пациентов, перенесших хирургическую коррекцию стеноза аортального клапана <i>Molchanov A., Romashkin V., Urvantseva, I.</i> — Functional state of patients moved by surgical correction of aortal valve stenosis ..... 173	
	Информация
	Наши авторы. Our Authors ..... 207
	Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале ..... 211

# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ И ЕГО РОЛЬ В ЭКОЛОГИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА СТРАНЫ

Горячева Вера Владимировна

Российский университет транспорта (МИИТ)

goriachevavera@bk.ru

## ELECTRIC TRANSPORT AND ITS ROLE IN THE GREENING OF THE TRANSPORT COMPLEX OF THE COUNTRY

V. Goryacheva

*Summary.* Considered the importance of electric transport in the context of the greening of the transport infrastructure of the country. The main promising types of electric transport are highlighted. The thesis that environmental friendliness and economy are factors of potential expansion, the use of a complex of alternative sources is substantiated; they are likely to become the basis of the expanding distribution of electric vehicles in the Russian Federation.

*Keywords:* Ecology, electric transport, alternative energy sources, popularization, profitability..

*Аннотация.* Рассмотрена значимость электрического транспорта в контексте экологизации транспортной инфраструктуры страны. Выделены основные перспективные виды электрического транспорта. Обоснован тезис о том, что экологичность и экономичность — факторы потенциального расширения использования комплекса альтернативных источников, они, вероятно, станут базисом расширяющегося распространения электрического транспорта в РФ.

*Ключевые слова:* Экология, электрический транспорт, альтернативные источники энергии, популяризация, экономичность.

### Введение

**А**ктуальность исследовательского поля детерминировано тем фактом, что жизнедеятельность социума — это, увы, деструктивного характера фактор: человечество изо дня в день оставляет свой «след». Экологический след может быть определен как суммарная мера воздействия человека на среду обитания, которая делает возможность расчета размеров прилегающей территории, которая необходима как для производства потребляемых ресурсов, так и для хранения отходов.

Экологический след — это некоторая пропорция, показывающая соотношение между потребностями и объемами располагаемых экологических ресурсов.

Экологический след является интегральной величиной, детерминирующей собственно количество используемых экологических ресурсов, которые объективно необходимы для производства вещей, продуктов питания, энергии и т.д.

Все эти аспекты обуславливают необходимость всестороннего экологического регулирования, оптимизации уровня экологической безопасности, в том числе и посредством расширения использования современных видов электрического транспорта.

Векторов реализации в данном контексте — множество, в рамках аналитической статьи стоит рассмотреть электрический транспорт как обладающий существенным потенциалом значимый фактор экологизации транспортного комплекса страны и реализации концепта зеленой экономики.

### Литературный обзор

В том или ином контексте проблемы корреляции транспортной инфраструктуры (во всем многообразии составляющих ее компонентов) рассматриваются в исследованиях таких ученых как В.А. Персианов, Н.С. Усков, П.В. Метёлкин, И.В. Спирин, В.С. Горин, Е.Ф. Косиченко. Аспекты, касающиеся экологии транспорта анализировались в работах Н.Ф. Реймерса, С.А. Сковронской, Е.Ф. Корочкина и пр.

Вместе с тем объективным представляется тот факт, что некоторого комплексного системного научного исследования электрического транспорта как элемента экологизации транспортной инфраструктуры, как фактора зеленой экономики к настоящему времени не реализовано.

### Материалы и методы

Материалами послужили работы выше названных исследователей, а также данные, изложены в открытом

доступе глобальной сети Интернет. Методология представляется традиционной: использован инструментарий синтетического, аналитического, сопоставительного характера, всегда применимый в рамках научного исследования. Кроме того, осуществлено некоторое обобщение источников, которые являются механизмами выработки энергии, необходимой для функционирования электрического транспорта.

## Результаты

Электрический транспорт может быть определен как специфический вид транспорта, источником которого выступает электричество, а в качестве привода применяется тяговый электродвигатель.

Следует отметить, что существует некоторый спектр видов приводящих транспортное средство в движение энергий, которые могут быть получены из различных источников.

Во-первых, энергия, возникающая как результат химических реакций, которые протекают в бортовых аккумуляторах и батареях. Данный вид источников активно используется в таких видах городского электротранспорта как электробус. Кроме этого, данный принцип положен в основу структурной схемы некоторых электромобилей.

Во-вторых, энергия может быть получена как результат совместной синхронизированной схемы, в состав которой входят бортовая аккумуляторная батарея и топливная силовая установка. Именно посредством данной схемы осуществляется функционирование мотора т.н. гибридного автомобиля.

В-третьих, мировой опыт свидетельствует о существенной эффективности и значимом потенциале использования механизма прямого подключения к наземной электростанции посредством подстанции. В городах подобная схема уже сегодня позволяет эффективно использовать следующие виды электрического транспорта: троллейбус, монорельс, трамвай [6, с. 93].

В-четвертых, имеет место спектр относительно мало распространенных источников: энергия Солнца, энергия ветра, маховики. В частности, уже сегодня разрабатываются внедряются т.н. гиробусы: специфический тип автобуса (троллейбуса), автономный ход которого детерминирован высвобождением кинетической энергии, которая аккумулирована вращающимся маховиком, который, в свою очередь, приводит в движение тяговый генератор. Кроме этого, имеют место и автомобили, на которых установлены солнечные батареи, приводящие двигатель в рабочее состояние.

Экологичность электрического транспорта объясняется, главным образом, относительно низким уровнем продуктов-отходов, которые попадают в атмосферу, почву и т.д. Вместе с тем принципиально важным остается снижение негативного воздействия при получении энергии и ее использовании (энергосбережение, использование экологически безопасных видов топлива, эффективных методов очистки и т.д.).

Можно говорить о том, что электрический транспорт — это транспорт, использующий для своего функционирования альтернативный источник энергии. Альтернативным понимают такой источник энергии, который обуславливается встречающимся в природе веществом (веществами) и процессом (процессами), использование которых потенциально может позволить человеку получить определенный объем необходимой для существования энергии.

Особенностью всех альтернативных источников энергии является ее возобновляемый характер, а причина поиска и расширения данной категории источников определяется следующими аспектами:

- ◆ альтернативные источники энергии позволяют (в перспективе полностью или частично) заменить собой традиционные энергетические источники, базисом функционирования которых является использование угля, природного газа, нефти;
- ◆ характеризуются относительно низкой степенью экологической угрозы и экологического риска: при их использовании, к примеру, не имеют место процессы сгорания, следовательно, отсутствует выделение в атмосферу углекислого газа, который, в свою очередь, инспирирует возникновение парникового эффекта и глобального потепления;
- ◆ экономичность: для внедрения альтернативных источников энергии требуются существенные капитальные затраты, однако в большинстве случаев данное инвестирование характеризуется относительно непродолжительным периодом окупаемости.

Экологичность и экономичность — факторы потенциального расширения использования комплекса альтернативных источников, они, вероятно, станут базисом расширяющегося распространения электрического транспорта в РФ [9, с. 115].

## Обсуждение

Представляется объективным тот факт, что электрический транспорт — один из доминантных факторов, способных качественно и количественно образом

оптимизировать «экологию» транспортного комплекса РФ.

Вместе с тем, процесс расширения использования и повышения доступности электрического транспорта — один из факторов реализации в нашей стране т.н. «зелёной экономики».

С точки зрения экологизации, общие векторы государственной политики в сфере экологической безопасности России — рассматривая некоторый положительный динамичный «сценарий» — обуславливаются принципиальной необходимостью реализации в нашей стране специфического концепта — т.н. «зеленой экономики».

Зеленая экономика (рассматривая данный концепт с позиции менеджмента, экономической науки) может быть определена как обособленное сформировавшееся на протяжении последних двух десятилетий направление, принципиальным положением которого является тезис о том, что экономика является зависимым компонентом природной среды, в пределах которой она существует, является ее компонентом, частью [7, с. 43].

Перспективные векторы государственной политики в сфере экологической безопасности России могут и должны быть связаны с активизацией внедрения альтернативных источников энергии как таковых, и применяться для таких широко распространенных отраслей как транспортный комплекс.

Таким образом, можно сказать, что на государственном уровне должна быть выработана комплексная программа, целевой вектор которой — создание всего многообразия условий для актуализации и активизации

масштабной практики распространения и популяризации электрического транспорта.

## Заключение

Подводя итог, отметим следующие аспекты. Электрический транспорт — транспорт, обладающий существенным потенциалом оптимизации городской и пр. экологии. В настоящее время его доля в некоторых экономически развитых государствах составляет около 50% от всего объема перевозок, в странах с экономикой развивающейся — до 15%. Стоит отметить перспективность комплекса экологических и социально-экономических выгод, инспирируемых расширением использования всех видов электрического транспорта. Представляется объективно необходимым сосредоточение усилий всех заинтересованных сторон — государства, бизнеса, промышленных предприятий, общества — в двух основных направлениях.

Во-первых, экологическая модернизация, техническое перевооружение и обновление фонда общественного транспорта в контексте расширения использования инновационных транспортных электрических транспортных средств.

Во-вторых, повышение степени доступности легковых «электрических» и гибридных автомобилей, расширение инфраструктуры, делающей данный вид транспорта популярным, востребованным и перспективным.

Из этого следует, что усилия общества и государственных органов должны быть направлены на популяризацию и активизацию соответствующих транспортных средств.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов/ С. В. Белов, А. В. Ильницкая, А. Ф. Козьяков и др. Под общ. ред С. В. Белова. М. Высш. Школа, 2015.
2. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд. дом «Дашков и Ко», 2016
3. Безопасность жизнедеятельности — Гриценко В. С. — Учебное пособие — МЭСИ, 2015.
4. Гредел, Т. Е. Промышленная экология / Т. Е. Гредел, Б. Р. Алленби /Пер.с англ. Под ред. Э. В. Гирусова (Серия «Зарубежный учебник»). — М.: Изд-во ЮНИТИ, 2014
5. Денисов, В. В. Экология города / В. В. Денисов, А. С. Курбатова, И. А. Денисова, В. Л. Бондаренко, В. А. Грачев, В. А. Гутенев, Б. А. Нагнибеда / Под. ред. В. В. Денисова. — М.: ИКЦ «Март», Ростов н/Д: Издательский центр «Март», 2016.
6. Игнатов, В. Г. Экология и экономика природопользования /В.Г.Игнатов, А. В. Кокин. — Ростов н/Д: Изд. Феникс, 2016.
7. Сидорович В. И. Мировая энергетическая революция: Как возобновляемые источники энергии изменят наш мир. — М.: Альпина Паблишер, 2017.
8. Экология и экономика природопользования. Бобылев С. Н., Новоселов А. Л., Гирусов Э. В. и др. Учебник. Изд. 2-е, перераб., 2018.
9. Экология, здоровье и природопользование в России» /Под.ред. Протасова В. Ф. — М. 2016.
10. Экономика окружающей среды и природных ресурсов. Под ред. А. А. Голуба, Г. В. Сафонова. — М.: ГУ ВШЭ, 2013.

© Горячева Вера Владимировна (goriachevavera@bk.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ МАЛОЙ РЕКИ ХОДЦА В ПЕРИОДЫ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ И ЛЕТНЕ-ОСЕННЕЙ МЕЖЕНИ

## ASSESSMENT OF THE QUALITY OF WATER OF THE SMALL RIVER DURING SPRING FLOOD AND SUMMER-AUTUMN INTERRUPTIONS

**V. Zubkova**  
**L. Rozumnaya**  
**Z. Makahanyuk**

*Summary.* The article presents the concentrations of ecotoxicants in the small Hodz river. The excess of the MPC for iron at all points and at all times of determination, an increase in the concentration of this element over time has been established. Based on the combinatorial index, a high level of water pollution is determined, due to the specificity of the natural background of iron.

*Keywords:* heavy metals, ecotoxicants, seasonal dynamics, natural background..

**Зубкова Валентина Михайловна**

Д.б.н., профессор, Российский государственный  
социальный университет  
vmzubkova@yandex.ru

**Розумная Любовь Анатольевна**

К.б.н., доцент, с.н.с., Всероссийский научно-  
исследовательский институт ирригационного  
рыбоводства;  
rozumnaya65@mail.ru

**Макаханюк Жанна Сергеевна**

Аспирант, Российский государственный социальный  
университет  
Nanochka16@mail.ru

*Аннотация.* В статье приведены концентрации экотоксикантов в малой реке Ходца. Установлены превышения ПДК по железу во всех точках и во все сроки определения, увеличение концентрации этого элемента в динамике. На основании комбинаторного индекса определен высокий уровень загрязнения воды, обусловленный специфичностью природного фона железа.

*Ключевые слова:* тяжелые металлы, экотоксиканты, сезонная динамика, природный фон.

## Введение

**В** настоящее время во многих регионах мира особенно сильное техногенное воздействие испытывают малые реки, гидрологический и гидрохимический режимы которых напрямую зависят от интенсивности хозяйственного освоения их водосборных бассейнов. Эти реки превращаются в коллекторы и приемники сточных вод и загрязненного поверхностного стока с территорий городов и промышленных зон. Поэтому необходима информация, объективно оценивающая ситуацию, сложившуюся в определенном регионе, что требует детального геохимического изучения особенностей распределения и поведения загрязняющих веществ в реках в условиях техногенеза [3, 6].

Особо острой проблемой на сегодняшний день является загрязнение поверхностных вод тяжелыми металлами (ТМ), которые способны аккумулироваться в различных компонентах экосистем, в том числе и в живых организмах [5]. В группу наиболее токсичных элементов, кроме свинца, ртути и кадмия, в настоящее время включают и такой элемент как железо, а также металлоид мышьяк, которые токсичны во всех своих формах в щелочных, кислых и нейтральных растворах [14].

Московский регион является одним из крупнейших урбанизированных регионов мира, малые реки которого испытывают на себе негативные последствия от загрязнений, пагубно влияющих на окружающую среду.

В зоне промышленного города поведение загрязняющих веществ в речном потоке определяется как характеристиками сточных вод; так и диапазоном условий, свойственных речной экосистеме [15].

Основной *целью* нашего исследования является изучение поведения в водах реки Ходцы группы тяжелых металлов, традиционно относимых к приоритетным поллютантам (Cd, Pb, Hg, Fe, As), а также ряда других химических элементов.

Река Ходца берёт свое начало в окрестностях города Электросталь и относится к Окскому бассейновому округу.

Оценку состояния реки Ходцы проводили в период весеннего половодья (16 апреля 2018 года) и летне-осеннюю межень (01.08.18 и 21.11.18).

Город Электросталь является одним из ведущих промышленных городов Московской области, предприятия

Таблица 1. Количество сточных вод, сброшенных хозяйствующими субъектами, тыс. м<sup>3</sup>, среднее за 2008–2018 гг.

Хозяйствующий субъект	Объем сброса сточных вод	Количество выпусков сточных вод	Количество выпусков сточных вод, обеспеченных очистными сооружениями
ОАО «МЗ «Электросталь»»	669,86	8	2
ОАО «МСЗ»	802,91	11	1
ОАО «ЭЗТМ»	31,82	2	0
ОАО «ЭХМЗ»	32,45	11	0
МУП «ПТП ГХ»	2061,84	3	1
«Прочие»	548,06		
Общее кол-во сточных вод	4146,94		

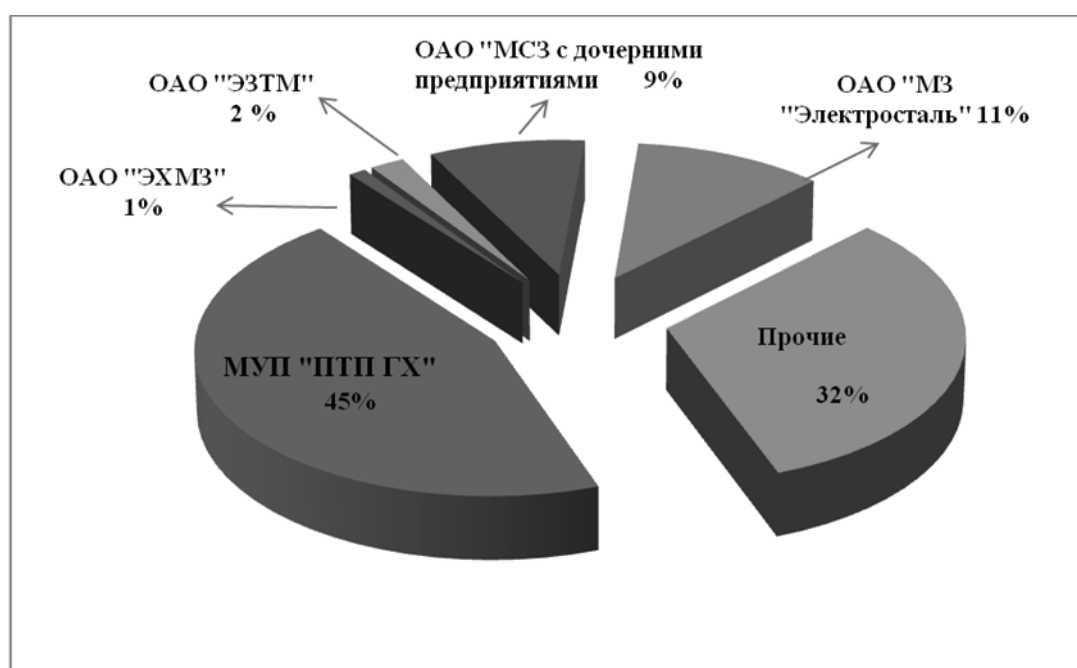


Рис. 1. Взвешенные вещества, сброшенные в водные объекты, среднее за 2008–2018 гг.

которого способствуют образованию мощного потока загрязняющих веществ в поверхностные воды (табл. 1).

Объем сточных вод, ежегодно поступающих в реки от предприятий г. Электросталь составляет более 4146,94 тыс. м<sup>3</sup>. При этом очистными сооружениями обеспечено всего 11% их выпусков, что свидетельствует о нехватке мощностей очистных сооружений Электростали.

Наибольшая доля сброшенных взвешенных веществ приходится на предприятия городского хозяйства (45%), доля промышленных предприятий составляет 23% (рис. 1).

При этом 61% всего объема сброшенных нефтепродуктов приходится на долю МУП «ПТП ГХ» (рис. 2).

### Материал и методы исследований

Для установления изменений гидрохимических показателей воды реки Ходцы во времени и пространстве проводили отбор проб воды в период с апреля по ноябрь 2018 г. в истоке (55°48'35" с.ш. 38°28'49" в.д.), на расстоянии 7,9 км от истока (55.804496 с.ш., 38.514863 в.д.) и в устье (55°46'28" с.ш. 38°38'37" в.д.) в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05–85, тип проб — точечные [2].

Химический анализ воды выполнен по методикам, представленным в природоохранных нормативных документах федерального уровня, в аккредитованных испытательных лабораториях Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова и Феде-

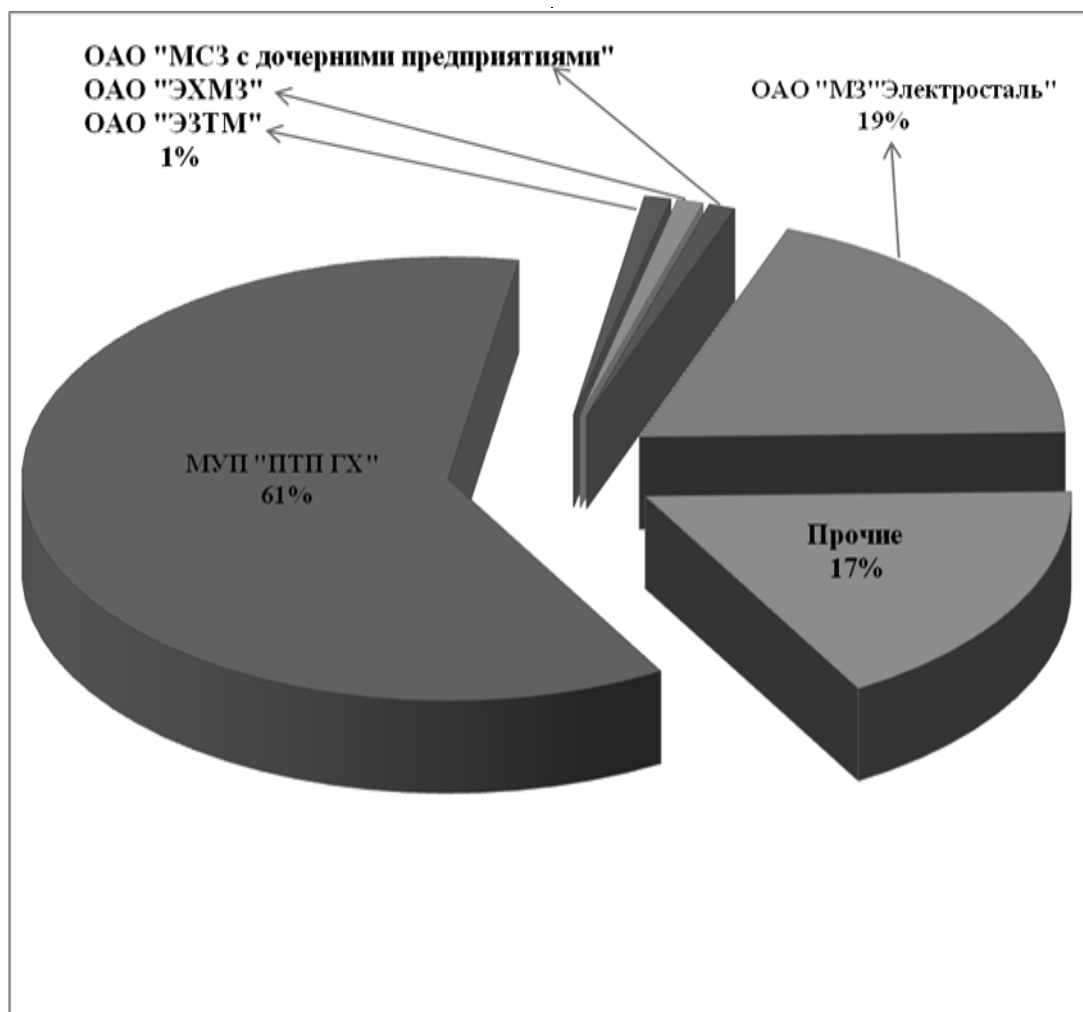


Рис. 2. Доля сброшенных нефтепродуктов в объекты окружающей среды хозяйствующими субъектами, среднее за 2008–2018 гг.

ральной службе по надзору в сфере прав потребителей и благополучия человека Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центре гигиены и эпидемиологии в Московской области» (филиал в Ногинском районе, городах Балашиха, Железнодорожный, Реутов, Черноголовка, Электросталь) [1,4,7–12].

Устройство для отбора проб — система пробоотборная для экологических исследований ПЭ — 12. Объем отбираемых проб 1+1+1л.

Для анализа степени загрязненности реки Ходцы использовали метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод, основанный на оценке качества воды водных объектов по отдельным загрязняющим веществам с использованием статистических приемов и значений ПДК. Наиболее информативными комплексными показателями по данному методу являются удельный комбинаторный индекс загрязненности воды

(УКИЗВ) и класс качества воды. Классификация качества воды, проведенная на основе значений УКИЗВ, позволяет разделять поверхностные воды на 5 классов в зависимости от степени их загрязненности: 1-й класс — условно чистая; 2-й класс — слабо загрязненная; 3-й класс — загрязненная; 4-й класс — грязная; 5-й класс — экстремально грязная.

Метод разработан Гидрохимическим институтом (ГХИ) Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) [13].

#### Результаты исследования и их обсуждение

Анализ полученных результатов, проведенный в соответствии с нормативами качества воды водных объектов рыбохозяйственного назначения, в том числе нор-

Таблица 2. Гидрохимические показатели реки Ходца в период весеннего половодья и летне-осенней межени 2018 г., мг/дм<sup>3</sup>

Показатели	Место отбора проб воды		
	Дата отбора		
<b>Исток</b>			
	18.04.18	1.08.18	21.11.18
Cd, мг/дм <sup>3</sup>	<0,0001	0,010	менее 0,0005
Pb, мг/дм <sup>3</sup>	<0,0001	0,023	менее 0,005
Hg, мг/дм <sup>3</sup>	<0,00001	менее 0,0001	менее 0,0001
Fe, мг/дм <sup>3</sup>	0,984±0,07	18,2±1,8	30,5±5,3
As, мг/дм <sup>3</sup>	<0,0001	0,0026±0,0012	0,009±0,004
<b>Промежуточная точка</b>			
Cd, мг/дм <sup>3</sup>	0,0001	<0,0001	менее 0,0005
Pb, мг/дм <sup>3</sup>	<0,0001	<0,0001	менее 0,005
Hg, мг/дм <sup>3</sup>	менее 0,0001	менее 0,0001	менее 0,0001
Fe, мг/дм <sup>3</sup>	0,8	3,0±0,4	5,9±0,6
As, мг/дм <sup>3</sup>	<0,0001	менее 0,002	0,007±0,003
<b>Устье</b>			
Cd, мг/дм <sup>3</sup>	0,0001	<0,0001	менее 0,01
Pb, мг/дм <sup>3</sup>	<0,0001	<0,0001	0,0052±0,0010
Hg, мг/дм <sup>3</sup>	менее 0,0001	менее 0,0001	менее 0,0001
Fe, мг/дм <sup>3</sup>	1,2	1,58±0,24	12,9±2,3
As, мг/дм <sup>3</sup>	<0,0001	0,0034±0,0015	0,006±0,004

мативами предельно-допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного назначения показывает, что для поверхностных вод реки Ходцы характерно повышенное содержание отдельных элементов (табл. 2).

Выявлено, что во всех точках отбора концентрации растворенных форм железа превышает предельно-допустимые концентрации, что связано с региональными особенностями поверхностных вод места проведения

исследований. В весенний период превышения концентраций ПДК железа составляют 3–4; в летний — 5–60; в осенний — 20–102 раза. Необходимо отметить, что концентрация железа во всех точках отбора увеличивалась от весны к осени. Железо приобретает подвижность в восстановительной обстановке болотных ландшафтов, которые занимают значительную часть водосборных бассейнов. Высокая подвижность железа приводит к тому, что этот элемент является типоморфным для данного региона. Содержание железа в воде выше 1–2 мг/

Таблица 3. Оценка качества воды в реке Ходца

Показатели	Место и сроки отбора проб воды		
	18.04.18	01.08.18	21.11.18
	Исток		
Комбинаторный индекс загрязненности	10,536	217,14	359,838
Класс загрязненности воды	V — экстремально грязная	V — экстремально грязная	V — экстремально грязная
<b>На расстоянии 7,9 км от истока</b>			
Комбинаторный индекс загрязненности	7,5	33,99	65,33
Класс загрязненности воды	IV — грязная	V — экстремально грязная	V — экстремально грязная
<b>Устье</b>			
Комбинаторный индекс загрязненности	9	18,18	183,48
Класс загрязненности воды	IV — грязная	V — экстремально грязная	V — экстремально грязная

дмЗ значительно ухудшает органолептические свойства, придавая ей неприятный вяжущий вкус. Железо увеличивает показатели цветности и мутности воды, придает ей неприятную красно-коричневую окраску и ухудшает ее вкус, вызывает развитие железобактерий. Высокое содержание железа в воде приводит к неблагоприятному воздействию на кожу, может сказаться на морфологическом составе крови, способствует возникновению аллергических реакций. Если стабильно высокое содержание ионов железа обусловлено природными факторами, связанными со значительной заболоченностью территории, то кадмий и свинец не являются типоморфными элементами. Однако, в истоке реки в летний период содержание их составило соответственно 10 ПДК и 2 ПДК.

Загрязнение вод ТМ может быть вызвано поступлением его с атмосферными осадками, сточными водами промышленных предприятий, вымыванием из сельскохозяйственных угодий и водами, просачивающимися из хранилищ отходов (свалок).

Особенность и значимость кадмия и свинца, являющихся экотоксикантами, в том, что они не разрушаются в любых условиях, а лишь меняют форму нахождения, постепенно накапливаясь в различных компонентах экосистемы, в том числе и в биотических. Даже при относительно низких концентрациях во внешней среде они биоактивны и способны аккумулироваться в различных организмах, в том числе, и в рыбах. Проникая в организм, тяжелые металлы нарушают проницаемость

биологических мембран, связываясь с аминокруппами белков, вызывают угнетение активности ферментов, что приводит к снижению иммунитета и резистентности организма к стресс-факторам.

Определение для всех точек и периодов отбора комбинаторного индекса загрязненности воды для обобщения информации о её химическом составе с определением кратности превышения ПДК и повторяемости случаев превышения нормативных значений, показало (табл. 3), что вода в реке Ходца, протекающей по территории города Электросталь в истоке в период весеннего половодья (грязная), летней и осенней межени — экстремально грязная (V класс загрязненности); в точке, находящейся на расстоянии 7,9 км от истока в летнюю и осеннюю межени — экстремально грязная, а в половодье — грязная (IV класс); в устье в период летней и осенней межени — экстремально грязная (V класс), весеннее половодье — грязная.

### Заключение

Таким образом, результаты исследований показали, что максимальный комбинаторный индекс загрязненности воды установлен в период осенней межени в истоке (359), минимальный — в период половодья на расстоянии 7,9 км от истока (7,5). При этом необходимо обратить внимание на то, что загрязнение воды, прежде всего связано с содержанием ионов железа, которое по сезонам года отличается от содержания остальных металлов, и именно железо, в первую очередь, обуславливает высокий уровень загрязнения воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 17.13.07–82 Межгосударственный стандарт охраны природы (гидросфера). Правила контроля качества воды водоемов и водотоков [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://protect.gost.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
2. ГОСТ 17.1.5.05–85 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков ГОСТ от 25 марта 1985 года № 17.1.5.05–85 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
3. Макаханюк Ж. С., Зубкова В. М., Лебедева М. В. Оценка качества воды реки Ходца в районе г. Электросталь в период половодья. Экология речных бассейнов: Труды 9-й Междунар. науч. практ. конф. / Под общ. ред. проф. Т. А. Трифоновой; Владим. гос. ун-т. им. А. Г. и Н. Г. Столетовых, Владимир, 2018. — 710 с.
4. Методика выполнения измерений массовой концентрации элементов в пробах питьевой, природных, сточных вод и атмосферных осадков методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой. ПНДФ 14.1:2:4.135–98 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
5. ПНДФ 14.1:2.15–95 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации анионных ПАВ в пробах природных и очищенных сточных вод [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.opengost.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
6. ПНДФ 14.1:2.1–95 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений pH в водах потенциометрическим методом (с Дополнениями и Изменениями) (Издание 2004 года). В методику внесены изменения в соответствии со Свидетельством о метрологической аттестации № 224.01.03.009/2004 и Протоколом № 1 заседания НТС ФГУ «ФЦАМ» МПР России от 03.03.2004 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
7. ПНДФ 14.1:2:3.100–97 Количественный химический анализ вод. Методика измерений химического потребления кислорода в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://standartgost.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
8. ПНДФ 14.1:2:3:4.121–97 (ФР.1.31.2007.03794) Методические рекомендации по применению методики выполнения измерений pH в водах потенциометрическим методом [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
9. ПНДФ 14.1:2:3:4.123–97 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после n-дней инкубации (БПКполн.) [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.opengost.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
10. ПНДФ 14.1:2:3.96–97 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации хлоридов в пробах природных и сточных вод аргентометрическим методом [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.opengost.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
11. ПНДФ 14.1:2:4.114–97 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации сухого остатка в питьевых, поверхностных и сточных водах гравиметрическим методом [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
12. ПНДФ 14.1:2:4.168–2000 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, природных и очищенных сточных водах методом ИК-спектрофотометрии на концентратометре КН-2м ПНДФ от 17 марта 2000 года № 14.1:2:4.168–2000 [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
13. РД 52.24.643–2002. Руководящий документ. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям» (утв. и введен в действие Росгидрометом 03.12.2002) из информационного банка «Отраслевые технические нормы» <http://www.consultant.ru> [Дата обращения: 31 января 2019 г.].
14. Экологический словарь. <https://dic.academic.ru> [Дата обращения: 19 апреля 2019 г.].
15. Янин Е. П. Тяжелые металлы в малой реке в зоне влияния промышленного города. — М.: ИМГРЭ, 2003. — 89 с.

© Зубкова Валентина Михайловна ( [vmzubkova@yandex.ru](mailto:vmzubkova@yandex.ru) ), Розумная Любовь Анатольевна ( [rozumnaya65@mail.ru](mailto:rozumnaya65@mail.ru) ),  
Макаханюк Жанна Сергеевна ( [Nanochka16@mail.ru](mailto:Nanochka16@mail.ru) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# К ВОПРОСУ ШУМОЗАЩИТНЫХ ФУНКЦИЙ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

**Иванисова Надежда Викторовна**

К.б.н., профессор, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортунова ФГБОУ ВО Донской ГАУ  
nadya80y@mail.ru

**Авсецин Юрий Олегович**

Аспирант, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт

Им. А. К. Кортунова ФГБОУ ВО Донской ГАУ

**Асатрян Альвина Арамовна**

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортунова ФГБОУ ВО Донской ГАУ

**Куринская Любовь Викторовна**

К.б.н., доцент, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт

Им. А. К. Кортунова ФГБОУ ВО Донской ГАУ

lyubov.kurinskaya@mail.ru

## TO THE QUESTION OF NOISE FUNCTIONS OF GREEN SPACES WITHIN THE INDUSTRIAL LANDSCAPE

**N. Ivanisova  
Y. Avsetsin  
A. Asatryan  
L. Kurinskaya**

*Summary.* Studies of the noise level in the industrial landscapes of the Novocherkassk agglomeration allowed us to establish that the difference between the acoustic load in the stands and without was approximately 4–10 DB. The total effect of reducing the noise load is recorded in the area where the plantations consist of several zones and have a buffer gap with adjacent landscapes (up to 17 DB). Maximum exhibit anti-noise function of the spaces created by their hvoyny and hardwood drevesno and shrubs. When the effect of imposing industrial and residential landscapes is manifested, the acoustic load increases. According to the research results, the selection of wood and shrub assortment for protective plantations created to reduce noise pollution is justified.

*Keywords:* acoustic ecology, noise pollution, "noise stagnation", industrial enterprise, environmental pollution, plantings, wood and shrub assortment.

*Аннотация.* исследования по изучению уровня шума на территории промышленных ландшафтов агломерации «Новочеркасск» позволили установить, что разница между значением акустической нагрузки в насаждениях и без составила примерно от 4–10 Дб. Суммарный эффект снижения шумовой нагрузки зафиксирован на территории, где насаждения, состоят из нескольких поясов и имеют буферный разрыв с сопредельными ландшафтами (до 17 Дб). Максимально проявляют шумозащитные функции насаждения созданные их хвойных и лиственных пород древесно-кустарниковой растительности. При проявлении эффекта наложения промышленных и селитебных ландшафтов акустическая нагрузка увеличивается. По результатам исследований обосновывается подбор древесно-кустарникового ассортимента для защитных насаждений, создаваемых с целью уменьшения шумового загрязнения.

*Ключевые слова:* акустическая экология, шумовое загрязнение, «шумовой застой», промышленное предприятие, загрязнение окружающей среды, насаждения, древесно-кустарниковый ассортимент.

## Введение

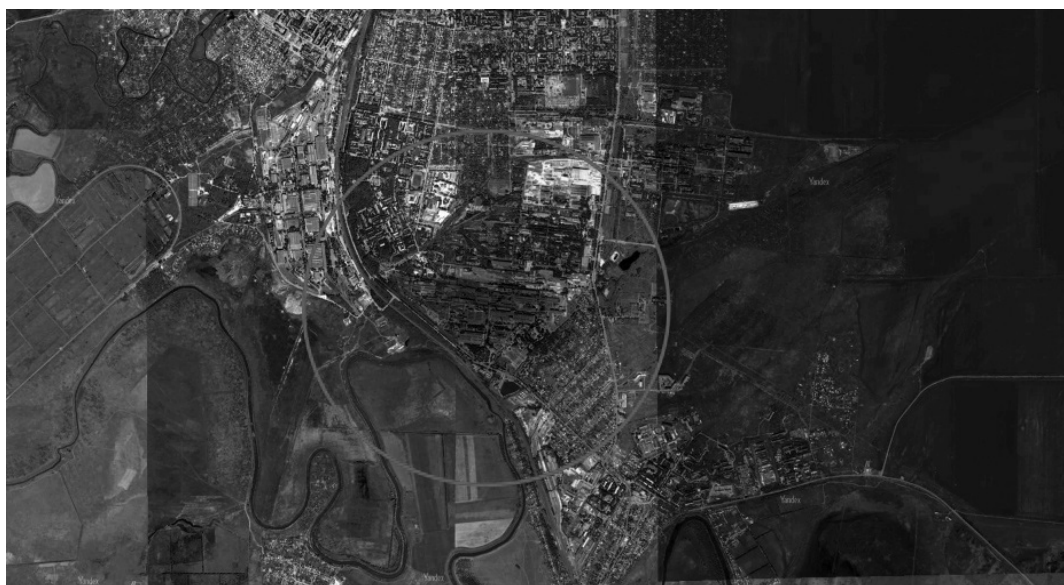
Одним из масштабных проблем, с которыми может столкнуться экологическая обстановка города, является шумовое загрязнение. Данный вопрос актуален, поскольку наблюдается тенденция к стремительному росту промышленности в средних и крупных городах, что приводит к наложению негативного «отпечатка» на окружающую среду. Выше названный процесс сопровождается тем, что промышленные предприятия (в зависимости от класса опасности, согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03) загрязняют сопредельные ландшаф-

ты выбросами вредных веществ, тяжелыми металлами и шумовым загрязнением.

Однако не стоит забывать о том, что возникновение шума во многом зависит от городской планировки. Расположение главных объектов инфраструктуры, таких как транспорт: наземный — авто и ж/д, подземный, воздушный; промышленные предприятия — функционирование технологического оборудования, кранов, компрессорных установок; объекты селитебной зоны — многоэтажные дома, застройки частного сектора, могут привести к созданию условий для «задержки» и развития

**Таблица 1. Основные промышленные предприятия Новочеркасска**

Класс опасности	Название промышленного объекта	Производимая продукция
1	Новочеркасский электровозостроительный завод	Основная продукция: производство электровозов переменного тока
2	Новочеркасский электродный завод	Основная продукция: производство химического оборудования
3	Стекольный завод «Актис»	Основная продукция: производство стеклотары
1	Новочеркасский ГРЭС	Основная продукция: генерация электроэнергии.



**Рис. 1. СЗЗ Новочеркасского электродного завода (НЭЗ)**



**Рис. 2. СЗЗ Новочеркасского электровозостроительного завода (НЭВЗ)**





Рис. 3. СЗЗ Промплощадки стекольного завода «Ак蒂斯»



Рис. 4. СЗЗ Новочеркасской ГРЭС

Таблица 2. Шумовая нагрузка на территории промышленных ландшафтов

Месторасположение пробной площади	Уровень шума, Дб		преобладающая порода
	без насаждений	с насаждениями	
<b>Стекольный завод «Актис»</b>			
Первый пояс	62	57	<i>Pinus pallasiana</i> ; <i>Ligustrum vulgare</i>
Второй пояс	53,3	52	<i>Populus nigra</i> ; <i>Populus pyramidalis</i> ; <i>Fraxinus excelsior</i> ; <i>Acer platanoides</i> ;
На границе ССЗ	66,1	59	<i>Crataegus sanguinea</i> ; <i>Ulmus pumila</i> ; <i>Acer negundo</i>
<b>НЭВЗ</b>			
Первый пояс	57,5	53,3	<i>Pinus pallasiana</i> ; <i>Picea pungens</i>
На границе ССЗ	58,5	49,7	Гибридные формы рода <i>Populus</i> ;
<b>НЭЗ</b>			
Первый пояс	57	52,1	<i>Pinus pallasiana</i> ; <i>Aesculus hippocastanum</i> ; <i>Populus</i> ; <i>Ulmus parvifolia</i> ; <i>Ulmus campestris</i> ;
На границе ССЗ	67,1	63,4	<i>Salix alba</i> ; <i>Robinia pseudoacacia</i> ; Гибридные формы рода <i>Populus</i>
<b>ГРЭС</b>			
Первый пояс	56,2	51,1	<i>Robinia pseudoacacia</i> ; <i>Populus</i> ;
Второй пояс	56,8	45,1	Гибридные формы рода <i>Populus</i> ; <i>Salix alba</i> ; <i>Ulmus parvifolia</i> ;
На границе ССЗ	58,3	55,1	<i>Quercus robur</i> ; <i>Fraxinus excelsior</i>

шумового загрязнения. В современной практике градостроительства происходит наложение функциональных зон, без должных зеленых разрывов, которые и служили барьерами между различными видами и источниками загрязнения. При планировании новых объектов городской инфраструктуры озеленению не уделяется должного внимания. Шумозащитные функции насаждений зависят от таких факторов как: конструкция, возраст, плотность посадок; породный состав; архитектура кроны и листовых пластин; спектральный состав шума.

**Объекты и методы исследования.** Для выявления более точных характеристик шумозащитных функций зеленых насаждений на территории промышленных ландшафтов были проведены исследования на примере среднего промышленного города Новочеркаска, расположенного в Ростовской области. Данный регион выбран не случайно, т.к. за последние годы наблюдается положительная динамика в развитии крупных промышленных кластеров, состоящих преимущественно из предприятий легкой и тяжелой промышленности. В натуральных условиях уровни звуковых колебаний измерялись шумомером Testo 816–4 в насаждениях на терри-

тории промышленных ландшафтов. Измерения проводились до насаждений, в насаждениях и за насаждениями непосредственно от источника шума. В исследованиях был проанализирован видовой состав, конструкция, возраст и ширина зеленых насаждений.

### Результаты исследований

Новочеркасск является средней агломерацией (численность населения составляет 168766 человек), считается одним из крупнейших промышленных центров (в 2007 году город занял 1-е место по в области по объему производства на душу населения), поскольку на территории сосредоточены крупные промышленные объекты муниципального и регионального уровней (табл. 1).

Как следует из таблицы 1, на территории города преобладают промышленные предприятия 1 и 2 классов опасности. Если спроектировать регламентируемые размеры санитарно-защитных зон (СЗЗ) промышленных предприятий агломерации «Новочеркасск» (рис. 1–4), то видно, что в границы ССЗ промышленных предприятий попадают селитебные и парковые ландшафты

микрорайонов Соцгород, Октябрьский, Молодежный, только зеленые насаждения СЗЗ ГРЭС частично выполняет функции защитного барьера [1].

Как видно по результатам интерпретации снимков со спутника и наложения границ промышленных ландшафтов, естественные барьеры в виде зеленых насаждений между различными функциональными зонами в городской застройке Новочеркаска практически отсутствуют. Стабильное функционирование оборудования различной классификации и технологических конструкций объектов тяжелой промышленности приводят к «шумовому застою». Это явление зафиксировано при регистрации уровня шума вблизи нескольких промышленных объектов, расположенных на границах с селитебными территориями. Снижение уровня шума во многом зависит от видового разнообразия древесно-кустарниковой растительности, которые создают защитные пояса ССЗ.

В соответствии с Руководством по проектированию санитарно-защитных зон промышленных предприятий [2] в соответствии с которым и создавались защитные насаждения на территории промышленных ландшафтов агломерации «Новочеркасск» защитные насаждения должны были быть представлены из нескольких поясов: первый пояс должен быть создан плотной конструкции из хвойных пород с участием кустарниковой растительности; последующие пояса состояли из нескольких лиственных пород ажурной или продуваемой конструкции. По результатам проведенных исследований можно сказать, что на сегодняшний день созданные защитные пояса на территории промышленных предприятий агломерации «Новочеркасск» представлены распадающимися насаждениями, которые единично сохранили шумозащитные функции (табл. 2). Максимальный шумозащитный эффект наблюдается в насаждениях с уча-

стием тополей и вяза мелколистного в кустарниковом поясе. Разница между значением акустической нагрузки в насаждениях и без составила примерно от 4–10 Дб. Суммарный эффект снижения шумовой нагрузки зафиксирован на территории ГРЭС (17 Дб). Насаждения, состоящие из нескольких поясов и имеющие буферный разрыв с сопредельными ландшафтами (рис. 4) максимально проявляют шумозащитные функции. При проявлении эффекта наложения промышленных и селитебных ландшафтов акустическая нагрузка увеличивается.

В условиях плотной городской застройки рекомендуется использовать следующие древесные породы для создания защитных барьеров на границах промышленных и селитебных ландшафтов: 1 пояс: *Picea pungens*, *Pinus pallasiana*; *Ligustrum vulgare*, *Thuja occidentalis*, *Cotoneaster lucidus*; 2 пояс: гибридные формы рода *Populus*, *Salix*, *Spiraea*. В дополнение: *Acer platanoides*, *Ulmus parvifolia*, *Robinia pseudoacacia*, *Tilia cordata*, *Crataegus*, *Physocarpus opulifolius*, *Symphoricarpos albus*, *Caragana arborescens*.

**Вывод.** Одним из видов негативного воздействия на окружающую среду является акустическое загрязнение, вызываемое широким использованием многочисленных транспортных средств (различной направленности) и применением мощного оборудования промышленных объектов. Чтобы добиться наиболее высокого эффекта защиты от шумового загрязнения необходимо создавать защитные зеленые барьеры из нескольких поясов с обязательным участием хвойных и лиственных пород древесно-кустарниковой растительности. Ширина первого пояса должна быть не менее 20 м, ширина второго 50 м, с обязательным буферным разрывом между поясами. Полученный результат (при следовании подобных мер) приведет к оздоровлению экологической обстановки всей городской среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Санитарно-защитные зоны промышленных предприятий агломерации «Новочеркасск» / Ю. О. Авсецин, Н. В. Иванисова, В. И. Назаренко, Л. В. Куринская // Стратегия устойчивого развития регионов России. 2016. № 30. С. 96–100.
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. — М., 2003. 29 с.
3. Иванисова Н. В., Давыденко Н. М., Куринская Л. В., Колесников С. И. Влияние придорожных лесонасаждений на шумопоглощение и освещенность / Успехи современного естествознания. 2018. № 11. С. 37–42.
4. Ежедневник «Аргументы и Факты» № 29 ~ <20/07/2016
5. Лесные культуры и защитное лесоразведение: учебник для студ. вузов / Г. И. Редько, М. Д. Мерзленко, Н. А. Бабич, Ю. Н. Данилов / под ред. Г. И. Редько. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 400 с.
6. Ivanisova N. V., Davydenko N. M., Kurinskaya L. V., Kolesnikov S. I. The protective effect of plantations on soil of roadside landscapes / International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. 2018. Т. 18. № 3.2. С. 635–642.

© Иванисова Надежда Викторовна (nadya80u@mail.ru), Авсецин Юрий Олегович, Асатрян Альвина Арамовна,

Куринская Любовь Викторовна (lyubov.kurinskay@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ВЫДЕЛЕНИЯ БАКТЕРИОФАГОВ XANTHOMONAS CAMPESTRIS PV. CAMPESTRIS

### DEVELOPMENT OF THE SCHEME FOR THE ALLOCATION OF BACTERIOPHAGES XANTHOMONAS CAMPESTRIS PV. CAMPESTRIS

**P. Maiorov  
N. Feoktistova  
D. Vasilev**

*Summary.* Studies on the release of bacteriophages *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* by induction. As the inducing factors used ultraviolet rays with a wavelength of 254 nm and mitomycin C. The obtained results showed no transition prophage in free bacteriophage in bacteria *X. campestris* pv. *campestris* under the influence of inducing factors. Studies on the release of bacteriophages *X. campestris* pv. *campestris* of environmental objects. 8 bacteriophages were isolated from soil samples and cabbage samples with signs of bacteriosis. Based on the data developed a scheme for the isolation of bacteriophages of *X. campestris* pv. *campestris* of environmental objects, including 4 stages.

*Keywords:* bacteriophages; plant pathogens; *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*; profag; isolation; induction method.

**Майоров Павел Сергеевич**

Аспирант, Ульяновский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина  
pavelmayorovv@yandex.ru

**Феоктистова Наталья Александровна**

К.б.н, доцент, Ульяновский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина  
feokna@yandex.ru

**Васильев Дмитрий Аркадьевич**

Д.б.н, профессор, Ульяновский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина  
dav\_ul@mail.ru

*Аннотация.* Проведены исследования по выделению бактериофагов *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* методом индукции. В качестве индуцирующих факторов использовались ультрафиолетовые лучи с длиной волны 254 нм и метомидин С. Полученные результаты свидетельствовали об отсутствии перехода профага в свободный бактериофаг у бактерий *X. campestris* pv. *campestris* под воздействием индуцирующих факторов. Проведены исследования по выделению бактериофагов *X. campestris* pv. *campestris* из объектов окружающей среды. Выделено 8 бактериофагов из образцов почвы и образцов капусты с признаками поражения бактериозом. На основе полученных данных разработана схема выделения бактериофагов *X. campestris* pv. *campestris* из объектов окружающей среды, включающая 4 этапа.

*Ключевые слова:* бактериофаги; фитопатогены; *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*; профаг; выделение; метод индукции.

**С**осудистый бактериоз крестоцветных, вызываемый бактерией *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pammel, 1895; Dowson, 1939), является одним из наиболее опасных заболеваний сельскохозяйственных культур. Он поражает практически все известные растения, относящиеся к роду Капустные (Brassicaceae), большинство представителей которого являются возделываемыми культурами, имеющими важное продовольственное значение [1–4]. Заболевание может привести к значительным потерям, особенно в теплых и влажных условиях [5–6]. Стандартные методы борьбы с данным заболеванием, к которым относят использование семенного материала хорошего качества, севооборот, выращивание менее восприимчивых сортов, не обеспечивают удовлетворительного контроля заболеваний, особенно когда погодные условия благоприятствуют распространению возбудителя [7–9].

В связи с этим видится возрастание роли бактериофагов с одной стороны, как эффективное средство идентификации бактерий-возбудителей болезней растений рода *Xanthomonas*, а с другой, как перспективное средство для борьбы с ними [10–11].

Первые полевые испытания по применению бактериофагов для борьбы с болезнями растений проведены Томасом в 1935 г., который лечил семена кукурузы бактериофагами, выделенными из больного растительного материала. Такая обработка семян оказалась достаточно эффективной и привела к снижению заболеваемости с 18% до 1,4% (фаговых) [12]. Почти полвека спустя, в 1969, Civerolo и Keil применяли внекорневую обработку бактериофагами, за счет чего уменьшили тяжесть бактериального заболевания, вызванного бактериями *Xanthomonas pruni* на сеянцах персика на 86% — 100% [13].

В настоящее время применение бактериофагов для идентификации и борьбы с возбудителями бактериальных болезней растений является быстро расширяющимся направлением [14–16]. Бактериофаги в большей степени выгодны и могут быть использованы в качестве антибактериальных мер тогда, когда бактерии-возбудители широко представлены в природе [17–18].

Цель исследований — разработка схемы выделения бактериофагов, специфичных для бактерий *X. campestris pv. campestris*.

### Материалы и методы исследований

В работе использовали 6 штаммов *X. campestris pv. campestris* — 3 штамма, выделенные из образцов пораженных растений в ходе проведенных ранее исследований, 3 штамма, полученные из коллекции кафедры МВЭ и ВСЭ ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ.

В качестве объектов окружающей среды для выделения бактериофагов использовали 16 образцов почвы, полученных с полей и фермерских хозяйств, занимающихся выращиванием сельскохозяйственных культур семейства Капустные и 28 образцов капусты с признаками поражения бактериозом.

### Питательные среды и реактивы:

Мясопептонный агар (МПА) (НПО «Питательные среды», г. Махачкала), мясопептонный бульон (МПБ) (НПО «Питательные среды», г. Махачкала), агар бактериологический (НПО «Питательные среды», г. Махачкала), пептон сухой ферментативный (HiMedia), триптон (HiMedia), экстракт дрожжевой (HiMedia), хлорид натрия (ООО «УлХим»), карбонат кальция (ООО «УлХим»), сульфат магния, гидрофосфат калия двузамещенный (ООО «УлХим»), глюкоза (HiMedia), трихлорметан.

### Приборы и оборудование:

Лабораторная бактериологическая посуда, лупа бинокулярная МБС — 9, микроскоп «Биомед» с видеодатасистемой, водяная баня, термометр ртутный, лабораторные центрифуги ОПи-8УХЛ 4.2, ЦЛС — 3, СМ — 6 М с угловыми и баккет-роторами, дистиллятор, шкаф сушильно-стерилизованный ШСС — 80, автоклав ГК-100-3, холодильники минусовые и бытовые, термостат ТС-80М-2.

Работу по выделению бактериофагов проводили в соответствии с методиками, апробированными сотрудниками кафедры микробиологии, вирусологии, эпизоотологии и ВСЭ ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ [19–20].

### Результаты исследований и обсуждение

На первом этапе наших исследований проводилось выделение бактериофагов из культур бактерий путем воздействия на них индуцирующим фактором, в качестве которого применялись ультрафиолетовые лучи (УФ-лучи), источником которых служила ртутно-кварцевая лампа, дающая не менее 90% излучаемой энергии в виде УФ-лучей с длиной волны 254 нм. В данном эксперименте использовали культуры, находящиеся в экспоненциальной фазе роста. Готовили разведение культур бактерий в фосфатном буфере (рН 7,4) в соотношении 1:20 и по 10 мл разливали в две чашки Петри для каждой повторности. После чего одну из чашек (опытную) открывали и в течении 20 (30, 40, 60) секунд облучали под бактерицидной лампой БУВ на расстоянии 40 (50, 60) см, оставшуюся чашку выдерживали в зоне действия ультрафиолетовых лучей закрытой при тех же параметрах облучения.

Эксперимент проводился в затемненном помещении без доступа солнечных лучей с целью предохранения культур микроорганизмов, подвергшихся облучению, от фотореактивации.

Затем взвеси бактерий (3–4 мл) засеивали в отдельные пробирки с 5 мл питательной среды LB каждую и инкубировали в термостате при 28 °С в течении 24 часов. Параллельно осуществляли посев методом агаровых слоев и инкубировали при тех же условиях. Литический эффект действия определяли в первом случае по просветлению среды в пробирке с взвесью бактерий из открытой чашки, во втором случае по появлению негативных колоний на плотной питательной среде.

На втором этапе наших исследования проводилось выделение профага из бактериальных клеток воздействием на них химическим фактором, индуцирующим механизм репликации фаговой ДНК, в качестве которого использовался метомицин С в дозе 0,5 мкг/мл. Для этого в пробирки с питательным бульоном, содержащим 0,5 мкг/мл метомицина С, засеивали исследуемые культуры. Пробирки культивировали в течении 5–6 часов при 28 °С. После этого содержимое пробирок центрифугировали при 3000 об/мин в течении 20 минут и затем фильтровали через бактериальные фильтры с величиной пор 0,22 мкм. Наличие бактериофагов изучали методом «стекающая капля», для чего на поверхность плотной питательной среды YDC наносили несколько капель суточной культуры бактерий *X. campestris pv. campestris*, далее стерильным шпателем растирали капли по поверхности среды и термостатировали при 28 °С в течении 20–30 минут с целью подсушивания «газона». Затем наносили каплю исследуемого фильтрата на поверхность среды



Рис. 1. Зоны лизиса на газоне культуры *X. campestris pv. campestris* Xcc 9 (МПА, 28 °С, 48 ч)

и наклоняли чашку Петри. После чего чашки термостатировали при 28 °С в течении 48 часов. Наличие зон лизиса свидетельствовало о присутствии бактериофага в исследуемом фильтрате.

По результатам проведенных исследований не обнаружено перехода профага в свободный фаг под воздействием индуцирующих факторов у имеющихся штаммов бактерий, в связи с чем на третьем этапе наших исследований проводилось выделение бактериофагов из объектов внешней среды по методикам Д. М. Гольдфарба в модификации И. П. Ревенко [20].

Для выделения бактериофагов из объектов окружающей среды 10 г исследуемого материала суспендировали в 50 мл МПБ. Затем в получившуюся суспензию добавляли по 2 мл 24-часовых культур бактерий *X. campestris pv. campestris* и культивировали при 28 °С в течении суток.

Далее очищали исследуемый субстрат от механических примесей путем фильтрования через ватный фильтр, разливали в центрифужные пробирки и центрифугировали при 3000 об в течении 30 мин.

Полученную надосадочную жидкость очищали различными методами — прогреванием на водяной бане при 60 °С, добавлением в фильтрат хлороформа в кон-

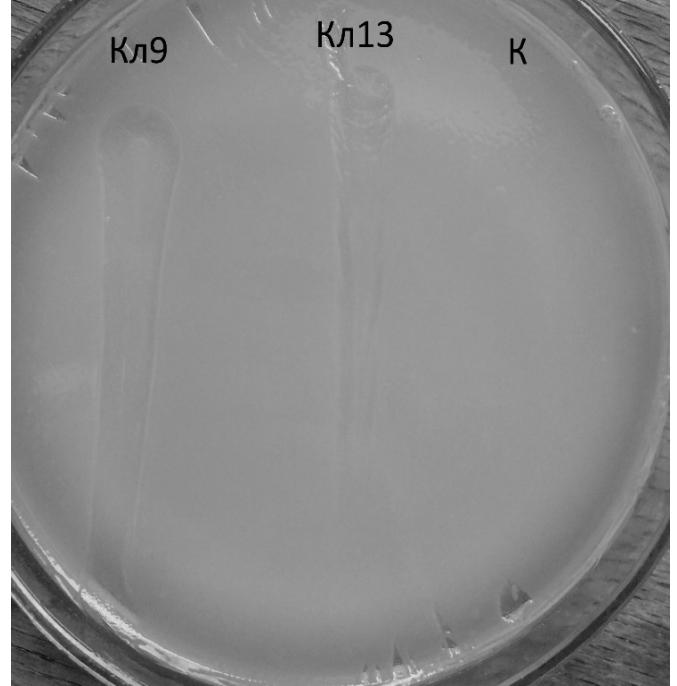


Рис. 2. Зоны лизиса на газоне культуры *X. campestris pv. campestris* Xcc 9 (YDC, 28 °С, 48 ч)

центрации 1:10, фильтрованием через мембранные фильтры с величиной пор 0,22 мкм.

Полученные фильтраты исследовали на наличие в них бактериофагов методом «стекающая капля». Для этого на поверхность плотной питательной среды наносили несколько капель суточной культуры бактерий *X. campestris pv. campestris*, далее стерильным шпателем растирали капли по поверхности среды и термостатировали при 28 °С в течении 20–30 минут с целью подсушивания «газона». Затем наносили каплю исследуемого фильтрата на поверхность среды и наклоняли чашку Петри. После чего чашки термостатировали при 28 °С в течении 48 часов.

В эксперименте мы использовали различные плотные питательные среды (YDC, NBY, LB, МПА) с целью изучения влияния их состава на устойчивость бактерий *X. campestris pv. campestris* к действию бактериофагов.

О наличии в фильтрате бактериофагов судили по появлению зоны лизиса на газоне культуры (рис. 1).

По полученным данным лучше всего очистка бактериофагов от клеток бактерий проходили при добавлении в суспензию хлороформа в соотношении 1:10. Прогревание суспензии негативно сказывалось на литической активности бактериофагов. При этом существен-

Таблица 1. Источники выделения бактериофагов

Обозначение бактериофага	Источник выделения
Кл9	Листья капусты с признаками поражения бактериозом, Ульяновская область
Кл13	Листья капусты с признаками поражения бактериозом, Ульяновская область
Кл20	Листья капусты с признаками поражения бактериозом, Ульяновская область
Кл21	Листья капусты с признаками поражения бактериозом, Ульяновская область
Кл22	Листья капусты с признаками поражения бактериозом, Ульяновская область
32	Образец почвы, Ульяновская область
34	Образец почвы, Ульяновская область
37	Образец почвы, Ульяновская область

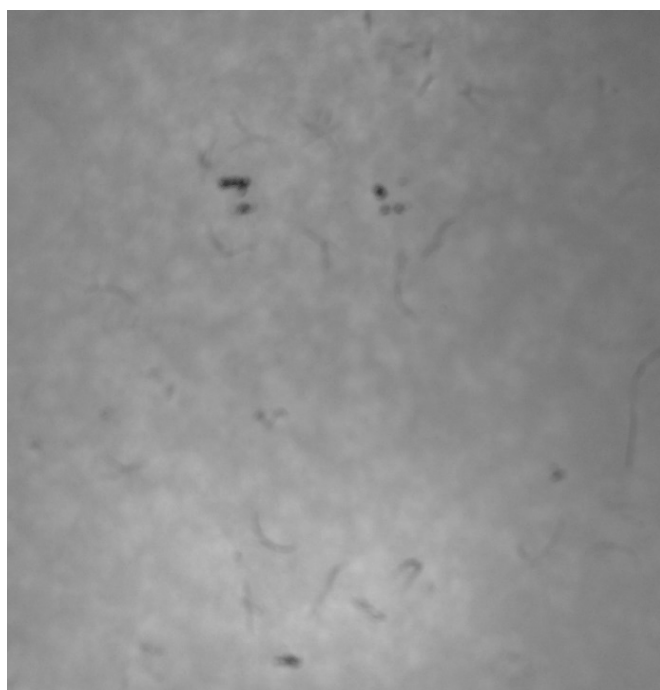


Рис. 3. Зоны лизиса методом агаровых слоев с культурой *X. campestris pv. campestris* Xcc 9 (МПА, 28 °С, 24 ч)

ное влияние на лизис бактериальных клеток оказывал состав питательной среды. Так на плотных питательных средах, содержащих источник углеводов, бактерии показали большую устойчивость к действию бактериофагов (рис. 2). Данный факт может обусловлен образованием бактериями *X. campestris pv. campestris* экзополисахаридов в присутствии источника углеводов, которые повышали устойчивость данных бактерий к внешнему воздействию.

Кроме того, проводился ряд экспериментов по выявлению бактериофагов в образцах пораженных растений и почвы без предварительного культивирования в присутствии бактерий *X. campestris* и очистки субстрата.



Рис. 4. Схема выделения бактериофагов *X. campestris pv. campestris*

Для этого 10 г исследуемого материала суспендировали в 50 мл физиологического раствора, оставляли суспензию на 20–30 минут при комнатной температуре и затем исследовали наличие бактериофагов в полученных суспензиях методом «агаровых слоев». В 2,5 мл полужидкого МПА (0,7%) добавляли 0,1 мл суточной культуры *X. campestris pv. campestris* 1 мл исследуемого субстрата. Затем получившуюся суспензию выливали на поверхность 1,5% МПА и культивировали при 28 °С в течении 24 часов. О наличии бактериофагов судили по появлению прозрачных зон лизиса на поверхности среды (рис. 3).

Полученные данные показали возможность применения данного метода для выявления бактериофагов

в образцах почвы и растений, однако наличие в образцах сопутствующей микрофлоры затрудняло обнаружение действия бактериофагов. В связи с этим принято решение дополнительно к данному методу применять метод очистки суспензии от бактериальных клеток с использованием хлороформа.

Всего по итогам проведенных исследований из 16 проб почвы и 28 проб растений выделено 8 бактериофагов. Результаты проведенных опытов представлены в таблице 1.

Поскольку выделить профаг методом индукции не удалось, наиболее рациональным считаем выделение бактериофагов бактерий *X. campestris* pv. *campestris* из объектов окружающей среды. Систематизируя полученные данные, разработана схема выделения бактериофагов *X. campestris* pv. *campestris*, которая представлена на рисунке 4. В качестве основных критериев при разработке данной схемы выступали:

- ◆ время получения результатов;
- ◆ наибольшая степень лизиса бактериальных клеток.

На первом этапе проводится приготовлении суспензии из изучаемого образца почвы или растения и физ. раствора в соотношении 1:10, после чего данная суспензия оставляется на 20–30 минут для лучшей диффузии.

На втором этапе проводится грубая фильтрация суспензии с использованием ватных фильтров с целью ее очистки от крупных примесей. После чего полученный фильтрат центрифугируется при 3000 об/мин в течении 30 минут.

На третьем этапе проводится окончательная очистка суспензии от бактериальной массы с использованием хлороформа в соотношении 1:10. Обработка проводится в течении 20 мин с учетом времени на осаждении хлороформа на дно пробирки. Затем полученные очищенные фильтраты переносятся в стерильные пробирки.

На заключительном этапе производится определение бактериофагов в исследуемом фильтрате методом «агаровых слоев» для чего в 2,5 мл 0,7% МПА предварительно расплавленного и остуженного до 45°C добавляется 1 мл исследуемого фильтрата и 1–2 капли суточной культуры *X. campestris* pv. *campestris*. Полученная суспензия выливается на поверхность полноценного МПА. После этого чашки со средой культивируют при 28 °C в течении 24 +/- 1 часов. Наличие бактериофагов определяют по образованию зон лизиса на поверхности МПА.

### Заключение

В рамках проведенных исследований изучена возможность выделения профагов из бактериальных клеток *X. campestris* pv. *campestris* методом воздействия на них физическими (УФ лучи) и химическими (метомицин С) факторами. Выделить бактериофаги бактерий *X. campestris* pv. *campestris* данными методами не удалось. Перехода профага в свободный фаг под воздействием индуцирующих факторов у исследованных штаммов бактерий не выявлено. Выделены 8 бактериофагов из объектов окружающей среды. На основе полученных результатов предложена оптимальная схема выделения бактериофагов из объектов окружающей среды для бактерий *X. campestris* pv. *campestris*, позволяющая определить наличие фагов в исследуемом образце в течении 24 +/- 1 часов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Щербakov A. A., Кузнецов M. A., Савина С. В., Скорляков В. М., Иващенко С. В., Муртаева В. С., Маниесон В. Э. Получение специфических антител к клеточным мембранам *Xanthomonas campestris* // Аграрный научный журнал. 2017. № 6, С. 46–49
2. Renu, Bhojar M. S., Singh U. B., Sahu U., Nagrale D. T., Sahu P. K. Characterization of lytic bacteriophage XCC9SH3 // Journal of Plant Pathology. 2017. № 99 (1). PP. 233–238. doi: 10.4454/jpp.v99i1.3817
3. Singh D., Rathaur P. S., Vicente J. G. Characterization, genetic diversity and distribution of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* races causing black rot disease in cruciferous crops of India // Plant Pathology. 2016. № 65(9). PP. 1411–1418. doi: 10.1111/ppa.12508
4. Vicente J. G., Holub E. B. *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (cause of black rot of crucifers) in the genomic era is still a worldwide threat to brassica crops // Molecular Plant Pathology. 2012. № 14(1). PP. 2–18. doi: 10.1111/j.1364–3703.2012.00833.x
5. Williams P. H. Black rot: a continuing threat to world crucifers // Plant Disease. 1980. PP. 736–742. doi: 10.1094/PD-64–736.
6. Soudi M. R., Alimadadi N., Ghadam P. Minimal phenotypic test for simple differentiation of *Xanthomonas campestris* from other yellow-pigmented bacteria isolated from soil // Iran J Microbiol. 2011. № 3(2). PP. 84–91.
7. Gasic K., Ivanovic M. M., Ignjatov M., Calic A., Obradovic A. Isolation and characterization of *Xanthomonas euvesicatoria* bacteriophages // Journal of Plant Pathology. 2011. № 93(2). PP. 415–423
8. Satish S. Raveesha K. A. Janardhana G. R. Antibacterial activity of plant extracts on phytopathogenic *Xanthomonas campestris* pathovars // Applied Microbiology. 1999. № 28(2). PP. 145–147. doi: 10.1046/j.1365–2672.1999.00479.x
9. Raghavendra B. T., Kirankumar A. C., Manjunatha C., Yadav D. K., Singh H., Srinivasa N. Collection, isolation and pathogenicity of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* causing black rot of crucifers // Environment & Ecology. 2013. № 31(1). PP. 187–189.



10. Майоров П. С., Феоктистова Н. А., Васильев Д. А. Подбор физических факторов инактивации бактерий *Xanthomonas campestris* // Материалы Международной научной конференции «Молодежь и наука XXI века». 2018. Том III. Ульяновск, УлГАУ, 2018. — С. 32–34
11. Balogh B., Jones J. B., Iriarte F. B., Momol M. T. Phage Therapy for Plant Disease Control // *Current Pharmaceutical Biotechnology*. 2010. № 11(1). PP. 48–57. doi: 10.2174/138920110790725302
12. Thomas R. C. A bacteriophage in relation to Stewart's disease of corn // *Phytopathology*. 1935. № 25(3) PP. 71–72
13. Civerolo E. L., Keil H. L. Inhibition of bacterial spot of peach foliage by *Xanthomonas pruni* bacteriophage // *Phytopathology*. 1969. № 59(1) PP. 966–967
14. Васильев Д. А., Алёшкин А. В., Золотухин С. Н., Феоктистова Н. А., Куклина Н. Г., Майоров П. С., Сульдина Е. В., Мартынова К. В. Конструирование экспериментального биопрепарата на основе бактериофага ARS25-УГСХА для проведения биопроцессинга // *Естественные и технические науки*. 2018. № 2(116). С. 33–37.
15. Ahmad A. A., Ogawa M., Kawasaki T., Fujie M., Yamada T. Characterization of bacteriophages Cp1 and Cp2, the strain-typing agents for *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* // *Appl Environ Microbiol*. 2014. № 80(1) PP. 77–85. doi: 10.1128/AEM.02310–13.
16. Buttner C., McAuliffe O., Ross R. P., Hill C., O'Mahony J., Coffey A. Bacteriophages and Bacterial Plant Diseases // *Frontiers in Microbiology*. 2017. № 8(34). doi: 10.3389/fmicb.2017.00034
17. Frampton R. A., Pitman A. R., Fineran P. C. Advances in Bacteriophage-Mediated Control of Plant Pathogens // *International Journal of Microbiology*. vol. 2012, Article ID326452, 11 p. doi: 10.1155/2012/326452
18. Jones J. B., Vallad G. E., Iriarte F. B., Obradovic A., Wernsing M. H., Jackson L. E., Balogh B., Hong J. C., Momol M. T. Considerations for using bacteriophages for plant disease control // *Bacteriophage*. 2012. № 2(4). PP. 208–214. doi: 10.4161/bact.23857
19. Feoktistova N. A., Vasilyev D. A., Zolotukhin S. N., Vasilyeva Y. B., Martynova K. V., Toigildina A. L., Toigildina I. A., Shvidenko I. G., Obuhov I. L. Modification of method of *Bacillus anthracis* setting phage indication in samples of soil // *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology & Environmental Sciences Paper*. 2018. № 20(3). PP. 734–737.
20. Васильев, Д. А. Швиденко И. Г. Золотухин С. Н. Учебно-методическое пособие по методам общей бактериологии. Ульяновск, 2016. 152 с.

© Майоров Павел Сергеевич ( pavelmayorovv@yandex.ru ), Феоктистова Наталья Александровна ( feokna@yandex.ru ),

Васильев Дмитрий Аркадьевич ( dav\_ul@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Ульяновский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина

# ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МОДИФИКАЦИИ СВИНЕЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА РЕДАКТИРОВАНИЯ CRISPR/CAS9

## GENETIC MODIFICATION OF PIGS USING THE CRISPR/CAS9 EDITING METHOD

**G. Mkrtchyan  
A. Krovikova  
D. Piskaryov**

*Summary.* Pigs are one of the most popular types of productive animals. But they have a fairly large number of pathologies at the genetic level. The technology of editing the genome allows you to neutralize them without harm to the anatomical and physiological state of pigs.

*Keywords:* CRISPR / Cas9; Pigs; 3D modeling; Molecular biology; Editing the genome.

**Мкртчян Гаянэ Владимировна**

*К.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО МГАВМиБ- МВА  
им. К. И. Скрябина  
Milan1011@mail.ru*

**Кровикова Анна Николаевна**

*К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО МГАВМиБ- МВА  
им. К. И. Скрябина*

**Пискарёв Даниил Игоревич**

*ФГБОУ ВО МГАВМиБ — МВА им. К. И. Скрябина*

*Аннотация.* Свины являются одним из популярнейших видов продуктивных животных. Но они имеют достаточно большое количество патологий на генетическом уровне. Технология редактирования генома позволяет нейтрализовать их без вреда для анатомо-физиологического состояния свиней.

*Ключевые слова:* CRISPR/Cas9; Свины; 3D моделирование; Молекулярная биология; Редактирование генома.

**Р**едктирование генома — это современная технология, представляющая из себя процесс изменения первичной последовательности нуклеотидов в ДНК, естественным или искусственным путем, благодаря специальным белкам.

CRISPR/Cas9 — это передовой метод редактирования геномов высших организмов, базирующаяся на иммунной системе бактерий. В основе этой системы — особые участки бактериальной ДНК, короткие полиндромные кластерные повторы, или CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats), которые являются специализированными хранителями информации о фрагментах вирусов. В CRISPR существуют спейсеры — фрагменты ДНК (РНК) отличающиеся друг от друга и располагающиеся между идентичными повторами в ДНК (РНК), многие из которых соответствуют участкам геномов вирусов, паразитирующих на данной бактерии. При попадании вируса в бактериальную клетку он обнаруживается с помощью специализированных Cas-белков, связанных с CRISPR РНК (последовательность РНК, ассоциированная с CRISPR). Если фрагмент вируса зафиксирован в спейсере CRISPR РНК, Cas-белки, обычно эту функцию выполняет белок Cas-9, проводят рестрикцию вирусной ДНК и уничтожают ее, защищая клетку от инфекции.

Данный механизм был описан и разработан в начале 2000-х двумя группами ученых, первая группа возглавлялась биоинформатиком Евгением Куниным, а вторая профессором, доктором биологических наук Джоном ван дер Остом. Эти ученые первые описали механизм работы

CRISPR/Cas9. Далее в начале 2013 года несколько групп ученых показали, что системы CRISPR/Cas могут работать не только в клетках бактерий, но и в клетках высших организмов, а значит, CRISPR/Cas-системы дают возможность исправлять патогенные участки генома и таким образом лечить наследственные заболевания человека.

В клетки, в которых мы хотим убрать ген, вводится раствор CRISPR/Cas-9, причем вводится не просто CRISPR, а CRISPR РНК. Спейсеры данной РНК содержат фрагменты того гена, который надо «вырезать» из генома клеток пациента после связывания спейсера с протоспейсером (фрагментом гена, аналогичным по нуклеотидной последовательности со спейсером РНК) болезнетворного гена, Cas-9 уничтожает данный участок из ДНК клеток пациента. Далее белок ДНК-лигаза сшивает разделенные участки ДНК и лишние белки CRISPR/Cas-9 удаляются из клеток. Результатом таких манипуляций является уничтожение болезнетворного гена из генома пациента без нарушения работоспособности клеток.

На основе этой системы разработана технология высокоточного редактирования генома эукариот, позволяющая выключать или встраивать гены в четко заданном участке ДНК. Ограничивают применение этой технологии побочные (off-target) модификации генома. Они возникают из-за того, что при двухцепочечном разрыве ДНК нуклеазой Cas9 репарация происходит преимущественно путем негомологичного соединения концов, что часто приводит к возникновению небольших мутаций по типу инсерций-делеций и хромосомных перестроек.

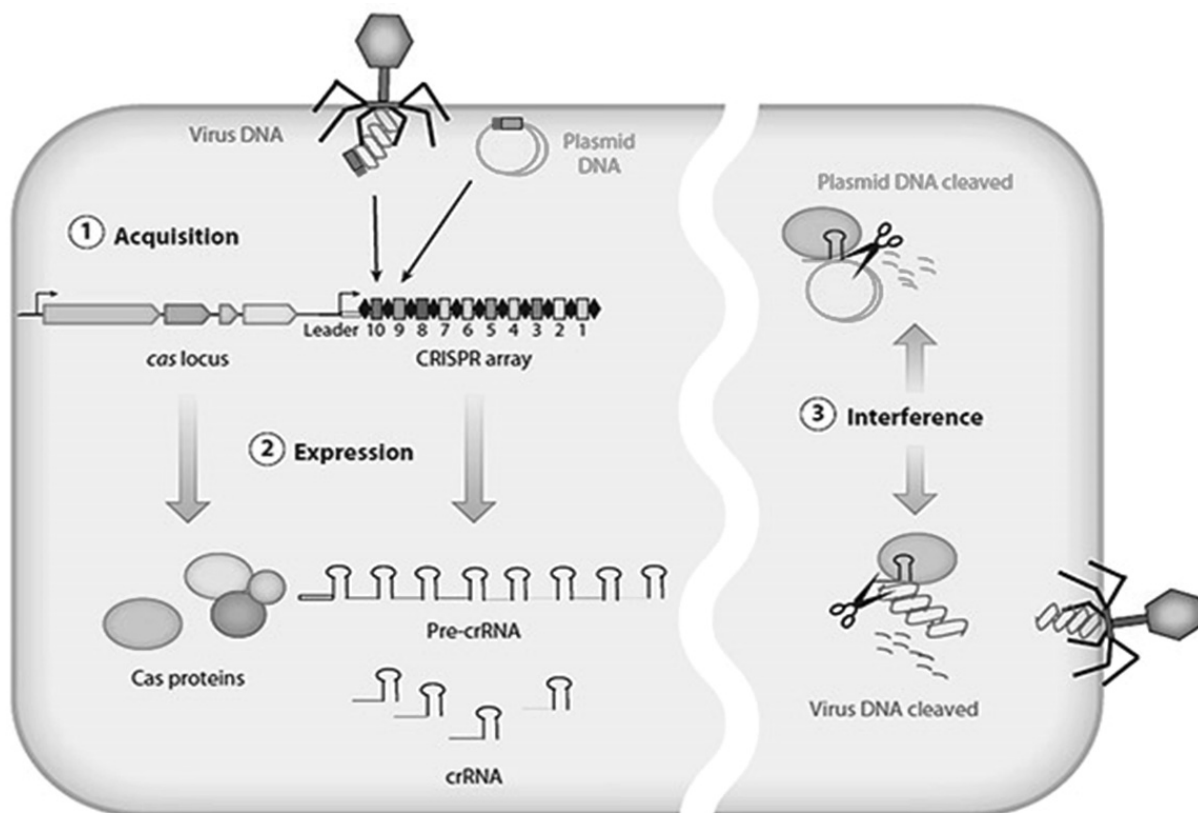


Рис. 1. Механизм работы CRISPR/Cas9 у бактерий и архей

В последнее время активно исследуется возможность редактирования генома свиней по нескольким причинам:

Во-первых, с каждым годом число пациентов, для лечения которых требуется пересадка органов, возрастает. При этом количество органов, доступных для пересадки, сильно ограничено, так как обычно их получают посмертно от только что погибших людей. Решить проблему доступности донорских органов могла бы ксенотрансплантация, то есть использование для пересадки органов других животных, например, обезьян или свиней. Врачам известно, что свиные органы совпадают по размеру и функциям с человеческими и хорошо подходят для трансплантации. Однако их использование в клинике пока невозможно по двум причинам — иммунная несовместимость и присутствие в клетках свиней специфического ретровируса.

Эндогенным ретровирусом свиней (PERV — Porcine Endogenous Retrovirus) заражены практически все известные породы домашних свиней. По-видимому, он появился в эволюционной истории свиней еще до одомашнивания, и даже сыграл роль в приобретении некоторых признаков, таких как интенсивность жиротложения.

Особенностью жизненного цикла ретровирусов является стадия интеграции в геном хозяина. Если вирус длительно присутствует в организме, следы его пребывания накапливаются в ДНК. При этом увеличивается как количество неактивных «обломков» генома, так и количество копий активного вируса.

В клинических примерах не было зарегистрировано случаев передачи вируса от свиньи к человеку, несмотря на то, что свиные клетки поджелудочной железы уже использовали для трансплантации людям. Тем не менее, при совместном культивировании свиных и человеческих клеток заражение происходит. Обнаружено, что PERV поражает клетки почек человека, продуцирует там РНК, и количество его копий в геноме увеличивается. Такие зараженные клетки могут, в свою очередь, передавать вирус здоровым клеткам. Таким образом, при использовании крупных свиных органов, таких как сердце и печень, инфекция не исключена. Поэтому условием использования свиных клеток в человеческом теле является инактивация PERV.

«Выключить» ген в клетках с использованием современных технологий генной инженерии не представляет труда, однако большой помехой для инактивации ретровируса является его многокопийность. Однако при по-

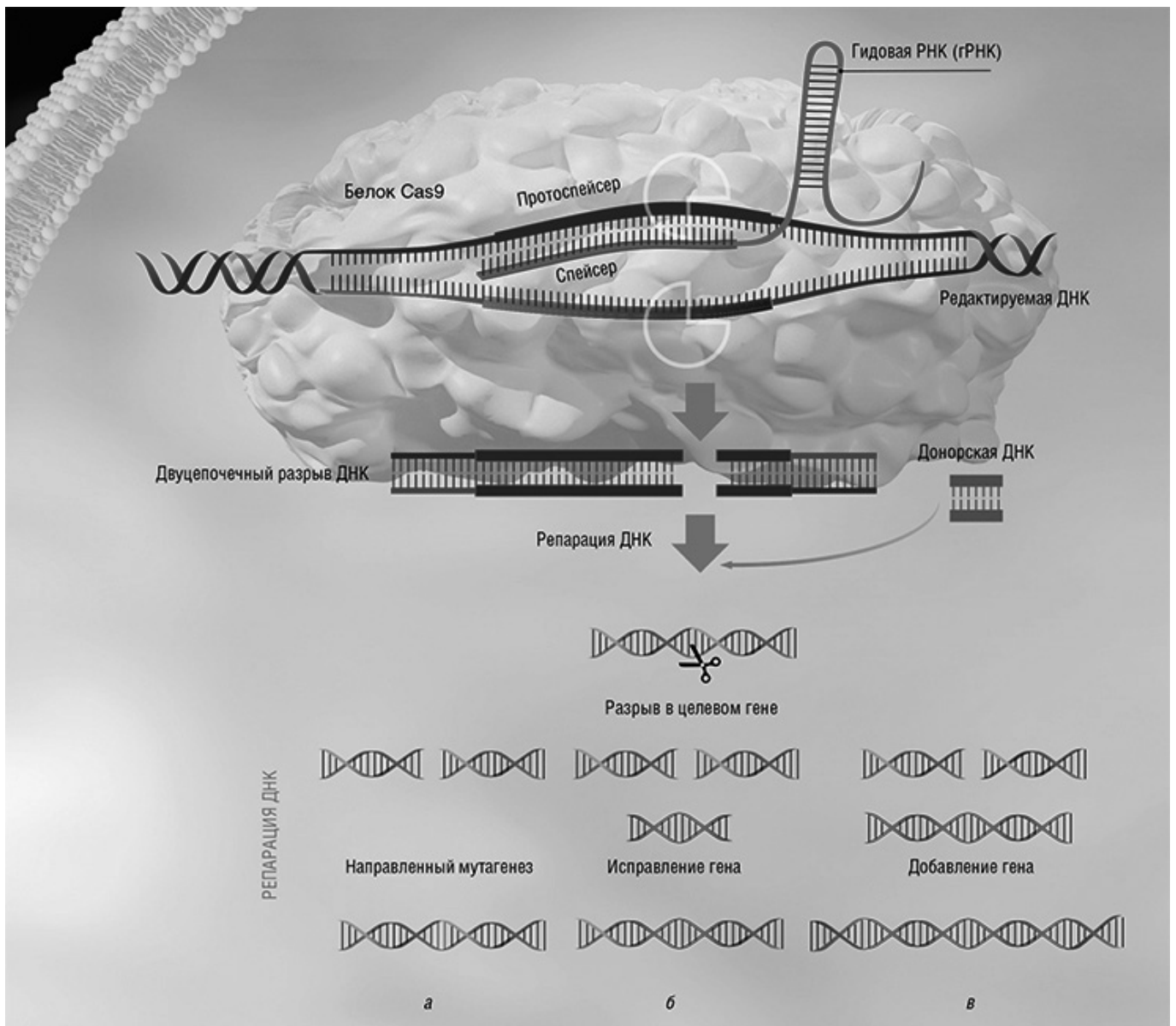


Рис. 2. Механизм редактирования генома у эукариот

мощи технологии CRISPR/Cas9 — удалось одновременно выключить в клетках свиней сразу 62 копии вируса. Для того, чтобы «сломать» ретровирус, направленно вносили двухцепочечный разрыв в ген с использованием Cas9, кодирующий обратную транскриптазу вируса, без которой он неактивен.

Но теперь с развитием технологий проводилось редактирование генома клетки соединительной ткани свиньи, чтобы потом использовать ядра этих клеток для пересадки в яйцеклетку (технология, стандартно используемая для клонирования животных). В клетках оказалось 25 копий ретровируса. После нескольких раундов редактирования оказалось, что нужный ген удалось

выключить только в трети клеток. По-видимому, накопление большого количества двухцепочечных разрывов запускало программу клеточного самоуничтожения (апоптоз), что существенно снижало конечную эффективность редактирования. Чтобы избежать самоуничтожения редактируемых клеток пришлось проводить эксперимент в присутствии ингибиторов апоптоза. После этого эффективность редактирования генома достигла 100 процентов. Таким образом, удалось выключить в клетках все 25 копий вируса.

Отключение апоптоза при наличии в клетках большого количества двухцепочечных разрывов может привести к хромосомным перестройкам. Действительно, наблю-

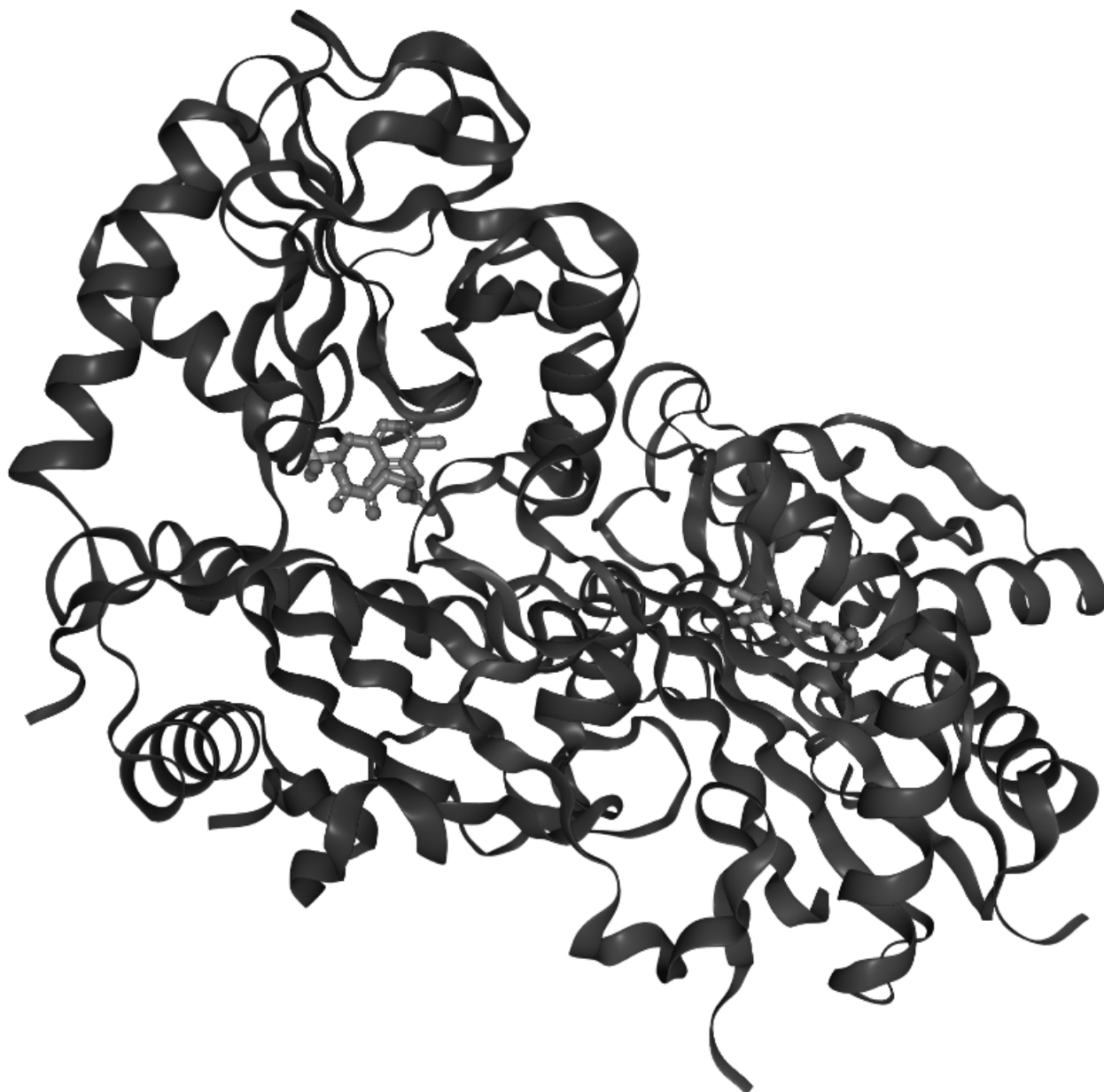


Рис. 3. Белок Термогенин свиней

дался такой эффект в большинстве полученных «безвирусных» клеточных линий. Однако при помощи анализа хромосом и выборочного секвенирования некоторых участков генома, удалось отобрать клеточную линию, в которой редактирование не привело к перестройкам или ненужным мутациям. Ядра этих клеток были использованы для пересадки в яйцеклетки.

В результате было создано 37 поросят, из которых впоследствии выжило 15. Многочисленные проверки, включающие в себя анализ ДНК и РНК животных показали, что вирус в них полностью неактивен и никаких отклонений в развитии не обнаружено.

Несмотря на то, что удалось успешно избавиться от свиного ретровируса, для того, чтобы использовать свиней в качестве доноров, предстоит решить проблему иммунной несовместимости человека и свиньи. Дело в том, что свиные клетки содержат на поверхности другой набор белков и полисахаридов, нежели человеческие, поэтому ожидаемо вызывают против себя иммунный ответ.

Во-вторых, у свиней способность к формированию бурого жира и нормальной терморегуляции, которая была утрачена в процессе эволюции, редактирование генома позволяет решить эту проблему.

Поддерживать температуру тела на холоде млекопитающим помогает бурый жир — разновидность жировой ткани, богатой митохондриями. Бурый жир особенно развит у новорожденных животных. По мере взросления животные (в том числе человек) теряют его большую часть — за исключением видов, практикующих зимнюю спячку.

Основной функцией бурого жира является окисление липидов в митохондриях и рассеяние полученной энергии в тепло. За последний процесс отвечает белок термогенин, который кодируется геном UCP1. Термогенин в процессе эволюции исчез у птиц и рептилий, но есть у всех млекопитающих кроме ленивцев и свиней. По-видимому, у последних ген UCP1 «сломался» в те времена, когда предки современных свиней жили в тропическом климате, и термогенин, как и бурый жир, был им не нужен.

Так как термогенин помогает расходовать липиды, нарушение его функции связывают с предрасположенностью к ожирению за счет увеличения массы обычного, белого жира. Скорее всего, склонность свиней к запасанию жира сыграла роль в процессе их одомашнивания человеком. Однако в настоящее время повышенная чувствительность поросят к холоду дорого обходится фермерам. Около трети расходов на электроэнергию свинофермы в холодных регионах США составляет обогрев новорожденных поросят, без которого они часто умирают от переохлаждения.

У свиней популярной породы бама взяли стволовые клетки соединительной ткани. В геном этих клеток

вместо «сломанного» собственного гена UCP1 вставили функциональный мышинный ген с регуляторным участком, ограничивающим его экспрессию жировой тканью. Ядра клеток со вставкой гена пересадили в яйцеклетки, и полученные «эмбрионы» подсадили суррогатным матерям. Три беременности из 13 оказались успешными, и в результате на свет появилось 12 генномодифицированных поросят.

При помощи позитронно-эмиссионной томографии убедились, что у ГМ-поросят действительно восстановились запасы бурого жира в паховой области и активировался термогенин в тесте на холодоустойчивость. По сравнению с обычными поросятами, при выдерживании в холодном помещении с температурой 4 градуса Цельсия, ГМ-поросята поддерживали стабильную температуру тела.

Помимо устойчивости к холоду, восстановление функционального термогенина у свиней привело к тому, что животные стали запасать меньше белого жира. При том, что активность и потребление пищи у таких свиней не изменилось по сравнению с обычными, содержание жира в организме у них составило 15 процентов против 20 у обычных свиней. Процентное содержание «сухого» мяса при этом увеличилось на три пункта.

Учитывая, что усилия животноводов сейчас направлены на получение пород свиней с уменьшенным содержанием жира, новая порода наверняка станет востребованной в аграрной промышленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Baltimore D., Berg P., Botchan M., Carroll D., Charo R. A., Church G., Corn J. E., Daley G. Q., Doudna J. A., Fenner M., Greely H. T., Jinek M., Martin G. S., Penhoet E., Puck J., Sternberg S. H., Weissman J. S., Yamamoto K. R. Biotechnology. A prudent path forward for genomic engineering and germline gene modification // Science. — 2015. — Vol. 348, no. 6230. — P. 36–38.
2. Lanphier E., Urnov F., Haecker S. E., Werner M., Smolenski J. Don't edit the human germ line. (англ.) // Nature. — 2015. — Vol. 519, no. 7544. — P. 410–411.
3. Chinese scientists genetically modify human embryos. Nature (22 April 2015).
4. James Gallagher. Scientists get 'gene editing' go-ahead, BBC News, BBC (1 February 2016).
5. Maria Cheng. Britain approves controversial gene-editing technique, AP News (1 February 2016).

# ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЭКСТРАКЦИИ ФЛАВОНОИДОВ ИЗ ПЛОДОВ БОЯРЫШНИКА

## OPTIMIZATION OF THE ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION OF FLAVONOIDS FROM HAWTHORN FRUITS

**L. Skrypnik  
I. Melnichuk**

*Summary.* The optimal conditions for hydroalcoholic ultrasound-assisted extraction of flavonoids from hawthorn fruits using the Box-Behnken statistical design were established. The maximum yield of flavonoids (0,74%) was determined at temperature — 36 °C, ethanol concentration — 68%, solid: solvent ratio — 1:82, time — 37 min. Based on the experimental data the regression equations were calculated in order to correlate the relationship between the yield of flavonoids and studied factors. The coefficient of determination (R<sup>2</sup>) was 0.9924.

*Keywords:* hawthorn, ultrasonic extraction, flavonoids, Box-Behnken design, response surface.

**Скряпник Любовь Николаевна**

*К.б.н., доцент, Балтийский федеральный университет им. И. Канта*  
*LSkrypnik@kantiana.ru*

**Мельничук Ирина Петровна**

*Балтийский федеральный университет им. И. Канта*  
*i.melnichuk95@mail.ru*

*Аннотация.* С использованием статистического плана Бокса-Бенкена подобраны оптимальные условия водно-спиртовой ультразвуковой экстракции флавоноидов из плодов боярышника (температура — 36 °C, концентрация этанола 68%, соотношение сырья к экстрагенту — 1:82, время — 37 мин), обеспечивающие максимальный выход флавоноидов (0,74%). Рассчитано уравнение регрессии, отражающие зависимость выхода флавоноидов от факторов экстракции. Коэффициент детерминации (R<sup>2</sup>) составил 0,9924.

*Ключевые слова:* боярышник, ультразвуковая экстракция, флавоноиды, план Бокса-Бенкена, поверхность отклика.

## Введение

**В** последнее время для интенсификации экстракции различных биологически активных веществ из растительного материала применяют метод ультразвуковой экстракции. Использование ультразвука позволяет не только значительно ускорить производственный процесс, но и увеличить по сравнению с другими способами экстрагирования основного продукта. Как правило, это обусловлено увеличением коэффициента массопереноса и величины межфазной поверхности [1, 2].

Плоды боярышника являются ценным источником флавоноидов (например, гиперозида, кверцетина, ви-тексина), которые и обуславливают его фармакологическую эффективность в качестве кардиотонического средства [3–5].

Актуальность данного исследования обусловлена тем, что практическое применение ультразвуковой экстракции для извлечения флавоноидов боярышника осваивается очень скудно, а эффективность ее применения для ускорения и интенсификации последних очевидна. Учитывая это, целью исследования является оптимизация условий ультразвуковой экстракции флавоноидов из плодов боярышника.

## Материалы и методы

В качестве объекта исследования использовали высушенные при 60°C плоды боярышника (*Crataegus oxyacantha* L.), собранные в период с октября по ноябрь 2017–2018 г. Дизайн эксперимента проводили по статистическому 3-х уровневому 4-х факторному плану Бокса-Бенкена. Факторы и уровни их варьирования представлены в таблице 1. В качестве источника ультразвуковых колебаний использовали аппарат UPH 50 (Hielscher Ultrasonics, Германия), частота колебаний составила 30 кГц, мощность — 50 Вт.

Эффективность экстракции оценивали по суммарному содержанию флавоноидов, которое определяли методом дифференциальной спектрофотометрии с комплексообразователем (2% спиртовой раствор AlCl<sub>3</sub>). В качестве раствора сравнения использовали стандартный раствор гиперозида. Оптическое поглощение исследуемых растворов измеряли при длине волны 412 нм (UV-3600, Shimadzu, Япония) [6].

Для определения оптимальных условий была выбрана квадратичная математическая модель, которую искали в виде полиномиального уравнения (1) второго порядка [7]:

Таблица 1. Исследуемые факторы процесса экстракции и уровни их варьирования

Фактор	Обозначение	Уровни варьирования факторов		
		нижний	основной	верхний
1. Температура, °C	X1	20	40	60
2. Концентрация этанола,%	X2	50	70	90
3. Соотношение сырье: этанол, г/мл	X3	1:50	1:100	1:150
4. Время, мин	X4	30	45	60



Рис. 1. Сравнение экспериментального и модельного откликов

$$Y = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j X_j + \sum_{j=1}^k \beta_{jj} X_j^2 + \sum_i \sum_{i < j=2}^k \beta_{ij} X_i X_j + e_i$$

(1)

Где,  $Y$  — функция отклика;  $x_{i,j}$  — независимыми переменными (факторы процесса);  $\beta_0, \beta_i, \beta_{ii}, \beta_{ij}$  — коэффициенты регрессии.

Прогностическую силу модели оценивали по коэффициенту детерминации  $R^2$  на основе дисперсионного анализа. Статистическую обработку результатов про-



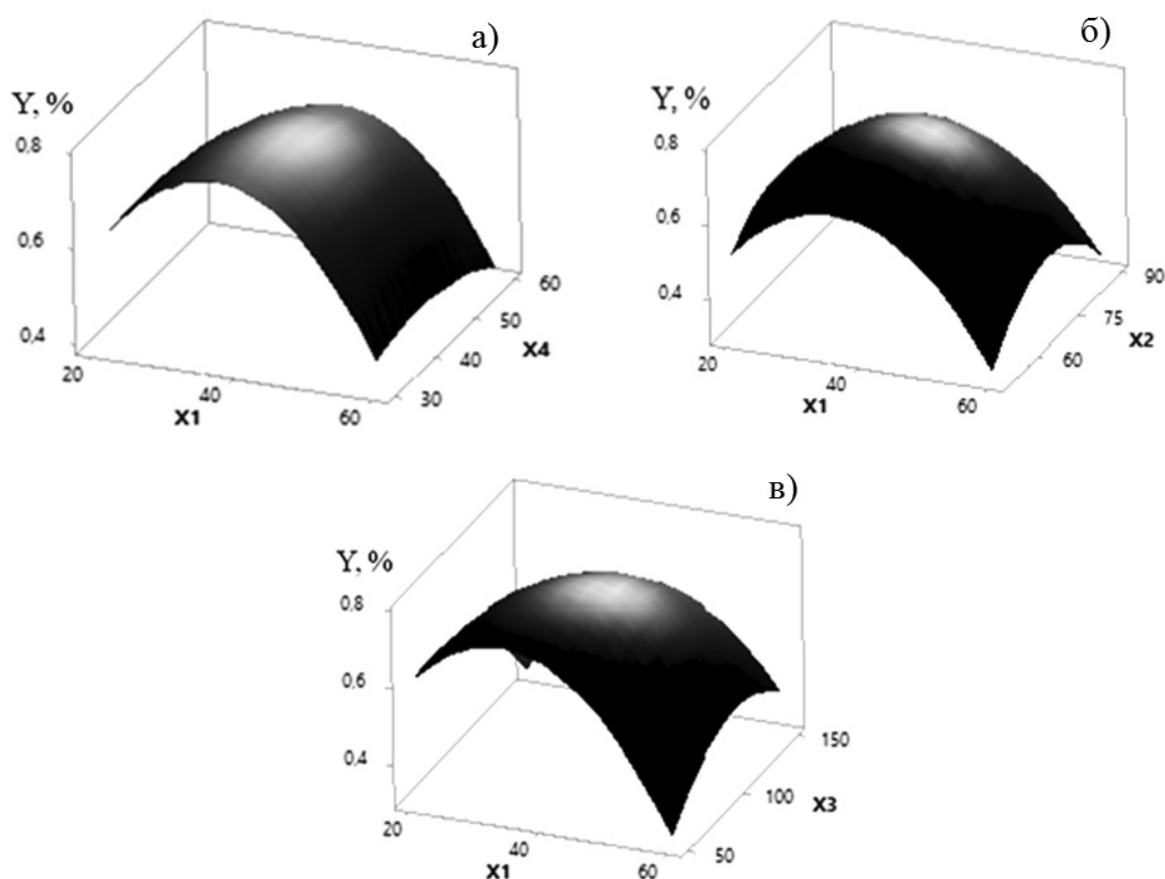


Рис. 2. Поверхности отклика, отражающие зависимость выхода флавоноидов (Y,%) от а) температуры (X1) и времени (X4); б) температуры (X1) и концентрации этанола (X2) в) температуры (X1) и соотношения сырья к экстрагенту (X3)

изводили в программном обеспечении Minitab 18 18 (MINITAB Inc., США) при заданном уровне значимости ( $p < 0,05$ ).

### Результаты и их обсуждение

План Бокса-Бенкена позволил провести 24 опыта, в каждом из которых факторы экстракции варьировались на трех уровнях. После проведения каждого опыта в трех последовательностях были получены значения экспериментального отклика  $Y_{\text{эксп}}$  (%). На основании данных экспериментального отклика был проведен дисперсионный анализ, получены коэффициенты регрессии и уравнение для расчета модельного отклика  $Y_{\text{мод}}$  (%):

$$Y_{\text{мод}}(\%) = -0,785 + 0,01954X_1 + 0,03745X_2 + 0,00015X_3 - 0,00027X_4 - 0,000512X_1^2 - 0,000275X_2^2 - 0,000025X_3^2 + 0,000005X_4^2 + 0,0001X_1X_2 + 0,000089X_1X_3 + 0,000056X_1X_4 - 0,000007X_2X_3 - 0,000089X_2X_4 + 0,000017X_3X_4 \quad (2)$$

По данным дисперсионного анализа коэффициент детерминации ( $R^2$ ) составил 0,9924, что указывает на высокую корреляцию между экспериментальным и модельным откликом. Сравнение экспериментального и модельного отклика представлено на рисунке 1, подтверждающее адекватность выбранной модели.

Влияние факторов экстракции на выход флавоноидов проводили на основании анализа полученных поверхностей отклика (Рисунок 2).

Как видно из представленных на рисунке 2а данных с увеличением температуры и времени проведения экстракции выход флавоноидов постепенно возрастал. Однако максимальное воздействие этих двух факторов не привело к максимальному выходу. Повышение температуры свыше 36 °С и времени экспозиции свыше 37 мин значительно снижало выход флавоноидов. Существенное уменьшение выхода флавоноидов при повышении температуры можно объяснить образованием газовых пузырьков на границе раздела сырье-экстрагент, в результате интенсивность передачи ультразвуковой энергии значи-

тельно уменьшается [8]. Оптимальный температурный режим, таким образом, составил 36 °С, а время экстракции — 37 мин.

На рисунке 2б видно, что увеличение концентрации этанола положительно влияло на выход флавоноидов, однако увеличение концентрации этанола свыше 68% приводит данный процесс в обратную сторону. Следует отметить, что увеличение концентрации этанола способно оказывать значительное влияние на стабильность комплекса флавоноидов с хлоридом алюминия, реакцию образования которого использовали для их спектрофотометрического определения [9].

Рис. 2.в демонстрирует, что наиболее полное извлечение флавоноидов происходило при соотношении сы-

рья и экстрагента 1:82. Дальнейшее увеличение этого соотношения не привело к повышению выхода флавоноидов.

Исходя из полученных уравнений регрессии и поверхностей отклика, были рассчитаны оптимальные условия ультразвуковой экстракции флавоноидов из плодов боярышника: температура — 36 °С, концентрация этанола 68%, соотношение сырья к экстрагенту — 1:82, время — 37 мин. При данных значениях наблюдался максимальный выход флавоноидов — 0,74%.

Таким образом, были проведены исследования по применению ультразвуковой экстракции для извлечения флавоноидов из плодов боярышника и определены оптимальные условия ее проведения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Потороко И. Ю., Калинина И. В. Перспективы использования ультразвукового воздействия в технологии экстракционных процессов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2014. Т. 2. № 1. С 42–47.
2. Zhang L. et al. Study of ultrasonic cavitation during extraction of the peanut oil at varying frequencies // Ultrasonics sonochemistry. — 2017. — Т. 37. — С. 106–113.
3. Куркин В. А., Морозова Т. В., Правдивцева О. Е. Исследования по разработке методики стандартизации листьев боярышника кроваво-красного // Химия растительного сырья. 2017. № 3. С169–173.
4. Orhan I. E. Phytochemical and pharmacological activity profile of *Crataegus oxyacantha* L. (hawthorn) — A cardiotonic herb // Current medicinal chemistry. 2018. Vol. 25. N. 37. P 4854–4865.
5. Benabderrahmane W., Lores M., Benaissa O., Lamas J. P., de Miguel T., Amrani A., Benayache F., Benayache S. Polyphenolic content and bioactivities of *Crataegus oxyacantha* L. (Rosaceae) // Natural product research. 2019. 1–6. DOI: 10.1080/14786419.2019.1582044.
6. Куркина А. В. Определение содержания суммы флавоноидов в плодах боярышника // Химико-фармацевтический журнал. 2014. Т. 48, № 12. С. 27–30.
7. Jeganathan P. M. et al. Model development and process optimization for solvent extraction of polyphenols from red grapes using Box–Behnken design // Preparative Biochemistry and Biotechnology. 2014. Т. 44. № 1. С. 56–67.
8. Бекетов Е. В., Пахомов В. П., Нестерова О. В. Совершенствование процесса извлечения флавоноидов из плодов черемухи обыкновенной // Химико-фармацевтический журнал. 2005. Т. 39. № 6. С. 33–35.
9. Мечикова Г. Я., Загузова Е. В., Степанова Т. А. Определение суммы флавоноидов в листьях земляники восточной // Дальневосточный медицинский журнал. 2005. № 2. С. 78–81.

© Скрыпник Любовь Николаевна (LSkrypnik@kantiana.ru), Мельничук Ирина Петровна (i.melnichuk95@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ВЛИЯНИЕ ТОЧЕЧНЫХ МУТАЦИЙ В ЛОКУСЕ INK4A/ARF НА ARF-ОПОСРЕДОВАННУЮ АУТОФАГИЮ В ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТКАХ ЧЕЛОВЕКА

## EFFECT OF POINT MUTATIONS IN THE INK4A/ARF LOCUS ON ARF-MEDIATED AUTOPHAGY IN TUMOR CELLS

**A. Soloviev  
A. Budina  
T. Anaschenkova**

*Summary.* The article presents data on the effect of tumor-derived point mutations in the INK4a/ARF locus on ARF-mediated autophagy in human tumor cells. In experiments on cells of an osteosarcoma it is shown that a point mutations of the gene ARF, located in a plot of activation of autophagy, impair the ability of tumor suppressor ARF to induce autophagy in tumor cells.

*Keywords:* autophagy, tumor suppressor, ARF, point mutations.

**Соловьев Александр Семенович**

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет»  
Aleksolo46@yandex.ru*

**Будина Анна Павловна**

*К.м.н., стажер-исследователь, Институт Вистар, Филадельфия, США*

**Анащенкова Татьяна Александровна**

*К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет»*

*Аннотация.* В статье представлены данные о влиянии опухоль-ассоциированных точечных мутаций в локусе INK4a/ARF на ARF-опосредованную аутофагию в опухолевых клетках человека. В экспериментах на клетках остеосаркомы показано, что точечные мутации гена ARF, расположенные в участке активации аутофагии, блокируют способность опухолевого супрессора ARF индуцировать аутофагию в опухолевых клетках.

*Ключевые слова:* аутофагия, опухолевой супрессор, ARF, точечные мутации.

### Актуальность проблемы

**Л**окус INK4a/ARF находится на коротком плече девятой хромосомы человека (9p21). Уникальность организации и биологическая значимость этого локуса состоит в том, что он кодирует сразу два разных транскрипта, генерирующих опухолевые супрессоры p16INK4a и p14ARF [15]. Эти два транскрипта кодируются разными первыми экзонами, находящимися под контролем собственных промоторов (экзон 1α для гена INK4a и экзон 1β для гена ARF) и одинаковым экзоном 2 с разными рамками считывания информации [3]. В этой связи эти белки не имеют аминокислотного тождества и выполняют различные функции [20,23]. Опухолевый супрессор p16INK4a является важным регулятором клеточного цикла, что связано с ингибированием активности циклин-зависимой киназы CDKN4 [21]. Наиболее изученной биологической функцией ARF является стабилизация опухолевого супрессора p53. В клетках человека p14ARF освобождает p53 от связи с убиквитин — лигазой HDM2, активируя, таким образом, p53-опосредованный апоптоз или блокаду клеточного цикла [2, 9]. В то же время ARF может действовать как опухолевый супрессор независимо от присутствия p53 в клетке [4,22]. Повышение его экспрессии в опухолевых клетках приводит к остановке клеточного цикла и апоптозу даже при отсутствии в них опухолевого супрессора p53 [7].

Локус INK4a/ARF играет важную роль в подавлении канцерогенеза [6]. Он является вторым по частоте встречаемости мутантным локусом в опухолях человека после гена TP53, кодирующего опухолевый супрессор p53, и инактивируется приблизительно в 50% всех опухолей человека [9, 18]. При различных видах рака человека были найдены мутации в экзоне 1α, нарушающие функции только супрессора p16INK4a [23]. Мутации в экзоне 1β, повреждающие функцию только ARF, были обнаружены во многих случаях меланомы, астроцитомы, аденокарциномы и других типах опухолей человека [12, 17]. Однако подавляющее большинство точечных мутаций в локусе INK4a/ARF происходит в экзоне 2, в котором гены p16INK4a и ARF кодируются общей последовательностью [5, 7]. Значительная часть опухоль-индуцированных точечных мутаций в экзоне 2 влияет на аминокислотные последовательности только ARF, но не p16INK4a, что подтверждает роль ARF в опухолевом росте [6, 7].

Эффективная работа опухолевых супрессоров во многом зависит от их способности активировать аутофагию, которая в свою очередь, обладает различными механизмами противоопухолевой защиты [1, 10, 19]. Способность активировать аутофагию установлена и для опухолевого супрессора ARF [2, 13]. Поскольку аутофагия является сдерживающим фактором опухолевого роста, стимуляция аутофагии супрессором ARF может быть одним из механизмов, с помощью которого ARF

подавляет канцерогенез [4, 14]. Основываясь на этих данных, можно предположить, что точечные мутации локуса INK4a/ARF, встречающиеся в опухолях человека и влияющие на аминокислотную последовательность только ARF, могут негативно влиять на ARF-опосредованную аутофагию.

### Цель исследования

Целью исследования явилось изучение влияния точечных мутаций в локусе INK4a/ARF, которые изменяют ARF и не затрагивают область белка p16INK4a, на ARF-опосредованную аутофагию.

### Материалы и методы

ARF человека содержит на своем N-конце два метионина. Инициация трансляции может начинаться с любого из них, в результате чего могут синтезироваться полноразмерный белок 1–173 ARF и укороченная форма ARF [16]. Преимущественной формой ARF в клетках человека является укороченная форма белка p14ARF с размером 14кДа [11,16]. Для получения мутантных форм ARF человека использована кДНК полноразмерной формы ARF (1–173), полученная на основе мРНК, выделенной из клеток аденокарциномы поджелудочной железы человека. Мутантные варианты ARF были созданы путем введения в участок кДНК трех нуклеотидных замен, вызывающих изменение аминокислотной последовательности в белке ARF: R139L (аминокислота аргинин в 139 положении на лейцин), L145I (аминокислота лейцин в 145 положении на изолейцин) и R156G (аминокислота аргинин в 156 положении на глицин). Сайты мутирования R139L ARF, L145I ARF и R156G ARF, согласно нашим исследованиям, находятся в участке гена ARF, кодирующем мотив активации аутофагии. Подобные точечные мутации, влияющие только на функции ARF, были обнаружены в локусе INK4a/ARF у пациентов с меланомой [5]. В качестве контроля была создана точечная мутация в гене ARF, которая не затрагивает мотив активации аутофагии в гене: P135L (аминокислота пролин в 135 положении на лейцин). Введение сайт-специфических мутаций в ген ARF осуществляли с использованием коммерческого набора QuickChange XL Site-Directed Mutagenesis Kit (Stratagene, США) в соответствии с протоколом производителя. Для каждого мутантного варианта ARF были сконструированы и синтезированы соответствующие праймеры. В качестве исходной матрицы была использована плаزمида pcDNA 4/TO с геном ARF дикого типа. Полученные векторы трансфецировали в клетки остеосаркомы U2OS-ARF для создания стабильных клеточных линий, содержащих тетрациклин-регулируемую экспрессию генов. Инкубация U2OS-ARF клеток в присутствии доксициклина приводит к повышению экспрессии гена белка ARF, что облегчает изучение этого опухолевого супрессора [13].

Экспрессию исследуемых белков в клеточных лизатах определяли методом Вестерн — блоттинга с использованием соответствующих антител к белкам. Уровень аутофагии оценивали по накоплению модифицированной формы белка LC3 (LC3-II). При запуске аутофагии катализируется образование белка LC3, что обуславливает его включение в растущую мембрану аутофагосомы. По количеству мембраносвязанного белка LC3-II можно судить о количестве аутофагосом, что делает LC3 хорошим маркером для изучения динамики процесса аутофагии [24]. Активацию аутофагии определяли также методом иммуноцитофлуоресцентного анализа. С этой целью клетки остеосаркомы U2OS-ARF трансфецировали плазмидой GFP-LC3, кодирующей зеленый флуоресцентный белок GFP (Green Fluorescent Protein), слитый с белком аутофагосом LC3. При активации аутофагии белок LC3 накапливается в аутофагосомах, что приводит к накоплению GFP в цитоплазматических вакуолях-аутофагосомах. Формирование аутофагосом анализировали с помощью конфокальной микроскопии, используя микроскоп Nikon E600. Скопление аутофагосом в клетках исследовали и методом трансмиссионной электронной микроскопии с расчетом среднего значения площади аутофагосом в клетке.

Статистическую достоверность различий оценивали путем расчета t критерия Стьюдента в программе SigmaProt V.10. Различия считали достоверными при  $p < 0,05$ .

### Результаты исследования

В результате предварительных экспериментов нами были получены клеточные линии остеосаркомы с доксициклин-зависимой экспрессией p14ARF дикого типа и его мутантов. Чтобы убедиться в способности мутантных форм продуцировать ARF, необходимо было определить степень экспрессии мутантных генов в клетках U2OS-ARF в ответ на инкубацию с доксициклином. Вестерн — блоттинг анализ уровней ARF и p53 через 24 часа после инкубации с доксициклином показал, что все мутанты подобно гену дикого типа экспрессируют одинаковый уровень ARF и каждый имеет способность стабилизировать белок p53, что свидетельствует об их функциональности (рис. 1А).

Убедившись, что полученные линии клеток с точечными мутациями в гене ARF способны экспрессировать p14ARF, в дальнейшем эксперименте мы провели сравнение уровня аутофагии в клетках U2OS-ARF после суперэкспрессии ARF дикого типа с уровнем аутофагии, наблюдаемым после активации мутантных форм.

Количественный анализ LC3 в клетках с суперэкспрессией методом Вестерн — блоттинга выявил увеличе-

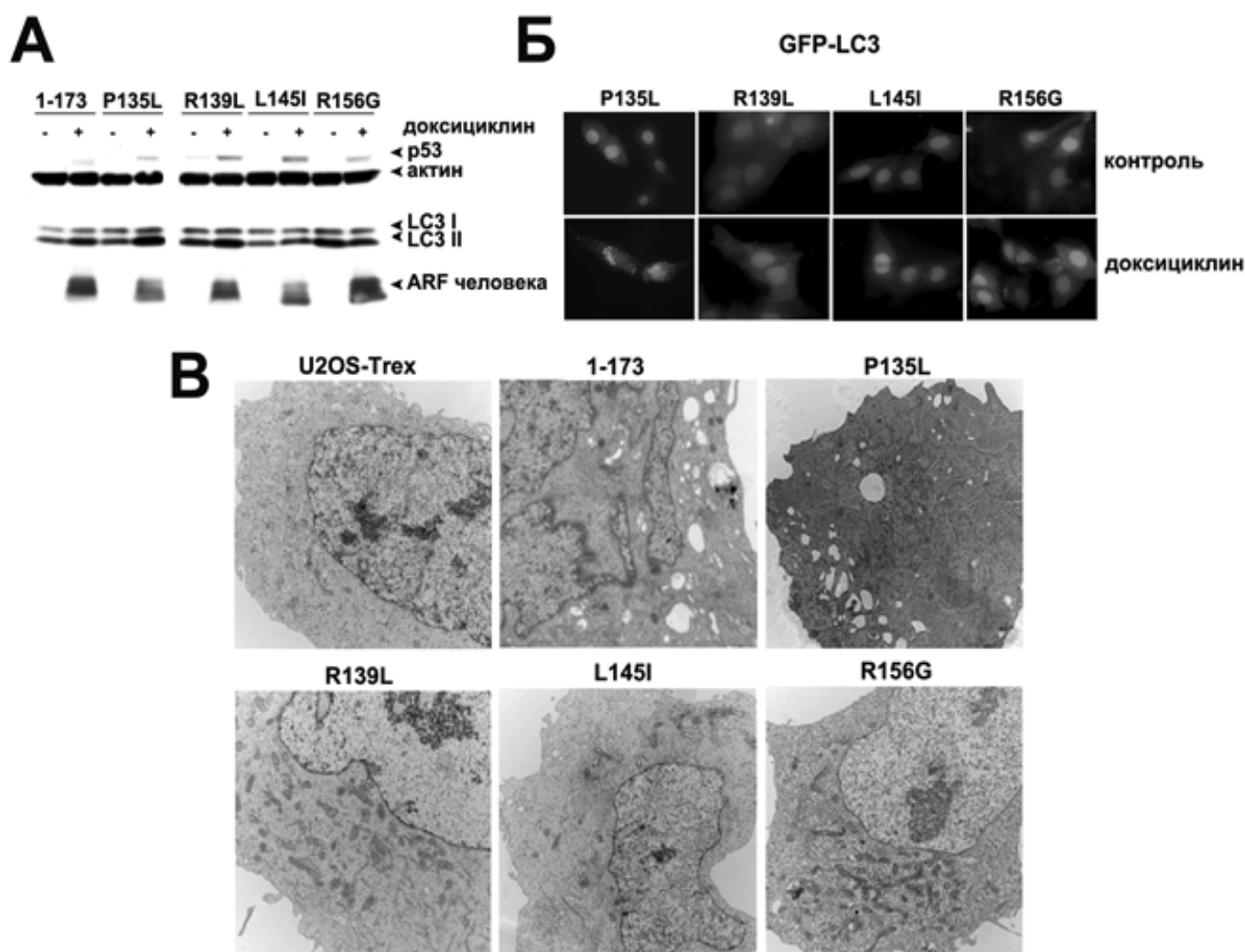


Рис. 1. Определение влияния опухоль-ассоциированных точечных мутаций гена ARF на ARF-опосредованную аутофагию. **А** — Вестерн-блоттинг анализ уровня белков ARF, LC3 и p53 в клетках U2OS-ARF до и после активации точечных мутантов ARF доксициклином. **Б** — конфокальная микроскопия клеток остеосаркомы предварительно трансфицированных вектором GFP-LC3 до и после повышения экспрессии ARF. **В** — электронная микроскопия клеток U2OS-ARF после повышения экспрессии белка ARF с указанными аминокислотными заменами по сравнению с контролем.

ние образования модифицированного белка LC3-II в случае экспрессии ARF дикого типа (1–173) и P135L ARF, что характерно для активации аутофагии. При повышении экспрессии L145I ARF, R139L ARF и R156G ARF подобного эффекта не наблюдалось, что указывает на нарушение способности p14ARF этих мутантных форм к активации аутофагии (рис. 1А).

Чтобы доказать, что активация аутофагии происходит вследствие индукции ARF, а не действия доксициклина на клетки, было исследовано изменение маркера аутофагии LC3 при действии доксициклина в родительской клеточной линии, не содержащей ген ARF. Установлено, что доксициклин не активирует аутофагию в клетках

остеосаркомы в отсутствие экспрессии ARF. Инкубация U2OS-Тех клеток с доксициклином не сопровождалась изменением уровня белка LC3, что подтверждает ARF-опосредованный характер аутофагии в предыдущем эксперименте (рис. 2).

Уровень аутофагии исследовали также по накоплению GFP-LC3 вакуолей методом иммуноцитофлуоресцентного анализа в клетках U2OS-ARF предварительно трансфицированных вектором GFP-LC3, содержащем белок аутофагосом LC3 с зеленой меткой GFP. С использованием конфокальной микроскопии было выявлено, что стимуляция аутофагии наблюдалась только в результате индукции P135L ARF и сопровождалась образованием



Рис. 2. Количественный анализ белка LC3 в клетках U2OS-Trex до и после индукции с доксициклином методом Вестерн — блоттинга.

GFP-LC3 позитивных вакуолей — аутофагосом в клетках, определяемых методом конфокальной микроскопии. У других мутантных форм эта способность полностью отсутствовала (рис. 1Б).

Неспособность мутантных форм L145I ARF, R139L ARF и R156G ARF индуцировать аутофагию, зарегистрированную иммуноблоттингом и конфокальной микроскопией, была подтверждена методом трансмиссионной электронной микроскопии аутофагосом. Подсчет средней площади клеток занятых аутофагосомами после активации указанных мутантных форм показал отсутствие изменений в активности аутофагии по сравнению с контролем (рис. 1В).

Таким образом, из всех мутантных форм стимуляция аутофагии наблюдалась только в результате индукции P135L ARF и сопровождалась увеличением количества белка LC3, образованием GFP-LC3 позитивных вакуо-

лей, выявляемых методом конфокальной микроскопии, скоплением аутофагосом при изучении клеток методом трансмиссионной электронной микроскопии. В отличие от L145I ARF, R139L ARF и R156G ARF сайт мутирования P135L ARF расположен вне участка гена ARF, ответственного за активацию аутофагии. С этим, вероятно, связана интактность данной функции у P135L ARF.

### Заключение

На основании проведенных экспериментов можно констатировать, что точечные опухоль-ассоциированные мутации гена супрессора ARF, расположенные в участке активации аутофагии, блокируют способность опухолевого супрессора к активации аутофагии в опухолевых клетках. Это может являться одним из механизмов «ускользания» опухолевых клеток от антинеопластической активности аутофагии, вызываемой ARF.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Рябая О.О., Егорова А. В., Степанова Е. В. Роль аутофагии в механизме гибели опухолевых клеток // Успехи современной биологии. — 2015. — Т. 135. — № 2. — С. 177–188.
2. Balaburski G.M., Hontz R. D., Murphy M. E. p53 and ARF: unexpected players in autophagy // Trends Cell Biol. — 2010. — № 20 (6). — P. 363–369.
3. Binni F., Antigoni I., De Simone P., et al. Novel and recurrent p14 mutations in Indian familial melanoma // Clin Genet. — 2010. — № 77 (6). — P. 581–586.
4. Fontana R., Vivo M. Dynamics of p14 ARF and focal adhesion kinase-mediated autophagy in cancer // Cancers. — 2018. — № 10. — P. 221.
5. Itahana K., Zhang Y. Mitochondrial p32 is a critical mediator of ARF-induced apoptosis // Cancer Cell. — 2008. — № 13 (6). — P. 542–553.
6. Ko A., Han S. Y., Song J. Regulatory network of ARF in cancer development // Molecules and Cells. — 2018. — № 41 (5). — P. 381–389.
7. Kotsinas A, Papanagnou P, Evangelou K., et al. ARF: a versatile DNA damage response ally at the crossroads of development and tumorigenesis // Front Genet. — 2014. — 5:236.
8. Li J., Knobloch T. J., Poi M. J., et al. Genetic alterations of RD Ink4/ARF enhancer in human cancer cells // Mol Carcinog. — 2014. — № 53(3). — P. 211–218.
9. Mrakovcic M, Fronlich LF. P-53 — mediated molecular control of autophagy in tumor cells // Biomolecules. — 2018. — № 8 (2).
10. Ozenne P., Eymin B., Brambilla E., et al. The ARF tumor suppressor: structure, functions and status in cancer // Int. J. Cancer. — 2010. — № 127. — P. 2239–2247.
11. Park Y.B., Park M. J., Kimura K., et al. Alterations in the INK4a/ARF locus and their effects on the growth of human osteosarcoma cell lines // Cancer Genetics and Cytogenetics. — 2002. — № 133. — P. 105–111.
12. Pimkina J., Humbey O., Zilfou J. T., et al. ARF induces autophagy by virtue of interaction with Bcl-xl // Journal of biological chemistry. — 2009. — № 5 (284). — P. 2803–2810.
13. Pimkina J., Murphy M. E. ARF, autophagy and tumor suppression // Autophagy. — 2009. — № 5 (3). — P. 397–399.
14. Przybyta A., Lamperska K., Mackiewicz A. Analysis of sequence variants in the 3'UTR of CDKN2A gene in melanoma patients // Contemp Oncol. — 2015. — № 19 (4). — P. 276–279.

15. Reef S., Zalckvar E., Shifman O., et al. A short mitochondrial form of p19ARF induces autophagy and caspase-independent cell death // *Molecular Cell*. — 2006. — № 22. — P. 463–475.
16. Rizos H., Puig S., Badenas C., et al. A melanoma-associated germline mutation in exon 1  $\beta$  inactivates p14ARF // *Oncogene*. — 2001. — № 20. — P. 5543–5547.
17. Saporita A.J., Maggi L. B., Apicelli A. J., et al. Therapeutic targets in the ARF tumor suppressor pathway // *Curr Med Chem*. — 2007. — № 14 (17). — P. 1815–1827.
18. Singh SS, Vats S, Chia AY, et al. Dual role of autophagy in hallmarks of cancer // *Oncogene*. — 2018. — № 37 (9). — P. 1142–1158.
19. Stott F. J., Bates S., James M. C., et al. The alternative product from the human CDKN2A locus, p14 ARF, participates in a regulatory feedback loop with p53 and MDM2 // *The EMBO Journal*. — 1998. — № 17. — P. 5001–5014.
20. Tyagi E., Liu B., Li C., et al. Loss of p16 INK4a stimulates aberrant mitochondrial biogenesis through a CDK4/Rb-independent pathway // *Oncotarget*. — 2017. — № 34 (8). — P. 55848–55862.
21. Vivo M, Fontana R, Ranieri M, et al. P14 ARF interacts with the focal adhesion kinase and protects from anoikis // *Oncogene*. — 2017. — № 36 (34). — P. 4913–4928.
22. Zhao R., Choi B. Y., Lee M. H., et al. Implications of genetic and epigenetic alterations of CDKN2A [p16 INK4a] in cancer // *EBioMedicine* — 2016. — № 8. — P. 30–39.
23. Zhang H. M., Li S. P., Yu Y., et al. Bi-directional roles of IRF-1 on autophagy diminish its prognostic value as compared with Ki67 in liver transplantation for hepatocellular carcinoma // *Oncotarget*. — 2016. — № 7 (25). — P. 37979–37992.

© Соловьев Александр Семенович ( Aleksolo46@yandex.ru ), Будина Анна Павловна, Анащенко Татьяна Александровна.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Смоленск

# ПРИМЕНЕНИЯ НАНОЦЕЛЛЮЛОЗЫ В РАЗЛИЧНЫХ СФЕРАХ, КОТОРЫЕ ОБЕСПЕЧАТ ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ

## APPLICATIONS OF NANOCELLULOSE IN VARIOUS AREAS THAT WILL ENSURE ENVIRONMENTAL SAFETY

G. Trukhin

*Summary.* Nanocellulose is a very promising and undervalued material in our industry. In addition to the fact that its addition leads to improvements in the strength characteristics of the material, it can also be used in environmental protection. This article describes examples of the use of nanocelluloses in various fields that will ensure environmental safety.

*Keywords:* nanocellulose; ecology; nonofibrillar cellulose.

Трухин Глеб Олегович

РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина  
Glebtrukhin1402@gmail.com

*Аннотация.* Наноцеллюлоза — весьма перспективный и недооцененный материал в нашей индустрии. Кроме того, что добавление его ведет к улучшениям прочностных характеристик материала, он также может применяться в защите окружающей среды. В данной статье рассмотрены примеры применения наноцеллюлоз в различных сферах, которые обеспечат экологическую безопасность.

*Ключевые слова:* наноцеллюлозы; экология; монофибрилярная целлюлоза.

## Введение

**Н**аноцеллюлоза вызвала большой интерес как источник нанометрового размера материалы из-за их биоразлагаемости, легкодоступности и связанных с ними характеристик, таких как очень большое отношение поверхности к объему и выдающиеся механические свойства.

Наноцеллюлоза, которая является разновидностью полисахарида, представляет собой индивидуальное целлюлозное нановолокно. Около 50% углерода растительного организма хранится в виде целлюлозы, как источника наноцеллюлозы, и он широко распределяется в природе. Обильные запасы целлюлозы стали основной причиной ее широкого использования.

Наноцеллюлоза изготавливается из целлюлозы с использованием определенных химических, физических и биологических методов. Наноразмерная целлюлоза приобретает некоторые отличные свойства в отношении ее поверхностного эффекта и эффекта небольшого размера, в то же время предпринимались различные химические модификации в отношении целлюлозных нановолокон, которые обладают естественным преимуществом изобилия гидроксильных групп на поверхности.

Эти группы могут быть функционализированы путем введения функциональных групп для различных целевых функций. Из-за ограничений традиционного материала в источниках и характеристиках, использование новых материалов становится обсуждаемой темой.

Учитывая обильное распределение, разработанные методы приготовления и биоразлагаемые свойства наноцеллюлозы, она была подчеркнута в качестве перспективного материала для защиты окружающей среды. Комбинация биоразлагаемой целлюлозы и возобновляемых полимеров особенно привлекательна с экологической точки зрения.

## 1. Применение наноцеллюлозы в качестве адсорбента

Стоит отметить, что наноцеллюлоза имеет высокое отношение поверхности к массе (или объему), которое является основным свойством адсорбента, большая площадь контакта повышает способность к физической адсорбции. Кроме того, наноцеллюлоза может быть химически модифицирована для повышения способности связывать металлы путем введения новых функциональных групп.

В последние несколько лет многие ученые обращают внимание на удаление тяжелых металлов из водного раствора с помощью наноцеллюлозы в качестве адсорбента.

Были проведены исследования, в которых использовали наноцеллюлозные гибриды, содержащие реакционноспособные полиэдрические олигомерные силсесквиоксаны, для исследований адсорбции, и результат показал, что модифицированная целлюлоза обладает превосходной адсорбционной способностью  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Ni}^{2+}$ , значительно выше, чем немодифицированная целлюлоза. [1]



В другом эксперименте был выбран  $Pb^{2+}$  в качестве объективного загрязнителя, и используя бактериальную целлюлозу сульфата аммония (ASBC) в качестве адсорбента, и эксперимент дал результат, в котором ASBC при низкой концентрации  $Pb^{2+}$  обладает хорошим адсорбционным эффектом. [2]

Так же были проведены исследования на кинетику процесса. Результаты показали, что кинетика адсорбции почти соответствовала кинетической модели псевдо второго порядка, которая предполагает, что хемосорбция является механизмом регулирования скорости. Отрицательное значение  $\Delta G_{0ads}$ ,  $\Delta H_{0ads}$  и  $\Delta S_{0ads}$  соответственно, указывало на спонтанность, экзотермическую природу и вероятность благоприятной природы в качестве адсорбента. [3]

Также другое применение наноцеллюлозы адсорбции — удаление красителей из воды. Окрашивание сточных вод является важным классом источников загрязнения, сброс которых имеет серьезные экологические последствия, такие как усугубление ухудшения качества воды, увеличение БПК, ХПК, СС воды. Наноцеллюлозные гибриды могут быть использованы в качестве нового биосорбента для красителей. Гибрид наноцеллюлозы, содержащий полиэдрический олигомерный силсесквиоксан с мульти-N-метилолом (R-POSS), обладает высокой способностью к удалению реакционноспособных красителей.

## 2. Применение наноцеллюлозы в энергетической промышленности

### 2.1. Солнечные панели

Наноконпозиты на основе наноцеллюлозы также могут применяться в производстве топливных элементов, солнечных батарей и литий-ионных аккумуляторов. Топливные элементы — это устройства, которые могут преобразовывать химическую энергию в электричество. Топливо (обычно  $H_2$ ) каталитически окисляется на аноде, а  $O_2$  на катоде каталитически восстанавливается до  $H_2O$ . Электроны текут от анода к катоду через внешнюю цепь. Было установлено, что бактериальная целлюлоза (БЦ) является хорошим субстратом для размещения большого количества наноразмерных анодных катализаторов. Когда мембрану БЦ замачивали в 5мМ растворе гексахлоропалладата аммония, в мембране БЦ осаждали PdNP. Однако инкубация растительной целлюлозы в растворе гексахлоропалладата не приводила к осаждению. Касание

Режим АСМ показал, что растительная целлюлоза обладает плотной тканой и упорядоченной волокнистой структурой, в то время как волокна БЦ были организо-

ваны в туннели и были значительно более рыхлыми. Соответственно, осаждение PdNP в БК объясняется доступностью восстанавливающих групп в пределах их более слабой структуры. Нативная мембрана БЦ, помещенная между наноконпозитами PdNP/БЦ, использовалась в качестве мембранного электродного узла (МЕА) в топливном элементе. Толщина МЭА составляла 150 мкм, а плотность палладия в анодной и катодной мембранах составляла 0,4 мг / см<sup>2</sup> (сухой вес).

$H_2$ , нанесенный на анод PdNP /БЦ, был окислен, и был обнаружен максимальный ток около 0,26мА, что указывает на возможность применения этого наноконпозита в устройствах преобразования энергии. Эта мембрана PdNP /БЦ обладает преимуществами по сравнению с другими полиэлектродными мембранами благодаря более высокой термостабильности и меньшему переходу газа.

Солнечные элементы — это устройства, которые могут преобразовывать солнечную энергию в электричество. Поскольку наноцеллюлозная бумага является прозрачной, гладкой и механически прочной, она является многообещающим кандидатом для использования в качестве подложки солнечного элемента.

Также был сконструирован солнечный элемент на основе прозрачной наноцеллюлозной бумаги. Более подробно, пленка оксида индия и олова (ITO) была нанесена на наноцеллюлозную бумагу радиочастотным магнетронным распылением мишени, состоящей из 90%  $In_2O_3$  и 10%  $SnO_2$ . После нанесения первоначально прозрачная бумага стала полупрозрачной. Затем наноцеллюлозную бумагу с ITO-покрытием обрабатывали поли (3-гексилтиофеном) (P3HT) и метиловым эфиром масляной кислоты [б:б]-фенил- $C_{61}$  (PCBM) в качестве светопоглощающего слоя. Прозрачная нанобумага увеличила длину пути света через поглощающий слой, что приводит к большему поглощению солнечного света. Приготовленный солнечный элемент показал эффективность преобразования энергии на уровне 0,4%, что иллюстрирует возможность применения наноцеллюлозной бумаги для фотоэлектрических применений. Однако, поскольку сопротивление листа ITO на нанобумаге в 50–100 раз выше, чем на стекле.

Ток короткого замыкания и общая эффективность преобразования энергии (PCE) солнечного элемента на основе нанобумаги были ниже, чем у солнечного элемента на основе стекла.

### 2.2. Аккумуляторы

В дополнение к топливным элементам и солнечным элементам, наноцеллюлозу также можно использовать

в литий-ионных аккумуляторах (LIB). LIB являются популярными перезаряжаемыми накопителями энергии, которые широко используются в потребительских электронных продуктах.

Наноцеллюлозная бумага дает возможность создавать тонкие, гибкие и высокопроизводительные LIB. Проводились исследования о наноцеллюлозах, используемых в качестве электрода, сепаратора и электролита в элементах LIB. Также был разработан гибкий анод графит/MFC LIB путем вакуумной сушки суспензии графит/MFC при 313<sup>0</sup>K в течение ночи. В дополнение к аноду графит/MFC элемент содержал также катод из фольги Li и LiPF<sub>6</sub> в этиленкарбонате и диэтилкарбонате в качестве электролита.

Графит/MFC анод показал такую же зарядную/разрядную емкость, что и обычно используемый графит/поливинилиденфторид (PVdF), и хорошую стабильность, что указывает на то, что устойчивые MFC могут заменить синтетический химический PVdF для изготовления анода LIB.

Также были разработаны покрытые Si SiT/наноцеллюлозную бумага (Si-нанобумага), используемую в качестве электрода LIB. Сначала бумага CNT/ наноцеллюлоза была приготовлена лиофильной сушкой гомогенно смешанного гидрогеля CNT/наноцеллюлоза. Добавление CNT придает нанокомпозиту высокую электропроводность. Также тонкий слой Si был нанесен на бумагу CNT/наноцеллюлоза методом CVD (PECVD) с усилением плазмы. Наконец, элемент был построен из Si-нанобумаги, металлической фольги Li и сепаратора Celgard 2250, пропитанного электролитом (LiPF<sub>6</sub> в этиленкарбонате / диэтилкарбонате). Полученная Si-нанобумага показала стабильную емкость 1200 мА ч г<sup>-1</sup> после 100 циклов зарядки / разрядки, значение, которое более чем в 3 раза превышает теоретическую емкость обычно используемого графитового анода.

Высокая стабильность Si-нанобумаги может быть объяснена гибкой и высокопористой структурой бумаги CNT/наноцеллюлоза, которая обеспечивает достаточно места для размещения расширяющегося объема слоя Si во время литирования. 29 Leijonmarck et al. интегрировали электрод и сепаратор на основе MFC в одну бумагу для создания гибкой ячейки LIB.

Ячейка была изготовлена путем последовательной вакуумной фильтрации суспензии отрицательного электрода (MFC + графит), суспензии сепаратора (MFCs + SiO<sub>2</sub>) и суспензии положительного электрода (MFC + LiFePO<sub>4</sub>) на фильтровальной бумаге. Высушенная ячейка содержит три слоя, уложенных вместе с двумя электродами снаружи и сепаратором посередине. Гибкая бу-

мажная батарея прочная и имеет достаточную емкость цикла зарядки / разрядки. MFC здесь используются в качестве связующего и обеспечивают прочный и гибкий каркас для ячейки LIB. За исключением использования в электроде или сепараторе, наноцеллюлоза также может использоваться в электролитах для усиления.[4]

### 3. Бактерицидная целлюлоза, применение ее в качестве мембраны

Бактериальная целлюлоза возникает в виде белой желатиновой пленки на поверхности жидкой среды при температуре около 30 °C в статической культуре, содержащей *acetobacter xylinum*, загрязнитель при производстве уксуса и аэробную грамотрицательную бактерию. Контролируя физиологические условия роста бактерий, такие как составляющая питательной среды, ее pH, температура и напряжение кислорода, получают бактериальную целлюлозу, которую можно легко превратить в мембраны желаемой толщины. Мембрана обладает превосходными механическими свойствами, такими как высокая стойкость к коррозионным химическим веществам, способность к биологическому разложению, легкость адаптации и экономичная обработка.

Были проведены исследования, для которых были выбраны репрезентативную органику, включающую летучие органические химические вещества (ЛОС), такие как ацетон (Ac), формалин (HCHO) и этанол (EtOH), которые могут образовывать обширные водородные связи с водой, такие как этиленгликоль (EG) и глицерин (Gly).

Результат показал, что гидрофильная бактериальная целлюлозная мембрана приобрела высокую сорбцию для органических веществ, таких как Gly и EG, которые образуют обширную связь с целлюлозными единицами в мембране.

Присутствие воды в водных бинарных смесях органических химикатов увеличивает общую сорбцию за счет пластификации мембраны. Мембрана преимущественно сорбирует воду из бинарных смесей, чтобы она могла играть роль материалов для разделения.[5]

### Заключение

Многие преимущества наноцеллюлозы, такие как биоразлагаемость, механическая прочность, химическая и морфологическая контролируемость, делают ее новым материалом, функциональным для окружающей среды.

Как разновидность наноразмерного волокна, наноцеллюлоза является перспективным кандидатом для производства биоканнокомпозита. Такие новые дорого-

стоящие материалы являются предметом постоянных исследований и представляют коммерческий интерес с точки зрения оборудования для защиты окружающей среды. Последние достижения в области наноцеллюлозы и их применения в окружающей среде указывают на значимость и потенциальную ценность.

Наноцеллюлоза использовалась в качестве адсорбента тяжелых металлов и красителей, механизм этих процессов адсорбции обсуждался. Следует признать, что большинство исследований было сосредоточено на промышленных сточных водах, в которых содержится большое количество тяжелых металлов. Для превосходных адсорбционных характеристик наноцеллюлозы, без сомнения, ее можно применять для дополнительной очистки сточных вод. Кроме того, бактериальная целлюлоза является своего рода разделительным материалом, который может быть далее использован для очистки органических сточных вод. Более того, хотя наноцеллюлоза была исследована как перспективный материал, ее применение ограничено экспериментами

в лабораториях. Таким образом, реализация промышленного производства наноцеллюлозы ставит перед нами задачу. Итак, совершенствование технологии производства наноцеллюлозы является ключевым. Другая проблема применения наноцеллюлозы в качестве биомембраны или адсорбента биомассы заключается в том, как ее можно эффективно обновить без вторичного загрязнения.

Нанесение традиционных материалов на наномасштабы приводит к наномодификаторам структуры, что приведет к появлению новых материалов с новыми и более совершенными свойствами; новые виды материалов с более высоким сопротивлением, более дешевые и более легкие, безусловно, самый передовой материал для двадцать первого века. В целях развития потенциального применения наноцеллюлозы в технике и обеспечения того, чтобы наноцеллюлоза широко использовалась для замены некоторых невозобновляемых дорогостоящих материалов, следует продолжить дальнейшие исследования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Kongliang Xie, Lixia Jing, Weiguo Zhao, Yanli Zhang. Adsorption Removal of Cu<sup>2+</sup> and Ni<sup>2+</sup> from Waste Water Using Nano-Cellulose Hybrids Containing Reactive Polyhedral Oligomeric Silsesquioxanes, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 122, 2864–2871 (2011)
2. LU Min, GUAN Xiaohui, WEI Dezhou, LI Yanjing. Adsorption Property and Mechanism of Ammonium Sulfamate Bacterial Cellulose to Pb<sup>2+</sup>, *Journal of Northeastern University*, Vol 32, No. 7
3. Chen, Shiyang, Shen, Wei, Yu, Feng, Wang, Huaping, Kinetic and thermodynamic studies of adsorption of Cu<sup>2+</sup> and Pb<sup>2+</sup> onto amidoximated bacterial cellulose, *Springer Berlin / Heidelberg*, Volume: 63, Issue: 2, 29 April 2009, Pages 283–297.
4. Environmental science and engineering applications of nanocellulose-based nanocomposites Haoran Wei, Katia Rodriguez, Scott Renneckard and Peter J. Vikesland
5. Nanocellulose Applications in Environmental Protection Jin Shufang, Chen Ying and Liu Min College of Architecture & Environment, Sichuan University, Chengdu 610065, China College of Architecture & Environment, Sichuan University, Chengdu 610065, China

© Трухин Глеб Олегович ( Glebrukhin1402@gmail.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# СТРУКТУРНАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ПРОИЗВОДСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ РЭС

## STRUCTURAL FORMALIZATION OF DESIGN PROCESSES, MANUFACTURING AND OPERATION OF RES

**A. Andryukhin**

*Summary.* The article discusses current issues related to the structural formalization of the processes of design, production and operation of RES. A more detailed composition of the indicated processes is considered on the example of a second-order bandpass filter based on an operational amplifier with an inverting input. Also in the process of the study, the model of the RES life cycle system was formalized. Special attention is paid to the need to use CADs.

*Keywords:* design, RES, methodology, operation, stage, life cycle, system.

**Андрюхин Александр Гаврилович**  
К.т.н., доцент, МИРЭА — Российский  
технологический университет  
pr1110@list.ru

*Аннотация.* В статье рассматриваются актуальные вопросы, связанные со структурной формализацией процессов проектирования, производства и эксплуатации РЭС. Более детальный состав обозначенных процессов рассмотрен на примере полосового фильтра второго порядка, построенного на базе операционного усилителя с инвертирующим входом. Также в процессе исследования формализована модель системы жизненного цикла РЭС. Отдельное внимание уделено необходимости использования систем автоматизированного проектирования.

*Ключевые слова:* проектирование, РЭС, методика, эксплуатация, этап, жизненный цикл, система.

Современные радиотехнические комплексы и системы становятся все более сложными и многофункциональными, вследствие повышения количества и качества требований, которые предъявляются к ним, с целью наилучшего удовлетворения запросов общества [1]. Их сложность обусловлена тем, что они комплектуются из множества устройств, узлов и модулей, которые могут действовать по разным физическим принципам, использовать разную элементную базу и различные режимы работы, но при этом они должны быть четко взаимосвязаны между собой.

В данном контексте обеспечение высокого качества и надежности функционирования технических объектов является одной из важнейших научно-технических проблем. В современных условиях стратегической линией решения указанной проблемы является дальнейшее развитие научных основ комплексного повышения технико-экономической эффективности создания новой техники, внедрение перспективных технологий автоматизированного управления процессами проектирования и производства РЭС с максимальным использованием их потенциальных возможностей и рациональным применением всех видов ресурсов.

В связи с этим актуализируется потребность в разработке методологии и пригодных для практики методов оценки, моделирования и комплексной оптимизации технологических процессов проектирования, производства и эксплуатации РЭС с целью обеспечения их эф-

фективности, что в целом предопределяет выбор темы данной статьи.

Решению современных вопросов создания и производства РЭС посвящены труды зарубежных и отечественных ученых, таких как: J. Fjelstad, P. Macleod, A. Медведев и др. Значительный вклад в развитие теории обеспечения качественных показателей и надежности радиоэлектронной техники внесли К. Netting, В. Борщев, А. Грушевский.

Однако, несмотря на большое количество исследований, посвященных развитию методов конструирования РЭС, неразрешенным остается противоречие между необходимостью дальнейшего повышения качества существующих и перспективных вариантов их реализации при условии уменьшения размеров и повышении плотности монтажа, также требуют дальнейшей проработки вопросы эффективного использования современных систем автоматизированного проектирования РЭС.

Известно, что в целом процесс разработки (создания) оборудования включает два отдельных этапа: проектирование и производство [2]. Именно этап проектирования требует значительных усилий со стороны инженеров-проектировщиков и затрачивается много времени на поиск оптимальных решений для повышения качества будущего объекта.

Что касается РЭС, то обычно выделяют такие этапы проектирования: системотехнический; функциональ-

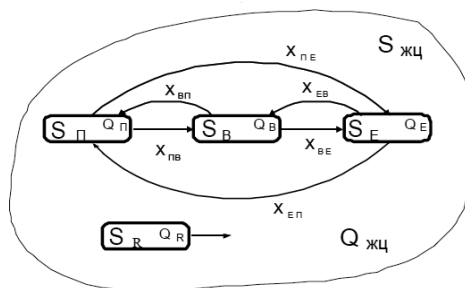


Рис. 1. Модель системы жизненного цикла РЭС  $S_{жц} = \{S_{П}, S_{В}, S_{Э}, S_{Р}\}, Q_{П}, Q_{В}, Q_{Э}, Q_{Р}$  — показатели качества функционирования подсистем

ный (схмотехнический); технический (конструкторский); технологический.

Вместе с тем, следует отметить, что процессы создания и эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры характеризуются значительной сложностью их реализации, моделирования и оптимизации. Это объясняется тем, что эти процессы объединяют большое количество различных стадий, каждая из которых, в свою очередь, состоит из множества проектных, технологических и контрольных процедур, выполняемых последовательно или параллельно и отличающихся структурой и целевой функцией [3]. Они характеризуются разной продолжительностью, могут выполняться на одном или на разных предприятиях, поэтому их рассматривают как сложные иерархические многоуровневые системы обеспечения качества РЭС —  $S_{жц}$ .

Такие системы традиционно состоят из подсистем проектирования —  $S_{П}$ , изготовления —  $S_{В}$ , эксплуатации —  $S_{Э}$  и обеспечения ресурсами —  $S_{Р}$ , которые связаны между собой прямыми и обратными связями и характеризуются соответствующими показателями качества. На рис. 1 представлена модель жизненного цикла РЭС, в рамках указанных подсистем.

С целью подробной структурной формализации процессов проектирования, производства и эксплуатации РЭС рассмотрим конкретный пример. Используем схему активного полосового фильтра второго порядка, построенного на базе операционного усилителя с инвертирующим входом. Конечным результатом проектирования должны стать результаты моделирования с соответствующими характеристиками фильтра и проект его печатной платы.

Как было отмечено ранее, многоуровневая система проектирования РЭС включает определенные этапы, однако, в связи с высокими требованиями к качественным параметрам изделия и вследствие этого потребностью в применении на определенном этапе автоматизированных систем управления, возникает объективная необходимость добавления к указанным этапам нескольких

процедур, особенно на схмотехническом и конструкторском уровне, которые рассмотрим более подробно.

Итак, методика проектирования, производства и эксплуатации активного полосового фильтра второго порядка, построенного на базе операционного усилителя с инвертирующим входом, должна включать в себя следующие этапы.

- ◆ обоснование технических требований;
- ◆ разработка математической модели устройства;
- ◆ определение средств и порядка исследования устройства;
- ◆ выбор конкретных средств автоматизации для реализации проекта;
- ◆ выбор схемы проектируемого объекта и методики расчета параметров компонентов схемы;
- ◆ расчет параметров компонентов схемы по выбранной методике;
- ◆ настройка и моделирование схемы устройства;
- ◆ сравнительный анализ результатов моделирования;
- ◆ формирование списка соединений;
- ◆ создание радиокомпонентов в конструкторских системах;
- ◆ загрузка списка соединений в конструкторскую систему;
- ◆ оптимальное размещение компонентов;
- ◆ трассировки печатной платы.

Итак, функционирование подсистем проектирования, производства и эксплуатации РЭС можно рассматривать как результат синтеза подсистем низшего уровня, каждая из которых описывается множествами параметров, то есть множествами многомерных векторов. Суть этих векторов основан стохастическая. Часть из них характеризует параметры изделий, которые формируются на каждой стадии их жизненного цикла. Другие отражают потоки информации, которые используют для обеспечения обратной связи между отдельными стадиями процесса создания новой аппаратуры и ее использования по назначению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Невлюдова В. В. Анализ особенностей проектирования модулей радиотехнических систем на основе гибких коммутационных структур // Технология приборостроения. — 2015. — № 1. — С. 69–72.
2. Абрамов А. Автоматизированное проектирование радиоэлектронной аппаратуры URL: <https://www.aremex.ru/society/blog/>
3. Мыслик И. Ю. Данько Е. Ю. Основные этапы проектирования радиоэлектронных средств // 54-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 2018. — с. 86–87.

© Андрюхин Александр Гавриилович (pr1110@list.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



МИРЭА

# СВЯЗЬ МЕЖДУ НАУКОЙ ОБ УПРАВЛЕНИИ, ФОНОВЫМ ПРИНЦИПОМ И ФРАКТАЛЬНОСТЬЮ МИРА

## THE RELATIONSHIP BETWEEN MANAGEMENT SCIENCE, THE BACKGROUND PRINCIPLE AND THE FRACTALITY OF THE WORLD

*A. Anuashvili*

*Summary.* This article explores the relationship between management science, background principle and the fractality of the world. It is shown that for the implementation of the background principle, i.e. to receive a signal about an object from its background, the control process ensures consistency (coherence) of regular processes in the background and the observation system, and fractality allows finding the similarity of the desired object in a coherent background.

*Keywords:* management science, background principle, world fractality, coherence, similarity property, consistency, lawful processes.

**Ануашвили Автандил Николаевич**

*Д.т.н., г.н.с., Институт проблем управления РАН  
5178807@mail.ru*

*Аннотация.* В данной статье исследуются связи между наукой об управлении, фоновым принципом и фрактальностью мира. Показано, что для осуществления фонового принципа, т.е. для получения сигнала об объекте из его фона, процесс управления обеспечивает согласованность (когерентность) закономерных процессов в фоне и системе наблюдения, а фрактальность позволяет находить подобие искомого объекта в когерентном фоне.

*Ключевые слова:* наука об управлении, фоновый принцип, фрактальность мира, когерентность, свойство подобия, согласованность, закономерные процессы.

**У**правление, в самом общем виде, заключается в уменьшении рассогласованности между эталоном и текущим состоянием объекта управления.

Уменьшение рассогласованности то же самое что достижение согласованности. Поэтому, управление можно сформулировать как достижение согласованности между эталоном и текущим состоянием объекта. Управление является процессом и, поэтому, согласованность достигается во времени на основе обратной связи. А, согласованность во времени периодических процессов есть когерентность.

Наука об управлении имеет всеобъемлющий характер, т.к. процесс управления происходит в природе всегда и везде. Согласованное протекание периодических процессов является необходимым условием для поддержания целостности мира. Без этого процесса все бы разрушилось. Например, движение планет имеет закономерный (периодический) характер и согласовано во времени. В организме человека происходит управление физиологическими процессами. Например, регулируется температура — уменьшается рассогласованность между текущим значением температуры тела и эталоном (36,6 градусов).

**Фоновый принцип** получения сигналов заключается в следующем:

Сигнал об искомом объекте может быть получен из фона этого объекта при условии согласованности (когерентности) закономерных процессов в фоне и системе наблюдения.

Информационный сигнал об объекте проявляется в фоне в виде нарушения его когерентности, вызванного возмущением, вносимым объектом. При этом в фоне проявляется не сам объект, а его подобие.

Фоновый принцип эффективен для получения сигналов о малозаметном объекте, когда непосредственный доступ к объекту затруднен.

Между управлением и фоновым принципом существует связь: процесс управления необходим для осуществления фонового принципа в виде достижения согласованности закономерных процессов (когерентности) между системой наблюдения и фоном. В качестве эталона выступает закономерный (периодический, колебательный) процесс в системе наблюдения, а в качестве промежуточного объекта управления — фон. Управление же самым малозаметным объектом может быть осуществлено через фон, путем направления управляющего воздействия на фон. С одной стороны, процесс управления способствует реализацию фонового принципа, а с другой стороны, фоновый принцип может быть рассмотрен, как один из способов управления.

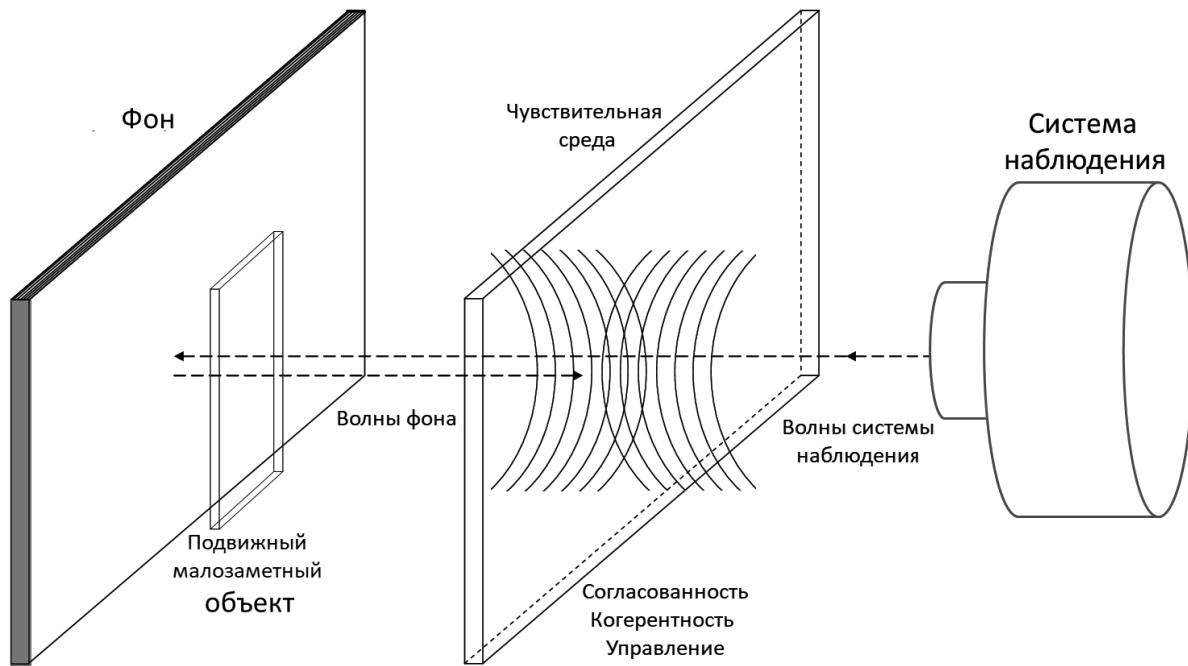


Рис. 1. фоновый принцип получения сигналов об объекте в условиях согласованности (когерентности) закономерных процессов (волн) фона и системы наблюдения.

Фоновый принцип может быть применен в различных областях: технике, физике, биологии, психологии, экономике, социологии. На самом деле фоновый принцип применяют на практике, но так не называют. Приведем примеры.

Для самолета «невидимки» фоном может быть ионосфера. Для получения сигнала об этом малозаметном объекте, электромагнитные колебания, рассеянные фоном, нужно воспринять когерентно в системе наблюдения. Появление объекта на фоне приведет к нарушению когерентности, что и является сигналом.

Для мозга человека фоном может быть его лицо. Фазовый портрет мозга и фазовый портрет лица связаны между собой закономерно — изменение фазового портрета мозга приводит к вполне определенному изменению фазового портрета лица. Фазовый портрет мозга формируется на основе разности фаз электромагнитных колебаний в левом и правом полушариях. Фаза в данном случае представлена в виде времени. Разность фаз этих колебательных процессов должна быть постоянной величиной для достижения когерентности. Фазовый портрет лица формируется геометрически на основе разности углов наклона черт лица на левой и правой сторонах лица. Фаза в данном случае представлена в виде угла поворота. Такое подобие (фрактальность) фазовых портретов мозга и лица позволяет судить о состоянии малозаметного объекта (мозга) путем анализа его фона (лица).

Управление малозаметным объектом (когерентностью полушарий мозга) может быть осуществлено путем направления управляющего воздействия (зрительных и слуховых образов) на фон (лицо, глаза). Результатом может быть изменение фазового портрета мозга, что, на основе обратной связи, отражается на лице (фоне) в виде изменения его фазового портрета, и процесс повторяется.

**Фрактальность** есть свойство самоподобия сложных систем, построенных по довольно простым правилам. Фрактальное подобие — это повторяемость особого качества, это подобие, проходящее сквозь масштабы, — трансмасштабное подобие. Другими словами, фрактальность подразумевает согласованность (подобие) между разными системами в широком масштабе. Поэтому с фрактальностью мира связаны как фоновый принцип, так и управление. При осуществлении фонового принципа мы судим об объекте, наблюдая за фоном, т.к. существует согласованность (фрактальность, подобие) между закономерными процессами в фоне и объекте, что достигается процессом управления. На рис. 1 приведены примеры проявления фрактальности в природе.

Свойство самоподобия (подобия) систем проявляется в природе в широком масштабе. Например, есть подобие между строением атома и солнечной системы. В качестве примера можно рассмотреть самоподобие строения брокколи, который состоит из себе подобных



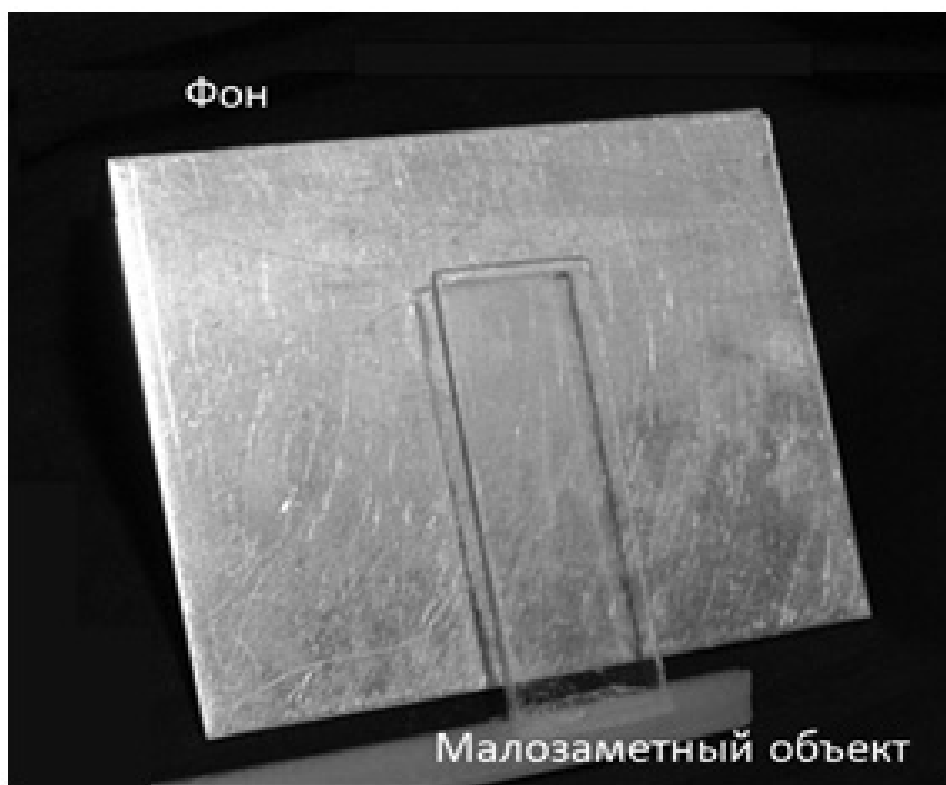


Рис. 2. Малозаметный подвижный объект и фон

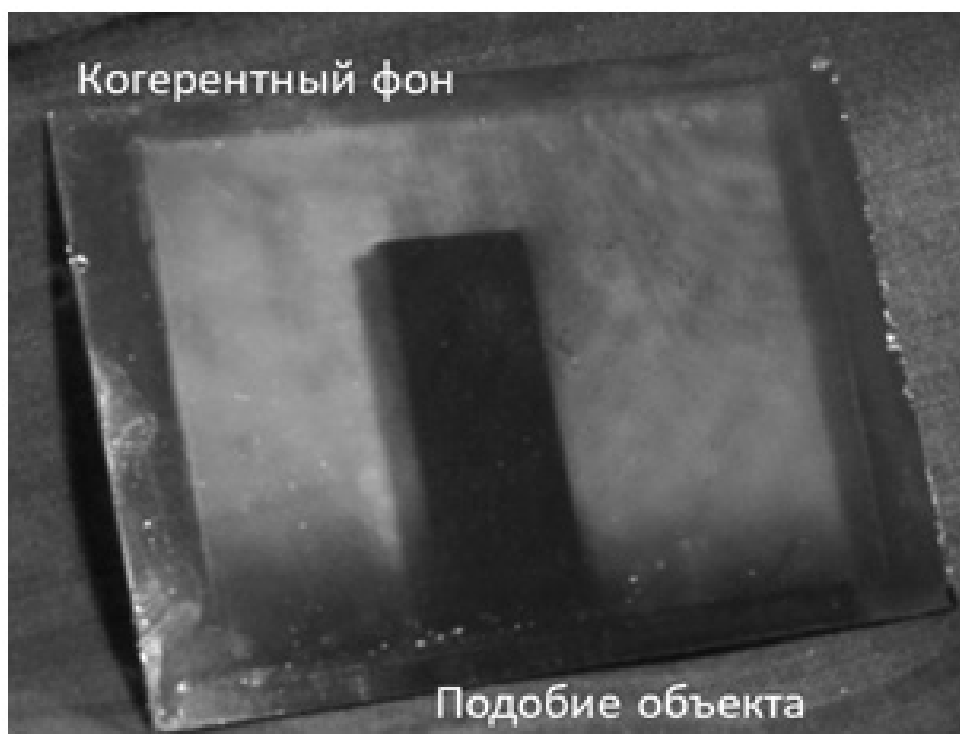
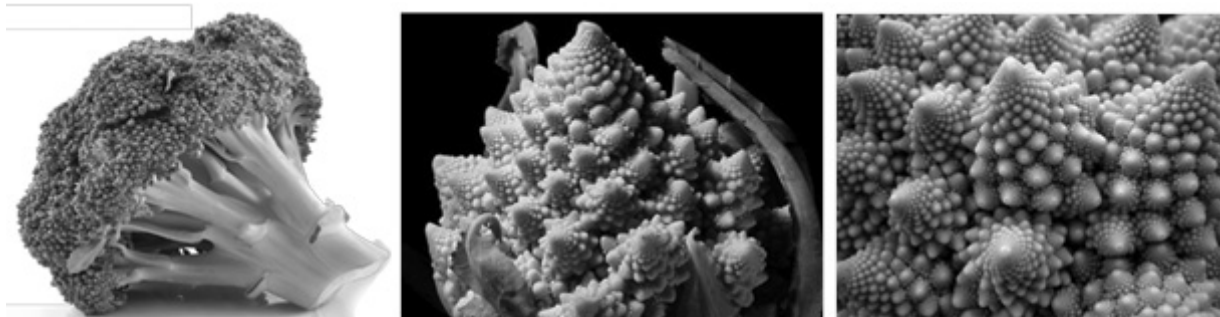
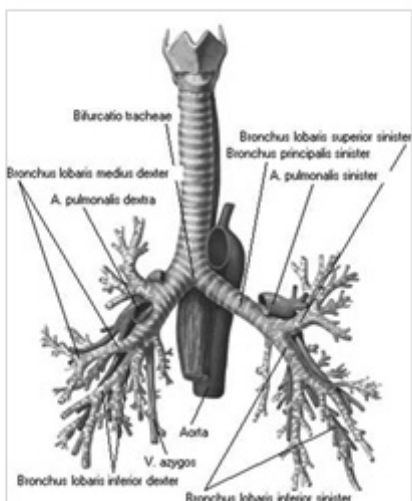


Рис. 3. Подобие малозаметного подвижного объекта в когерентном фоне

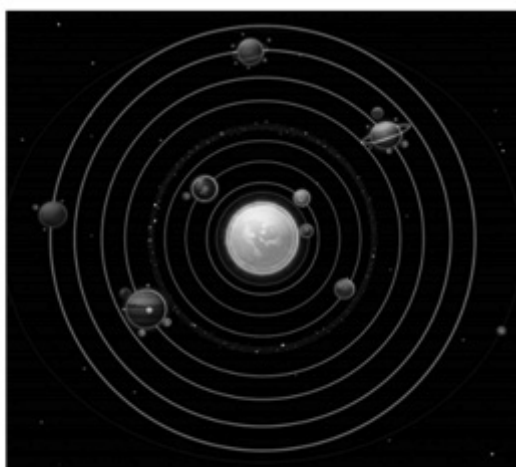


Брокколи

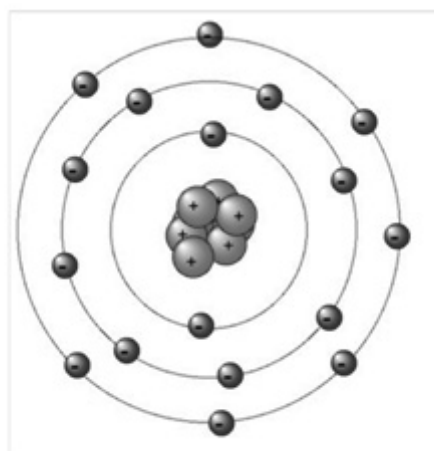
Свойство подобия  
и самоподобия



Бронхи



Солнечная система



Атом хлора

Рис. 4. Примеры проявления фрактальности в природе.

элементов разного масштаба, а также — подобие строения кровеносной системы и структуры молнии, бронхов и дерева и др. Можно исследовать один объект и судить о других малодоступных и многократно отличавшихся масштабом объектах на основе свойства подобия. В таком случае один объект, который более доступен, может выступить в качестве фона для другого, менее доступного объекта.

Внизу на рисунках приводится пример получения сигналов о малозаметном подвижном объекте из его когерентного фона.

Для достижения когерентности, т.е. согласованности закономерных (колебательных, волновых) процессов фона и системы наблюдения требуется процесс управления, а для получения сигнала об объекте требуется поиск подобия объекта (фрактальности) в когерентном фоне.

На рисунке 1 приводится схема, поясняющая фоновый принцип получения сигналов об объекте в условиях согласованности (когерентности) закономерных процессов (волн) фона и системы наблюдения. На рисунке 2 приводится фотография фона и малозаметного подвижного объекта, а на рисунке 3 приводится фотография когерентного фона и подобия объекта в этом фоне.

На рис. 4 приводятся примеры проявления фрактальности в природе.

## ВЫВОДЫ

1. Согласно фоновому принципу, сигнал об искомом объекте может быть получен из фона этого объекта при условии согласованности (когерентности) закономерных процессов в фоне и системе наблюдения. В когерентном фоне проявляется подобие объекта.
2. Процесс управления обеспечивает согласованность (когерентность) закономерных процессов в фоне и системе наблюдения.
3. Фрактальное подобие — это повторяемость особого качества, проходящее сквозь масштабы. Фрактальность позволит обнаружить подобие искомого объекта в когерентном фоне.

Таким образом, связь между наукой об управлении, фоновым принципом и фрактальностью мира проявляется в том, что для получения сигнала об объекте из его фона, процесс управления обеспечивает согласованность (когерентность) закономерных процессов в фоне и системе наблюдения, а фрактальность позволяет находить подобие искомого объекта в когерентном фоне.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Прангишвили И.В., Ануашвили А. Н., Маклаков В. В. Закономерность проявления подвижности объекта. Описание научного открытия к диплому № 55, 1997.
2. Бутковский А.Г. К методологии и философии кибернетики. Краткие тезисы. — М., ИПУ РАН, 2010. — 80с.
3. Anuashvili A. N. New Principle of Moving Object Image Reception. CIS Selected papers: Coherent Measuring and Data Processing Methods and Devices. Volume 1978, pp.147–155. Published by SPIE — The International Society for Optical Engineering, Bellingham, Washington, USA, 1993.
4. Anuashvili A. N. Method of detecting a moving target using background radiation. Patent USA № US6,707,488 B1. Patent gazette, Mar. 16, 2004
5. Ануашвили А. Н. Математическое описание обнаружения малозаметных сигналов на основе фонового принципа. Журнал: «Глобальный научный потенциал», раздел: Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь, 2014 г., № 10, с. 70–72
6. Ануашвили А. Н. Математическое описание процессов когерентного приема излучения, отраженного от неподвижного фона для обнаружения малозаметных подвижных объектов. Журнал: Инновации и инвестиции, № 6, 2013, с. 142–145
7. Ануашвили А. Н. «Исследование интенсивности голографического изображения подвижного объекта и фона при отсутствии между ними контраста», журнал «Инновации и инвестиции», № 3, 2015, с. 76–77

© Ануашвили Автандил Николаевич ( 5178807@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ АРХИТЕКТУРЫ КВАНТОВЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

### FEATURES OF CONSTRUCTION OF ARCHITECTURE OF QUANTUM COMPUTERS

**A. Bondarev**

*Summary.* The features of work and construction of quantum computers are investigated in detail. The General architecture of quantum computers is given. The principles of operation are considered in a comparative analogy with the device of a standard computer. The topic of relevance of quantum computer development is touched upon.

*Keyword:* A quantum computer, qubit, quantum register, the generator of impact on the qubits of the quantum computation.

**Бондарев Андрей Владимирович**

*К.т.н., доцент, Кумертауский филиал ФГБОУ ВО  
«Оренбургский государственный университет»  
bondarevav@kfosu.edu.ru*

*Аннотация.* Подробно исследованы особенности работы и построения квантовых компьютеров. Приведена общая архитектура квантовых компьютеров. Принципы работы рассмотрены в сравнительной аналогии с устройством стандартного компьютера. Затронута тематика актуальности разработки квантовых компьютеров.

*Ключевые слова:* Квантовый компьютер, кубит, квантовый регистр, генератор воздействия на кубиты, квантовые вычисления.

**Н**а сегодняшний день квантовые компьютеры обещают настоящую революцию, причем не только в вычислениях, но и в реальной жизни. Медиа пестрят заголовками про то, как квантовые компьютеры уничтожат современную криптографию, а мощность искусственного интеллекта, благодаря им возрастет на порядки.

За последние 10 лет квантовые компьютеры прошли путь от чистой теории до первых работающих образцов. Правда, до обещанной революции предстоит пройти еще немалый путь, да и ее влияние в итоге может оказаться не таким всеобъемлющим, как представляется сейчас.

Квантовый компьютер — устройство, которое использует явления квантовой суперпозиции и квантовой запутанности. Основным элементом в таких вычислениях является кубит, или квантовый бит. За всеми этими словам кроется довольно сложная математика и физика, но если их максимально упростить, то получится примерно следующее.

В обычных компьютерах информации соответствует понятие бита. Бит — единица измерения информации в двоичной системе. Он может принимать значение 0 и 1, что очень удобно не только для математических операций, но и для логических, так как нулю можно сопоставить значение «ложно», а единице — «истинно».

Современные процессоры построены на базе транзисторов, полупроводниковых элементов, которые мо-

гут пропускать, либо не пропускать электрический ток. Иначе говоря, выдавать два значения 0 и 1. Точно также во флеш-памяти транзистор с плавающим затвором может хранить заряд. Если он есть, то это состояние соответствует единице, если его нет — нулю. Аналогичным образом работает и магнитная цифровая запись, только носителем информации там является магнитная частица, либо имеющая, либо не имеющая заряд.

При вычислениях считывается из памяти значение бита (0 или 1) и затем пропускается ток через транзистор; в зависимости от того, пропускает он ток или нет, получается на выходе новый бит, возможно, имеющий другое значение.

Рассмотрим вопрос о том, что такое кубиты для квантовых компьютеров. В квантовом компьютере основным элементом является кубит — квантовый бит. В отличие от обычного бита он находится в состоянии квантовой суперпозиции, то есть имеет значение и 0, и 1, и любые их сочетания в любой момент времени. Если в системе находится несколько кубитов, то изменение одного также влечет за собой изменение всех остальных кубитов.

Это позволяет одновременно просчитывать все возможные варианты. Обычный процессор с его бинарными вычислениями, фактически просчитывает варианты последовательно. Сначала один сценарий, потом другой, потом третий и т.д. Чтобы ускорить процессы обработки данных, начали применять многопоточность, запуская вычисления параллельно, предвыборку, чтобы предугадывать возможные варианты ветвления и про-



Рис. 1. Архитектура квантового компьютера

считывать их заранее. В квантовом компьютере это все делается параллельно.

Отличается и принцип вычислений. В каком-то смысле квантовый компьютер уже содержит все возможные варианты решения задачи. Необходимо считать состояние кубитов и выбрать из них правильный вариант. В этом и заключается принцип работы квантового компьютера.

Добиться квантового состояния можно только у частиц. Кубит не построишь из нескольких атомов, как транзистор. Пока эта проблема до конца не решена. Есть несколько вариантов. Используются зарядовые состояния атомов, например, присутствие или отсутствие электрона в обычной точке, сверхпроводящие элементы, фотоны и т.д.

В общем виде архитектура любого квантового компьютера может быть представлена в виде, который приведен на рисунке 1.

Основная часть квантового компьютера — квантовый регистр — представлена совокупностью определенного числа  $L$  кубитов. Непосредственно перед вводом информации в квантовый компьютер кубиты регистра должны находиться в основном базисном состоянии. Данная операция — подготовка начального состояния — называется инициализацией. После этого кубиты подвергаются определенному воздействию, к примеру, по средствам импульсов электромагнитного поля, которое может управляться классическим компьютером.

Вышеописанное воздействие переводит базисные состояния кубитов в не основное состояния. При чем состояние всего регистра переходит в суперпозицию всех базисных состояний.

При вводе данных в квантовый компьютер состояние входных регистров по средствам соответствующих импульсных воздействий переходит в определенную когерентную суперпозицию базисных состояний. Далее на информацию в таком состоянии воздействует квантовый процессор, выполняющий заданную последовательность квантовых логических операций. Данная последовательность операций определяется унитарным преобразованием, которое действует на состояние регистра. В результате вышеописанных преобразований исходные квантовые состояния преобразуются в новую суперпозицию, которая определяет результат преобразований данных на выходе квантового компьютера.

Все возможные операции на входе квантового компьютера, формирующие исходные состояния, а также осуществляющие локальные преобразования, которые соответствуют алгоритму вычислений, а так же все варианты подавления потери когерентности, являются аналогом стандартного программного обеспечения в классическом варианте компьютера.

При выборе конкретной схемы квантового компьютера требуется разрешить три основных вопроса:

- ◆ во-первых, произвести выбор физической системы, которая представляет необходимую систему кубитов;
- ◆ во-вторых, определиться с применяемым физическим механизмом, который описывает взаимодействие между кубитами, необходимое для производства двухкубитовых операций;
- ◆ в-третьих, произвести выбор способа селективного управления кубитами и оценки их состояния на выходе.

Все вышеописанное является аналогом аппаратному обеспечению в классическом компьютере.

Столь сложное устройство накладывает ограничения и на измерения состояния кубитов. Энергии крайне малы, необходимы усилители, чтобы прочитать данные и так далее. Но усилители могут оказывать воздействия на квантовую систему и менять ее состояния, впрочем, не только они, но даже сам факт наблюдения может иметь значение.

Квантовые вычисления предполагают последовательность операций, которые совершаются с одним или несколькими кубитами. Те в свою очередь ведут за собой изменения всей системы. Задача выбрать из ее состояний правильное, дающее результат вычислений. При этом может быть сколь угодно много состояний, максимальное приближенных к таковому. Соответственно, точность таких вычислений почти всего будет отличаться от единицы.

Таким образом, для полноценного квантового компьютера нужны значительные достижения в физике. Кроме того, программирование для квантового компьютера будет отличаться от существующего сейчас. Наконец, квантовые компьютеры не смогут решить задачи, которые не под силу обычным, но в состоянии ускорить решения тех, с которыми они справляются.

Постепенно проблемы на пути к квантовому компьютеру снимаются. Первые кубиты были построены еще в начале века. Процесс ускорился в начале десятилетия. Сегодня разработчики уже в состоянии произвести процессоры с десятками кубитов.

Последним по времени прорывом стало создание процессора Bristlecone в недрах Google. В марте 2018 года компания заявила, что смогла построить 72-кубитный процессор. На каких физических принципах построен Bristlecone Google не сообщает. Однако считается, что для достижения «квантового превосходства», когда квантовый компьютер начинает превосходить обычный, достаточно 49 кубитов. Google удалось выполнить это условие, но уровень ошибок в 0,6% пока выше требуемого в 0,5%.

Осенью 2018 года IBM объявила о создании прототипа 50-кубитового квантового процессора. Он проходит тестирование. Но в 2018 году IBM открыла свой 20-кубитовый процессор для облачных вычислений. В марте 2018 года была запущена меньшая версия IBM Q. Ставить эксперименты на таком компьютере могут все желающие. По их результатам уже вышло 35 научных работ.

Еще в начале десятилетия на рынке появилась шведская компания D-Wave, которая позиционировала свои компьютеры как квантовые. Она породила множество споров, так как объявляла о создании 1000-кубитных ма-

шин, в то время как признанные лидеры «ковырялись» всего лишь с парой кубитов. Компьютеры шведских разработчиков продавались по цене в \$10–15 миллионов, так что проверить их было не так просто.

Компьютеры D-Wave не являются квантовыми в прямом смысле этого слова, но используют некоторые квантовые эффекты, которые можно применять для решения некоторых задач оптимизации. Иначе говоря, не все алгоритмы, которые могут быть выполнены на квантовом компьютере, получают на D-Wave квантовое ускорение. Google приобрела одну из систем шведов. В результате ее исследователи признали компьютеры «ограниченно квантовыми». При этом выяснилось, что кубиты сгруппированы кластерами по восемь, то есть их реальное число заметно меньше, чем декларируемое.

Традиционно сильная школа физики в России позволяет внести существенный вклад в решение физических проблем для создания квантового компьютера. В январе 2018 года россияне создали усилитель сигнала для квантового компьютера. Учитывая, что своей работой усилитель сам по себе способен влиять на состояние кубитов, уровень генерируемого им шума должен мало отличаться от «вакуумного». Это и удалось российским ученым из лаборатории «Сверхпроводящие метаматериалы» НИТУ «МИСиС» и двух институтов РАН. Для создания усилителя использовались сверхпроводники.

В России также создан квантовый центр. Это негосударственная исследовательская организация, занимающаяся исследованиями в области квантовой физики. В том числе она занимается проблемой создания кубитов. За центром стоит бизнесмен Сергей Белоусов и профессор Гарвардского университета Михаил Лукин. Под его руководством в Гарварде уже был создан 51-кубитовый процессор, который некоторое время до анонса Bristlecon был самым мощнейшим квантовым компьютером устройством в мире.

#### Подведем итоги

Квантовые компьютеры пока все еще остаются экспериментальными. Маловероятно, что полноценный квантовый компьютер, обеспечивающий действительно высокую вычислительную мощность, появится раньше следующего десятилетия. Производство кубитов и построение из них стабильных системы все еще далеко от совершенства.

Судя по тому, что на физическом уровне квантовые компьютеры имеют несколько решений, которые отличаются технологиями и, вероятно, стоимостью, они не будут унифицированы как минимум ближайшее десятилетие.

Кроме того, уже сейчас понятно, что квантовые компьютеры и в течение следующего десятилетия, скорее всего, будут «штучными» и очень дорогими устройствами.

Вероятно, что квантовые компьютеры будут предлагаться в «облачной» модели, когда их ресурсы смогут задействовать заинтересованные исследователи и организации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валиев К. А. Квантовые компьютеры и квантовые вычисления // УФН. — 2012. — 344 с.
2. Валиев К. А., Кокин А. А. Квантовые компьютеры: надежды и реальность. — М.-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2013. — 320 с.
3. Доронин С. И. Квантовый компьютер, перспективы практической реализации. — М., 2014. — 267 с.
4. Килин С. Я. Квантовая информация // УФН. — 2010. — 299 с.
5. Китаев А., Шень А., Вьялый М. Классические и квантовые вычисления. — М.: МЦНМО, 2011. — 192 с.
6. Нильсен М., Чанг И. Квантовые вычисления и квантовая информация. — М.: Мир, 2012. — 824 с.

© Бондарев Андрей Владимирович (bondarevav@kfosu.edu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Оренбург

# СОЗДАНИЕ КЛАСТЕРНОГО СЕРВЕРА И ЕГО НАГРУЗОЧНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

## CREATING A CLUSTERED SERVER AND LOAD TESTING

**R. Bondarenko  
A. Romanenkov**

*Summary.* Modern information services process a large number of requests from users. Their fast processing and stability are the two most important criteria that every modern, in-demand service should have. One of the best solutions for creating a stable server with high computing power is a cluster. A cluster is a system consisting of several computers connected to each other by a network, representing, from the user's point of view, a single hardware resource. To assess whether the computing power of the server is sufficient for the expected load, it is necessary to carry out load testing, through which to take care of the quality of the service provided.

*Keywords:* Web server, cluster, cluster server, load testing, information service.

**Бондаренко Роман Николаевич**

Национальный Исследовательский Университет  
Московский авиационный институт  
rnikbond@gmail.com

**Романенков Александр Михайлович**

К.т.н., доцент, Национальный Исследовательский  
Университет  
Московский авиационный институт; с.н.с.,  
ФГУ «Федеральный исследовательский центр  
«Информатика и управление» Российской академии  
наук»  
romanaleks@gmail.com

*Аннотация.* Современные информационные сервисы обрабатывают большое количество запросов, поступающих от пользователей. Их быстрая обработка и стабильность работы — два самых главных критерия, которым должен обладать каждый современный, пользующийся спросом, сервис. Одним из наилучших решений для создания стабильного сервера с высокой вычислительной мощностью — кластер. Кластер — это система, состоящая из нескольких, связанных между собой сетью компьютеров, представляющая, с точки зрения пользователя, единый аппаратный ресурс. Для оценки, достаточно ли вычислительной мощности сервера для предполагаемой нагрузки, необходимо проводить нагрузочное тестирование, благодаря которому заранее позаботиться о качестве предоставляемого сервиса.

*Ключевые слова:* Веб-сервер, кластер, кластерный сервер, нагрузочное тестирование, информационный сервис.

## Введение

**Д**оступ к большинству современных сервисов осуществляется посредством глобальной сети интернет. Для возможности функционирования любого сервиса необходим сервер, которым является компьютер с установленными необходимыми инструментами. *Стабильность и быстродействие* являются одними из важнейших критериев любого современного сервиса [1]. Одним из наилучших решений, который гарантирует выполнение обоих критериев при его правильной организации, является *кластер*. *Кластер* — это система, состоящая из нескольких, связанных между собой сетью компьютеров, представляющая с точки зрения пользователя единый аппаратный ресурс [2]. Поскольку кластер является гибким к расширению, необходимо оценить его вероятную нагрузку, которая выражается в виде количества поступающих запросов от пользователей в единицу времени. Используя *нагрузочное тестирование*, можно прове-

рить, какое количество клиентов способен обработать сервер.

## Архитектура кластера

Реализация сервера как кластера является наиболее удачным решением, поскольку этот способ позволяет решить следующие проблемы:

1. Сохранение работоспособности сервера после выхода из строя одного или нескольких составных компонентов.
2. Гибкое увеличение вычислительной мощности сервера.

Для дальнейшего понимания, на рисунке 1 представлена схематичная структура сервера в кластерной реализации.

В данной схеме показаны 3 основные составляющие группы *кластера*:



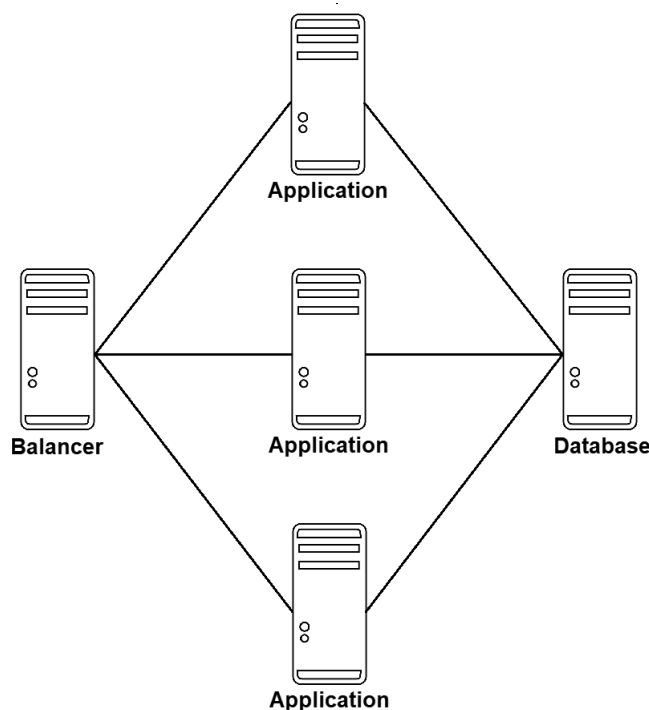


Рис. 1. Архитектура кластера

1. *Balancer* — сервер для распределения нагрузки.
2. *Database* — группа серверов с базами данных для хранения информации.
3. *Application* — группа серверов, на которых установлены программные экземпляры сервиса, занимающихся обработкой запросов.

Все запросы поступают на сервер *Balancer* (*балансировщик*), который распределяет их между серверами группы *Application*, используя один из методов распределения нагрузки (*балансировки*). Сервера группы *Application* обрабатывают поступающие запросы и отправляют результат (ответ на запрос) обратно на *балансировщик*, который, в свою очередь, отправляет его клиенту, отправившему запрос.

### Методы распределения нагрузки

Распределение нагрузки между серверами — это один из ключевых моментов, который в значительной степени влияет на быстродействие сервиса на программном уровне. Нельзя выбрать один метод *балансировки*, который одинаково хорошо подходил бы для любого сервиса и для любых компьютеров (в аппаратном смысле). В веб-сервере *nginx* реализовано несколько методов распределения нагрузки, наиболее эффективные из которых рассмотрены ниже.

1. *Round-robin* — алгоритм данного метода реализован так, что он распределяет нагрузку равномерно

но между всеми доступными серверами. Его стоит использовать тогда, когда все сервера имеют одинаковую вычислительную мощность. В случае же, когда одни сервера обрабатывают запросы быстрее, а другие медленнее, можно настроить *веса* (*weight*) [3], которые по умолчанию равны единице. Но это уже ручная настройка, которая требует дополнительного анализа для выбора оптимальных параметров *весов*. В таком случае лучше подойдет один из методов *Least-connected* или *Least-time*, речь о которых пойдет ниже. Поскольку этот метод (*Round-robin*) используется по умолчанию, директива для его включения отсутствует.

2. *Least-connected* — данный метод передает запросы на наиболее свободный сервер (тот сервер, у которого наименьшее количество активных соединений). В случае, когда сервера одинаково загружены, сервер для обработки запроса выбирается циклически, при помощи вышеописанного метода *Round-robin*. Для использования данного метода следует включить директиву *least\_conn* в конфигурационный файл, пример которого представлен ниже:

```
upstream cluster {
    least_conn;
    server 10.0.2.6;
    server 10.0.2.7;
}
```

3. *Least-time* — метод балансировки, суть которого заключается в выборе для обработки запроса того сервера, у которого наименьшая средняя задержка и наименьшее количество активных соединений. В качестве наименьшей средней задержки используются параметры: *header* — наименьшее среднее время получения заголовка ответа от сервера, *last\_byte* — наименьшее среднее время получения полного ответа от сервера и *inflight* — время получения полного ответа от сервера с учетом незавершенных запросов[3]. Конфигурационный файл, в котором используется метод *Least-time*, представлен ниже:

```
upstream cluster {
    least_time last_byte;
    server 10.0.2.6;
    server 10.0.2.7;
}
```

### Реализация кластерного сервера

Представленная реализация производится на компьютерах с предустановленным дистрибутивом операционной системы *Linux*. Для сервера *Balancer* необходимо установить веб-сервер *nginx*, что можно сделать через терминал при помощи команды: `sudo apt-get install nginx`. После установки необходимо перейти в директорию `/etc/nginx` и произвести настройку конфигурационных файлов. В директории `/etc/nginx/conf.d` необходимо создать файл `upstream.conf` и заполнить его следующими конфигурационными данными:

```
upstream cluster {
    least_time last_byte; # Balancing method
    server 10.0.2.6; # Application 1
    server 10.0.2.7; # Application 2
    server 10.0.2.8; # Application 2
}
```

В этом файле указывается метод распределения нагрузки (*балансировки*) *Least-time*, наименьшая средняя задержка которого рассчитывается из среднего времени получения полного ответа от сервера. Далее происходит перечисление компьютеров — серверов группы *Application* с их статическими *IP адресами*. В случае необходимости можно добавить большее количество серверов.

Поскольку изначально запросы поступают именно на *балансировщик*, необходимо создать конфигурационный файл для получения данных от реализуемого сервера. В директории `/etc/nginx/sites-available` создадим файл `cluster.conf` и запишем в него следующие конфигурационные данные:

```
server {
    listen: 8000; # Port
    server_name: cluster;
    access_log: /var/log/nginx/cluster.access.log;
    error_log: /var/log/nginx/cluster.error.log;
    location / {
        proxy_read_timeout: 700;
        proxy_pass http://cluster;
    }
}
```

В строке `listen: 8000;` указан порт, который прослушивает веб-сервер *nginx*; `server_name: cluster;` — доменное имя, относящиеся к текущему виртуальному хосту. Далее указаны пути к файлам логирования, в которые *nginx* будет записывать как все текущие данные (*access*), так и данные об ошибках (*error*). В блоке `location / {...}` указана ссылка для доступа к сервису и время ожидания ответа на запрос. Теперь нужно активировать конфигурационный файл. В каталоге `/etc/nginx/sites-enabled` необходимо создать символическую ссылку при помощи следующей команды: `cd /etc/nginx/sites-enabled/ && sudo ln -s /etc/nginx/sites-available/cluster.conf`.

На этом шаге *балансировщик* настроен и сконфигурирован. Рассмотрим настройку одного из серверов, относящегося к группе *Application*. На всех остальных серверах этой группы настройка аналогичная, разница только в *IP адресе*. Также, как и на *балансировщике*, необходимо установить веб-сервер *nginx* и в директории `/etc/nginx/sites-available` создать конфигурационный файл `cluster` и заполнить его следующими данными конфигурации:

```
server {
    server_name cluster;
    access_log /var/log/nginx/cluster.access.log;
    error_log /var/log/nginx/cluster.error.log;
    root /var/www/cluster;
    location / {
        index index.php index.html;
    }
    location ~ \.php$ {
        try_files $uri = 404;
        include fastcgi_params;
        fastcgi_read_timeout 600;
        proxy_read_timeout 5;
        fastcgi_pass unix:/run/php/php7.0-fpm-cluster.sock;
        fastcgi_index index.php;
    }
}
```

Конфигурационный файл сервера группы *Application* похож на конфигурационный файл сервера *Balancer*, но нужно обратить внимание на следующие параметры: *root /var/www/cluster* — здесь указан путь к самому приложению или, иначе говоря, программному экземпляру сервиса; *proxy\_read\_timeout 5* — данным параметром производится настройка сброса обработки запроса для случая, если он обрабатывается слишком долго. Здесь установлен интервал для обработки не более 5 секунд.

Каждый следующий сервер группы *Application* настраивается аналогично. В директории */var/www/cluster* находится программный экземпляр предоставляемого сервиса. На каждом сервере-обработчике должна находиться копия сервиса.

Для ускорения процесса настройки можно создать образ настроенной операционной системы и далее устанавливать его на каждый новый компьютер. Реализованный кластер гарантирует стабильность работы. При выходе из строя любой составляющей группы *Application*, сервис все также будет доступен, но в связи с выходом из строя одного из узлов, снизится и производительность до восстановления вышедшего из строя сегмента кластера. Данные сервиса не будут утеряны, поскольку они хранятся в группе *Database*.

#### Пример нагрузочного тестирования

В качестве примера создадим сервис, который сортирует данные при помощи модифицированного алгоритма *быстрой сортировки*. Данный алгоритм хоть и был разработана более 40 лет назад, но все равно является наиболее широко применяемым и одним их самых эффективных алгоритмов. Основная идея — разбиение входных данных на два массива, используя опорный элемент. Но, поскольку данный метод сортировки существенно снижает производительность при малом количестве сортируемых элементов, использовалась модификация с применением алгоритма простых вставок. Реализация сортировки производилась по алгоритму, представленному в книге Д. Кнут «Искусство программирования» [7].

На компьютерах группы *Application* в директории */var/www* создадим папку *cluster* и в ней создадим файл *index.php*, исходный код которого в части алгоритма сортировки представлен ниже:

```
<?php
function QuickSort($input, $M) {
    if(count($input) > $SZ) {
        push($left, 0); push($right, $SZ - 1);
        while($left->$size > 0) {
            // Q1 — Q8
```

```
$l = pop($left); $r = pop($right);
    $i = $l; $j = $r;
    $pivot = $arrayStruct[($l + ($r - $l) / 2)].$number;
    if($pivot > 1) { // Q2
        do { // Q3
            while($arrayStruct[$i].$number < $pivot)
                {$i++;} // Q4
            while($arrayStruct[$j].$number > $pivot)
                {$j--;} // Q5
            if($i <= $j) { // Q6
                if ($arrayStruct[$i].$number >
                    $arrayStruct[$j].$number) {
                    $tmp = $arrayStruct[$i].$number;
                    $arrayStruct[$i].$number =
                    $arrayStruct[$j].$number;
                    $arrayStruct[$j].$number = $tmp;
                }
                $i++;
                if ($j > 0) {$j--;}
            }
        } while ($i <= $j);
        if ($i < $r) { // Q7
            push($left, $i); push($right, $r);
        }
        if ($j > $l) {
            push($left, $l); push($right, $j);
        }
    }
    if ($left->$size == 0 && $right->$size == 0)
        { // Q9
            for ($j = 1; $j < $SZ; $j++) { // S2
                $i = $j - 1; $k = $arrayStruct[$i].$number;
                $r = $arrayStruct[$j].$R;
                do { // S3
                    if ($k >= $arrayStruct[$i].$number)
                        {break; // S4}
                    else { $arrayStruct[$i + 1].$R =
                        $arrayStruct[$i].$R;
                        $i--; } } while ($i > 0); // S5
                $arrayStruct[$i + 1].$R =
                $arrayStruct[$i].$R;
            } } }
        } else { // S1
            for ($j = 1; $j < $SZ; $j++) { // S2
                $i = $j - 1; $k = $arrayStruct[$i].$number;
                $r = $arrayStruct[$j].$R;
                // S3
                do { if ($k >= $arrayStruct[$i].$number) { // S4
                    break; } else { $arrayStruct[$i + 1].$R =
                    $arrayStruct[$i].$R;
                    $i--; } } while ($i > 0); // S5
                $arrayStruct[$i + 1].$R =
                $arrayStruct[$i].$R; } } } } }?>
```

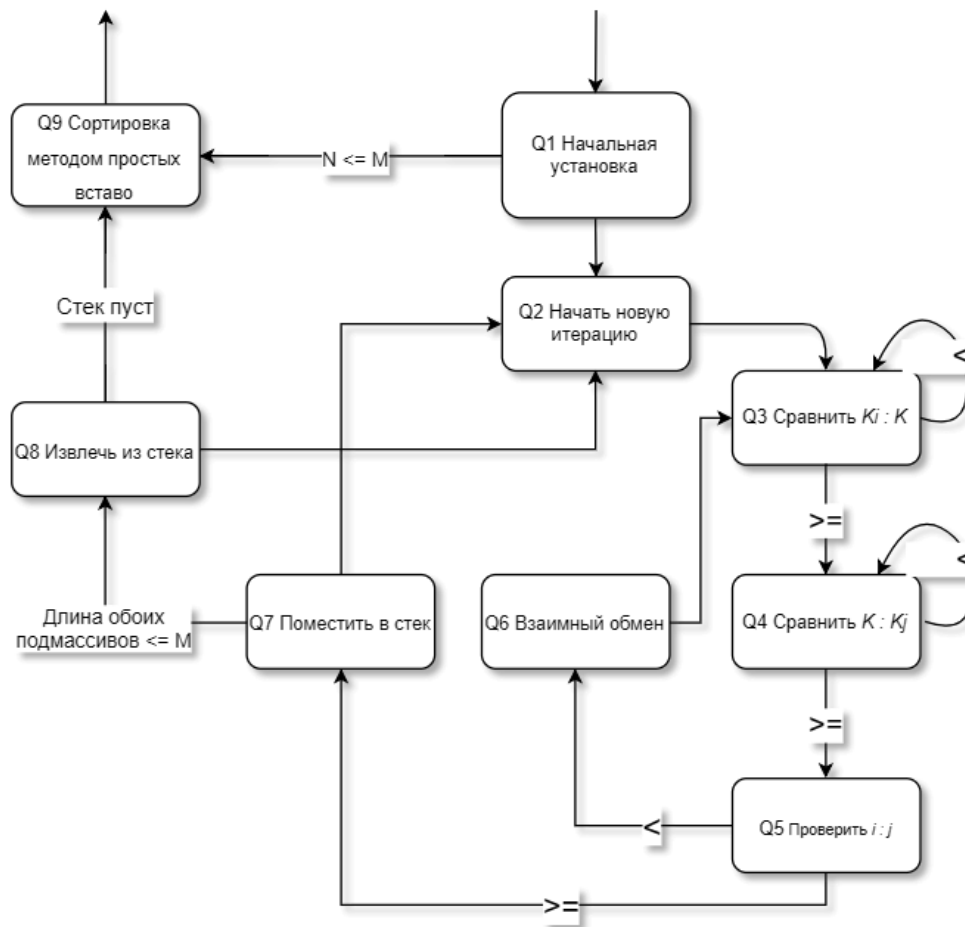


Рис. 2. Схема алгоритма быстрой сортировки

Схема реализованного алгоритма представлена на рисунке 2.

Сложность алгоритма зависит от входных данных и в лучшем случае будет равняться  $O(N \cdot \log_2 N)$ . В худшем случае  $O(N^2)$ . Существует также среднее значение  $O(N \cdot \log_2 N)$ .

В данном сервисе в *HTTP* заголовке передается число  $N$ , соответствующее количеству элементов массива, после чего на серверной стороне создается массив из  $N$  случайно сгенерированных элементов.

Для нагрузочного тестирования используется утилита *ApacheBench* (далее *ab*). *ab* — это простой однопоточный инструмент командной строки для тестирования *HTTP*-серверов. Изначально он разрабатывался как часть *HTTP*-сервера *Apache*, но его можно использовать для тестирования любого *HTTP*- или *HTTPS*-сервера [4].

Базовый вызов утилиты *ab* выглядит следующим образом:

```
ab -n 10 -c 50 http://cluster:8000/index.php?num=30
```

Параметр *-n* задает количество запросов. Параметр *-c* задает конкурентность — имитация каждого пользователя. Затем указывается *URL*, который необходимо протестировать. Результатом является количество запросов в секунду, время запроса и список *процентилей* времени ответа, которое обработал сервер.

Для тестирования используется отдельный от кластера компьютер. После запуска нагрузочного тестирования при помощи утилиты *ab*, был получен результат, показанный на рисунке 3.

Тестирование производилось со следующими параметрами: 10 пользователей отправляют 30 параллельных запросов для сортировки массива из 30 элементов. Результат теста показал, что обработка всех запросов заняла 30.686 секунд, и в строке *Request per second: 1.63* сказано, что данный сервер способен обработать 1.63 запроса в секунду.

```

rnb conf.d # ab -c10 -n50 "http://cluster:8000/f.php?num=30"
This is ApacheBench, Version 2.3 <$Revision: 1706008 $>
Copyright 1996 Adam Twiss, Zeus Technology Ltd, http://www.zeustech.net/
Licensed to The Apache Software Foundation, http://www.apache.org/

Benchmarking cluster (be patient).....done

Server Software:      nginx/1.10.3
Server Hostname:     cluster
Server Port:         8000

Document Path:       /f.php?num=30
Document Length:     182 bytes

Concurrency Level:   10
Time taken for tests: 30.686 seconds
Complete requests:   50
Failed requests:     0
Non-2xx responses:   50
Total transferred:   17150 bytes
HTML transferred:    9100 bytes
Requests per second: 1.63 [#/sec] (mean)
Time per request:    6137.217 [ms] (mean)
Time per request:    613.722 [ms] (mean, across all concurrent requests)
Transfer rate:       0.55 [Kbytes/sec] received

Connection Times (ms)
      min  mean[+/-sd] median  max
Connect:    0     0   0.1      0     1
Processing: 6110  6137  13.7   6143   6145
Waiting:    6109  6137  13.8   6143   6145
Total:      6110  6137  13.7   6144   6145

Percentage of the requests served within a certain time (ms)
 50%    6144
 66%    6144
 75%    6144
 80%    6145
 90%    6145
 95%    6145
 98%    6145
 99%    6145
100%    6145 (longest request)

```

Рис. 3. Результат нагрузочного тестирования

Отключим два компьютера из группы *Application*, тем самым симулируем их выход из строя, запустим снова тест и проанализируем файлы *логирования*, путь к которым был указан в конфигурационном файле при настройке балансировщика. Результат представлен ниже на рисунке 4.

Как видно из файла *cluster.access.log*, были получены коды 502, 499 и 200. Описание некоторых кодов возврата представлены в *таблице 1*.

В файле *логирования cluster.error.log* представлены записи, в которых описано, что сервера с *IP адресами*

*10.0.2.7* и *10.0.2.8* недоступны, что и соответствует действительности.

### Заключение

Определив производительность, необходимо использовать эту информацию, чтобы попытаться улучшить время отклика сервера и снизить нагрузку на него. Благодаря нагрузочному тестированию есть возможность оптимизировать конфигурацию веб-сервера: изменить количество поддерживаемых подключений, рабочих процессов или потоков. Кластерный способ

Таблица 1. Коды возврата веб-сервера nginx

Код возврата	Значение
200	Запрос успешно обработан
499	Сервер разорвал соединение в процессе ожидания ответа
502	Сервер недоступен
504	Превышен интервал ожидания ответа

*/var/log/nginx/cluster.access.log*

```
127.0.0.1 - - [08/Dec/2018:14:06:57 +0300] "GET /f.php?num=30 HTTP/1.0" 502 182 "-" "ApacheBench/2.3"
127.0.0.1 - - [08/Dec/2018:14:06:57 +0300] "GET /f.php?num=30 HTTP/1.0" 502 182 "-" "ApacheBench/2.3"
127.0.0.1 - - [08/Dec/2018:14:06:57 +0300] "GET /f.php?num=30 HTTP/1.0" 502 182 "-" "ApacheBench/2.3"
127.0.0.1 - - [08/Dec/2018:14:06:57 +0300] "GET /f.php?num=30 HTTP/1.0" 502 182 "-" "ApacheBench/2.3"
127.0.0.1 - - [08/Dec/2018:14:06:59 +0300] "GET /f.php?num=30 HTTP/1.0" 499 0 "-" "ApacheBench/2.3"
127.0.0.1 - - [08/Dec/2018:14:06:59 +0300] "GET /f.php?num=30 HTTP/1.0" 499 0 "-" "ApacheBench/2.3"
127.0.0.1 - - [08/Dec/2018:14:06:59 +0300] "GET /f.php?num=30 HTTP/1.0" 499 0 "-" "ApacheBench/2.3"
127.0.0.1 - - [08/Dec/2018:14:06:59 +0300] "GET /f.php?num=30 HTTP/1.0" 499 0 "-" "ApacheBench/2.3"
127.0.0.1 - - [08/Dec/2018:14:06:59 +0300] "GET /f.php?num=30 HTTP/1.0" 499 0 "-" "ApacheBench/2.3"
127.0.0.1 - - [08/Dec/2018:14:06:57 +0300] "GET /f.php?num=30 HTTP/1.0" 200 182 "-" "ApacheBench/2.3"
```

*/var/log/nginx/cluster.error.log*

```
2018/12/08 14:06:57 [error] 20048#20048: *360787 connect() failed (113: No route to host) while connecting to upstream, client: 127.0.0.1, server: cluster, request: "GET /f.php?num=30 HTTP/1.0", upstream: "http://10.0.2.7:80/f.php?num=30", host: "cluster:8000"
2018/12/08 14:06:57 [error] 20048#20048: *360789 connect() failed (113: No route to host) while connecting to upstream, client: 127.0.0.1, server: cluster, request: "GET /f.php?num=30 HTTP/1.0", upstream: "http://10.0.2.6:80/f.php?num=30", host: "cluster:8000"
```

Рис. 4. Данные логирования при тестировании

организации сервера позволяет работать сервису стабильно за счет взаимозаменяемости элементов(компьютеров) в каждой группе. Также быстроедействие достигается за счет распределения нагрузки при помощи

наиболее оптимального метода балансировки. Результаты нагрузочного тестирования позволяют заранее позаботиться об улучшении сервера для поддержания сервиса в комфортном для пользователя состоянии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веб-сервисы в теории и на практике для начинающих: [Электронный ресурс]. 2008. URL: <https://habr.com/ru/post/46374/> (Дата обращения: 01.03.2019).
2. Кластер (группа компьютеров): [Электронный ресурс]. 2018. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80>. (Дата обращения: 10.03.2019).
3. Балансировка нагрузки HTTP: [Электронный ресурс]. 2018. URL: <https://docs.nginx.com/nginx/admin-guide/load-balancer/http-load-balancer/> (Дата обращения: 10.04.2019).
4. Тестирование производительности веб серверов:[Электронный ресурс]. 2013–2015. URL: <https://admins.su/site-speed-ab> (Дата обращения: 06.03.2019).
5. Тестирование Дот Ком, или Пособие по жестокому обращению с багами в интернет-стартапах. М.: Дело, 2007. 312 с.
6. Уильям, Р. Станек Internet Information Services (IIS) 7.0. Справочник администратора / Уильям Р. Станек. М.: Русская Редакция, БХВ-Петербург, 2012. 528 с.
7. Кнут, Д. Э. Искусство программирования. Т. 3. Сортировка и поиск. / Д. Э. Кнут. М.: Вильямс, 2014. 832 с.

© Бондаренко Роман Николаевич ( rnikbond@gmail.com ), Романенков Александр Михайлович ( romanaleks@gmail.com ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# МОДЕЛЬ ПОСТРОЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ СТУДЕНТА

Гарбузняк Елена Сергеевна

Аспирант,

Брянский государственный технический университет

goldfenix@mail.ru

## THE MODEL FOR CREATION OF THE INDIVIDUAL EDUCATIONAL TRAJECTORY OF THE STUDENT

*E. Garbuznyak*

*Summary.* The relevance of the research is proved. The approach to modeling the creation process of the individual educational trajectory of the student is described. The proposed model allows to increase the efficiency of the educational process management by choosing the most optimal trajectory and formed recommendations for improving the student's learning activities. The model is used in the construction of individual educational trajectory in the decision support information system for managing of the educational activities of the student.

*Keywords:* the individual educational trajectory of the student, the assessment of the level of competence formation, the forecasting the results of the educational process.

*Аннотация.* Обоснована актуальность исследования. Описан подход к моделированию процесса построения индивидуальной образовательной траектории студента. Предложенная модель позволяет повысить эффективность управления учебным процессом посредством выбора наиболее оптимальной траектории и сформированных рекомендаций по улучшению учебной деятельности студента. Модель используется при построении индивидуальной образовательной траектории в системе информационной поддержки принятия решения для управления учебной деятельностью студента.

*Ключевые слова:* индивидуальная образовательная траектория студента, оценка уровня сформированности компетенций, прогнозирование результатов образовательного процесса.

**Н**елинейность структуры системы обучения, обладающей такими преимуществами, как гибкость и индивидуальный подход к каждому обучающемуся, требует особенного подхода к планированию учебного процесса на всем его протяжении, поэтому отслеживание индивидуальной образовательной траектории студента (ИОТС) на первом этапе обучения позволит сделать вывод о корректировке дальнейшей ИОТС на последующих курсах. Целью настоящей работы является составление модели для построения индивидуальной образовательной траектории студента, которая позволит повысить эффективность управления учебным процессом посредством выбора наиболее оптимальной траектории и сформированных рекомендаций по улучшению учебной деятельности студента.

Анализ научных работ по проблеме исследования, представленный в [1], демонстрирует актуальность проблемы моделирования ИОТС. Анализ существующих методов и моделей организации и оптимизации образовательного процесса [2–7] дал основания для разработки собственной модели построения индивидуальной образовательной траектории студента.

На первом этапе осуществляется расчёт матрицы междисциплинарных связей и оценка трудоемкости изучения дисциплин. Матрица междисциплинарных связей позволяет выявить зависимости между изучаемыми

дисциплинами и при наличии проблем с дисциплинами в текущем семестре спрогнозировать возможные проблемы у студента при дальнейшем обучении.

Расчет междисциплинарной связи двух дисциплин осуществляется на основе выявления общих компетенций этих дисциплин по следующей формуле:

$$Ir = \frac{C1 \cap C2}{L},$$

где  $C1$ ,  $C2$  — это множества компетенций первой и второй дисциплины,  $L$  — длина множества всех компетенций, реализуемых дисциплиной, для которой рассчитывается коэффициент междисциплинарной связи,  $Ir$  — коэффициент междисциплинарной связи первой дисциплины по отношению к другой.

Коэффициент междисциплинарной связи определяется путем отношения пересечения компетенций двух дисциплин к длине всего множества компетенций дисциплины. Он может полагаться равным 0 в том случае, если первая дисциплина по учебному плану читается раньше, чем вторая, то есть отсутствует их прямая взаимосвязь.

В результате определения указанных коэффициентов формируется матрица тесноты междисциплинарных связей  $M$ , в которой по главной диагонали расположе-



Рис. 1. Индивидуальная траектория студента

ны все единицы, так как отношение дисциплины самой к себе является равной 1:

$$M = \begin{pmatrix} 1 & \dots & 0,7 \\ \dots & \dots & \dots \\ 0,35 & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Оценка трудоемкости изучения дисциплин осуществляется на основе количества часов для изучения каждой дисциплины в семестре. Определение трудоемкости (в зачетных единицах) года обучения можно описать следующей формулой:

$$Cd_n = \sum_{i=1}^{Nd} \frac{dh_i}{36}$$

где  $Nd$  — общее количество дисциплин в году обучения,  $n = 1..N$  — весь период обучения в годах,  $dh_i$  — количество учебных часов дисциплины, отводимых на обучение.

Трудоемкость всех дисциплин в семестре  $t$  определяется как средняя трудоемкость года обучения:

$$Cd_t = \frac{Cd_n}{2}$$

При этом общая трудоемкость года обучения не должна превышать значения 60, то есть  $Cd_n \leq 60$ .

Оценка уровня сформированности компетенций студента происходит на основе данных об успеваемости студента в семестре  $t$ . В общем виде расчет текущей успеваемости в выбранном семестре можно описать следующей формулой:

$$E_t = \frac{\sum_{i=1}^{D_t} (dm_i * Cd_t)}{Nd_t} \rightarrow Bm_t$$

где  $t$  — семестр, в котором оценивается уровень сформированности компетенций студента,  $i = 1..Nd_t$  — количество дисциплин в семестре  $t$ ,  $dm_i$  — оценка  $i$ -дисциплины в семестре  $t$ ,  $E_t$  — оценка уровня сформированности компетенций студента в семестре  $t$ ,  $Cd_t$  — трудоемкость обучения в семестре  $t$ ,  $Bm_t$  — эталонная оценка в семестре  $t$ , вычисляемая по формуле:

$$Bm_t = \frac{\sum_{i=1}^{D_t} EM_i * Cd_t}{Nd_t}$$

где  $EM_i$  — эталонная оценка по дисциплине (при оценивании по пятибалльной системе  $EM_i = 5$ ).

После расчёта оценки  $E_t$  можно определить  $PC_t$  — процент сформированности компетенций студента в семестре  $t$ :

$$PC_t = \frac{E_t * 100\%}{Bm_t} \rightarrow max$$

После нахождения процента сформированности компетенций студента в семестре  $t$ , можно определить  $L_t$  — уровень компетенций студента в семестре  $t$ :

$$L_t = \begin{cases} 3, & PC \geq 95\% \\ 2, & 80\% \leq PC < 95\% \\ 1, & PC < 80\% \end{cases}$$

В случае, когда  $L_t = 3$ , можно судить о высоком уровне сформированности компетенций студента в семестре  $t$ , когда  $L_t = 2$  — о среднем уровне, когда  $L_t = 1$  — о низком уровне.

После определения уровня компетенций  $L_t$  для каждого семестра  $t$  в промежутке всего периода обучения студента можно получить вектор  $V$  — траекторию дви-



жения студента  $V = \{L_{ij}\}$ ,  $t = 1..T$ , где  $T$  — общее количество семестров за весь период обучения студента  $N$ .

Пример индивидуальной траектории определенно-го студента по отношению к эталонной модели с учетом уровня сформированности компетенций студента на всем периоде обучения представлен на рисунке ниже (рис. 1):

На основе оценки сформированности компетенций PCt студента в семестре  $t$  и матрице тесноты междисциплинарных связей  $M$  можно выявить проблемы у студента на текущем этапе обучения и спрогнозировать возможные проблемы при дальнейшем обучении по выбранной траектории. При этом, если оценка PCt выше 95%, то возможные проблемы могут быть сведены к минимуму и прогноз на данный семестр можно не определять.

Определение множества всех рекомендаций студенту, как правило, осуществляется за выбранный период обучения  $X = \{x_{ij}\}$ ,  $t = 1..T$ . Каждый элемент  $x_t$  множества  $X$  является набором рекомендаций на определенный семестр обучения. Элемент  $x_t$  определяется следующим образом: для всех оценок дисциплины  $dm_i$  в семестре  $t$ , отличных от эталонной оценки дисциплины  $\forall dm_i \neq EM_i$ , формируется  $Rd$  — множество всех дисциплин из матрицы  $M$ , которые находятся в прямой взаимосвязи с указанной дисциплиной:  $(\forall dm_i \in DM_t, dm_i \neq EM_i) \Rightarrow Rd = D$ , где  $DM_t$  — это множество оценок по дисциплинам в семестре  $t$ ,  $Rd \subset D$ , где  $D = \{d_{ij}\}$  — множество всех изучаемых дисциплин.

Далее осуществляется поиск всех дисциплин  $d_{ik}$ , которые изучаются в семестре  $k$  после семестра  $t$  и принадлежат множеству  $Rd$ :  $(\forall d_{ik} \in D, k > t, d_{ik} \in Rd) \Rightarrow Pd = \{d_{ik}\}$ .

Новое множество  $Pd$  является множеством дисциплин, с которыми у студента могут возникнуть проблемы при дальнейшем обучении. Тогда  $x_k$  будет рекомендацией: «Обратить внимание на возможные проблемы с дисциплинами  $Pd$  при дальнейшем обучении».

При определении рекомендаций следует также учитывать научно-исследовательскую работу (НИР) студента, которую можно описать множеством  $NIR_t = \{r_i\}$ ,  $i = 1..K$ , где  $r_i$  — это один из видов НИР (научно-практические конференции, публикации, олимпиады и т.д.),  $K$  — количество различных видов НИР студента в семестре  $t$ . Для того, чтобы определить влияние, оказываемое научно-исследовательской работой на дальнейшее обучение студента, необходимо найти, с какой дисциплиной вид НИР находится во взаимосвязи в семестре  $t$ , а затем определить все последующие дисциплины и на основе этого дать соответствующий прогноз:  $(\forall r_i \in NIR_t, \forall d_i \in D_t \subset D, r_i \approx d_{it}) \Rightarrow El \subset D = \{d_i\}$ .

Результатом является набор дисциплин  $El$ , изучение которых будет происходить легче в связи с осуществлением НИР в текущем семестре, позволяющий в то же время определить набор рекомендаций, сформированных на текущий момент обучения:  $x_t = \{Pd, El\}$ .

Таким образом, осуществляется построение индивидуальной образовательной траектории студента за выбранный либо весь период обучения и формирование множества рекомендаций в каждом семестре с заданной системой ограничений:

$$\begin{aligned}
 TM &= \{E_t \rightarrow Bm_t\}, t = 1..T. \\
 \sum_{t=1}^T Cd_t &\leq 30 * T, t = 1..T; \\
 (\forall dm_i \in DM_t, dm_i \neq EM_i) &\Rightarrow Rd = D, t = 1..T, i = 1..K; \\
 (\forall d_{ik} \in D, k > t, d_{ik} \in Rd) &\Rightarrow Pd_t = \{d_{ik}\}, \\
 t = 1..T, i = 1..K; \\
 (\forall r_i \in NIR_t, \forall d_i \in D_t \subset D, r_i \approx d_{it}) &\Rightarrow El \subset D = \{d_i\}, \\
 t = 1..T, i = 1..K.
 \end{aligned}$$

Описанная модель используется при построении индивидуальной образовательной траектории в системе информационной поддержки принятия решения для управления учебной деятельностью студента, разработанной средствами среды программирования Microsoft Visual Studio 2015 Community. Структура и функционирование системы будут рассмотрены в последующих публикациях.

ЛИТЕРАТУРА

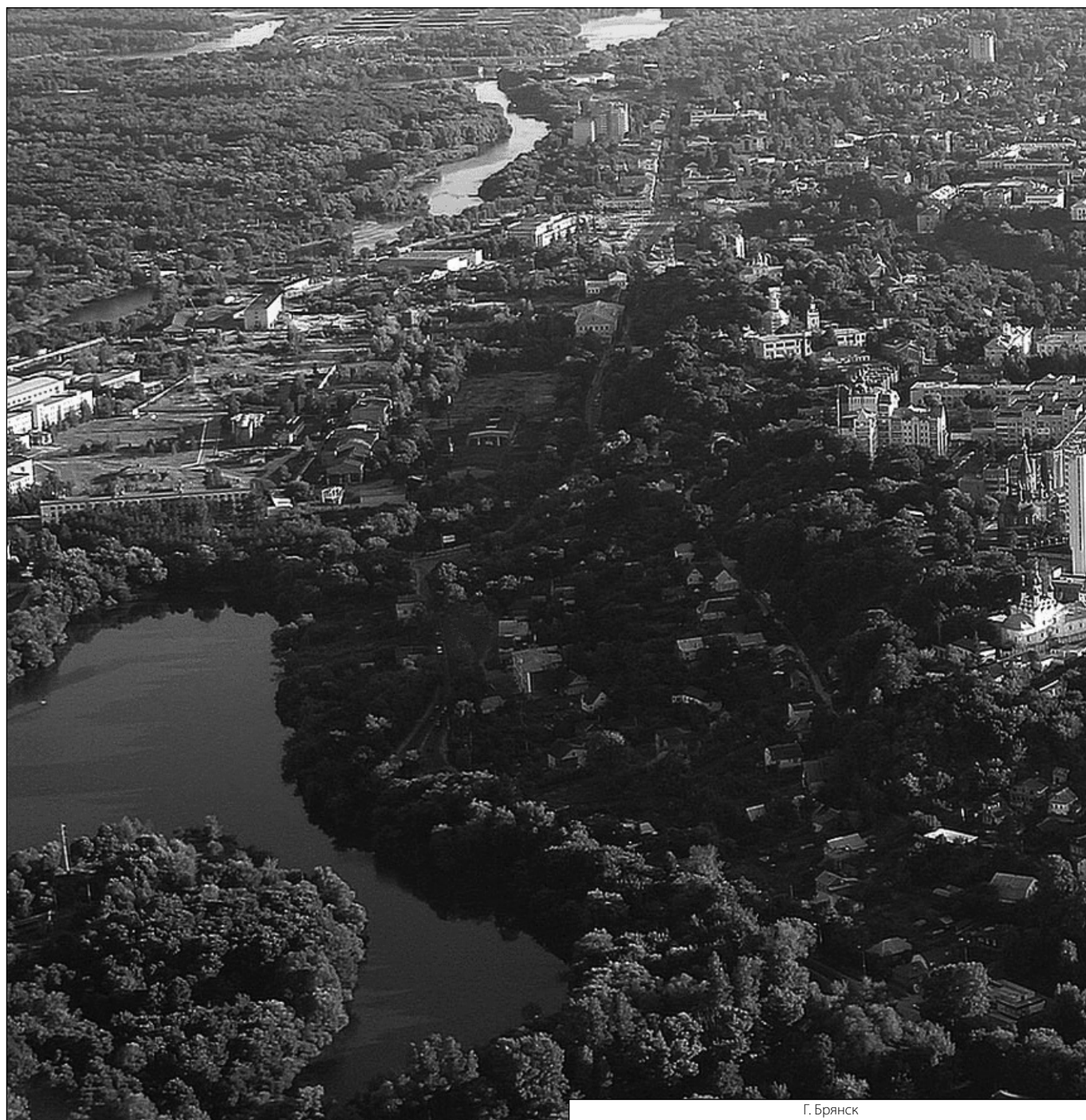
1. Аверченков А.В., Козак Л. Я., Гарбузняк Е. С. Индивидуальная образовательная траектория студента как инструмент для формирования конкурентоспособного специалиста // Инновации в промышленности, управлении и образовании: сб. науч. трудов международной науч.-практ. конф. — Брянск: БГТУ, 2017. — С. 192–195.
2. Гладышев А.А., Митрофанов Е. И., Клетнева А. А. Моделирование индивидуальной образовательной траектории студентов вуза на основе компетентностного подхода // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. — 2014. — № 1. — С. 62–66.
3. Добросоцкая И.В., Крафт Л. Н. Система поддержки принятия решений при формировании индивидуальной траектории обучения // Вестник Воронежского государственного технического университета. — Воронеж, 2009. — Т.5. — № 9. — С. 197–200.
4. Каяшев М.В., Макаров Д. Ю., Марченко А. А. Образовательная аналитика и адаптивное обучение с использованием модели студента в интеллектуальных обучающих системах // Электронные библиотеки, 2018. — Т. 21. — № 3–4. — С. 181–192.

5. Лаптева Е. В. Разработка автоматизированной системы поддержки принятия решения при формировании индивидуальной траектории обучения: автореф. дис. канд. техн. наук 05.13.10. — Алматы, 2007.
6. Махныткина О. В. Моделирование и оптимизация индивидуальной траектории обучения студента: автореф. дис. канд. техн. наук 05.13.10. — Новосибирск, 2013.
7. Мицель А.А., Черняева Н. В. Динамическая модель управления индивидуальной траекторией обучения студента // Вестник ВГУИТ. — 2015. — № 2. — С. 77–81.

---

© Гарбузняк Елена Сергеевна ( goldfenix@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Брянск

## АНАЛИЗ СРЕДСТВ РЕАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ЗАДАЧИ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

### ANALYSIS IMPLEMENTATION FRAMEWORKS FOR THE TASK OF IMAGE PROCESSING

*T. Demenkova  
E. Shpieva*

*Summary.* The paper presents the results of research to solve the problem of image processing based on deep learning methods. The analysis of existing frameworks is carried out and the criteria for the choice of solutions for the task are developed. It is shown that the chosen method using deep convolution neural networks can significantly improve the accuracy of image recognition and achieve results that cannot be obtained by classical methods.

*Keywords:* image processing, deep learning, neural network, computer vision.

**Деменкова Татьяна Александровна**

*К.т.н, доцент, МИРЭА — Российский  
технологический университет (г. Москва)*

**Шпиева Елизавета Викторовна**

*Аспирант, МИРЭА — Российский технологический  
университет (г. Москва)  
elizashpieva@gmail.com*

*Аннотация.* В работе представлены результаты исследований для решения задачи обработки изображений на основе методов машинного обучения. Проведен анализ существующих фреймворков и разработаны критерии выбора решения для поставленной задачи. Показано, что выбранный метод с использованием глубоких сверточных нейронных сетей позволяет значительно улучшить точность распознавания изображения и достичь результатов, которые невозможно получить классическими методами.

*Ключевые слова:* обработка изображений, глубокое обучение, нейронная сеть, компьютерное зрение.

**В** настоящее время цифровые технологии все больше используются в промышленности. Они необходимы для оптимизации процессов и получения большей прибыли. Предметная область данного исследования имеет отношение к цифровизации карьеров по добыче полезных ископаемых. Происходит внедрение автономных карьерных самосвалов и остальной карьерной техники, такой как одноковшовые экскаваторы. Одноковшовые карьерные экскаваторы являются основной горной машиной при ведении погрузочных работ на открытых горных разработках. От их бесперебойной работы в большой степени зависит эффективность работы горного предприятия в целом. При эксплуатации карьерного экскаватора машинист сталкивается с рядом сложностей и проблем, связанных с размерами техники, ее конструктивными особенностями, погодными и климатическими условиями. Достаточно распространенной проблемой является проблема потери зубьев ковша экскаватора. Поскольку порода грубая и твердая, то зубья стесываются об нее и спустя некоторое время могут отломиться. В большинстве погодных условий сильный дождь, снег и яркое солнце мешают водителю экскаватора поймать момент потери зуба. Так как зуб изготавливается из закаленной стали, то его потеря может привести к серьезному повреждению инструментов, конвейерных лент, насосов, экранов, дробилки и другого оборудования при поступлении в систему обработки.

Существуют различные подходы для решения данной проблемы. Хорошие результаты показывают алго-

ритмы, использующие нейронные сети, например, для компьютерного зрения, распознавания речи, обработка естественного языка. К какой бы сфере ни относилась задача при распознавании образов перед построением классификатора зачастую необходимо строить существенные (инвариантные) признаки на основе некоторых исходных признаков, что нередко делается вручную. Задача автоматического выделения признаков является особенно актуальной для систем компьютерного зрения. Последнее связано с тем, что классы объектов, распознаваемых по их изображениям, крайне редко бывают линейно делимы в пространстве первичных признаков — яркостей пикселей, допустим, при различных погодных условиях на карьере. Построение нелинейных разделяющих поверхностей возможно с помощью таких традиционных методов распознавания образов, как например, метод обобщенных решающих функций или машин опорных векторов. Одним из современных подходов к проблеме автоматического выбора нелинейных признаков является подход на основе сетей глубокого обучения, ставших весьма популярными благодаря способности решать задачи распознавания без использования вручную построенных признаков [1,2]. Глубокое обучение исключает необходимость распознавание характерных признаков в «сырых» входных данных, выполняемых вручную, заменяя их процессом обучения, в результате которого выявляются наиболее полезные структуры. К примеру, сети глубокого обучения были использованы для создания системы распознавания дорожных знаков, впервые в истории искус-

Таблица 1. Анализ инструментов.

Названия ПО	Tensorflow	Keras	Caffe	PyTorch	MXNet	CNTK	Deeplearning4j
Документация	+	+	-	-	-	+	+
Мониторинг	+	+	-	-	-	-	-
Большая среда использования	+	+	-	-	-	-	-
Поддержка распределенного обучения	+	+	-	+	-	-	+
Сложность освоения	+	-	+	+	+	+	-
Низкоуровневый	+	-	+	+	-	+	-
Простое прототипирование	-	+	+	+	+	-	-
Поддержка GPU	+	+	+		+	+	+
Ограниченный функционал	-	+	+	-	-	-	-
Масштабируемость	+	-	-	-	+	+	+
Язык	C++	Python	C++	Python	Python, Java, C++, R	Python, C++, C#, Java	Java, Scala

ственного интеллекта продемонстрировавшей качество решения задачи распознавания выше, чем у человека [3]. Таким образом, методы на основе сетей глубокого обучения являются наилучшими известными методами распознавания образов, по крайней мере, в ряде предметных областей.

В наших исследованиях одной из основных проблем является ограниченная видимость в зоне непосредственной близости экскаватора. Большое количество мертвых зон приводит к тому, что оператор не имеет достаточного обзора для безопасной и безаварийной работы. Также наличие мертвых зон приводит к снижению эффективности работы экскаваторов.

В случае потери зуба приходится останавливать погрузочные работы и проводить его поиски, в противном случае при несвоевременном реагировании потерянный зуб может вывести из строя дорогостоящее оборудование, что в свою очередь приведёт к простоям и незапланированным затратам. Удаление зубьев, попавших в конвейерные ленты или производственные дробилки, тоже весьма опасная и дорогостоящая процедура, для которой требуется привлечение высококвалифицированного (и высокооплачиваемого) персонала. Также стоимость простоя производства очень велика. Для решения необходимо внедрять технологии распознавания образов и машинного обучения, что позволяет отслеживать состояние ковша в автоматическом режиме, предотвращать попадание зубьев в дробилки и конвейеры.

В настоящее время существует множество различных программных средств для обработки и анализа данных. Было проведено сравнение нескольких видов про-

граммного обеспечения, которые можно использовать для данной задачи (таблица 1).

Рассматривая несколько видов фреймворков [4], при выборе одного для поставленной задачи должны учитываться несколько факторов:

- ◆ тип нейронных сетей;
- ◆ язык программирования;
- ◆ количество инструментов и дополнительные параметры;
- ◆ бюджет;
- ◆ характер и общие цели проекта.

Каждая система глубокого обучения или библиотека имеют разные характеристики, предлагая уникальные функции, которые представляют разные решения. При исследовании фреймворков использовались следующие параметры тестирования [5]:

- ◆ продолжительность;
- ◆ потребление памяти;
- ◆ загрузка обрабатывающего и графического процессоров;
- ◆ количество эпох.

В качестве метрик для теста производительности использовались:

- ◆ время обучения нейронной сети;
- ◆ время тестирования нейронной сети;
- ◆ точность обучения / прогнозирования;
- ◆ состоятельность надёжность;

В качестве наборов данных использовались CIFAR-10 [6] и MNIST [7]. По результатам тестирования TensorFlow и Caffe предлагают более высокую точность, исполь-

зую свои собственные настройки CIFAR-10 по умолчанию. В случае Torch была получена более высокая точность, используя настройку по умолчанию CIFAR-10 в TensorFlow, что потребовало огромных затрат времени на обучение. Наконец, когда Caffe использует собственную настройку по умолчанию для CIFAR-10 Обученная модель TensorFlow демонстрирует более высокую надёжность, чем у Caffe. Одной из возможных причин является то, что выпадение в TensorFlow несколько слабее регуляризации, чем снижение веса в Caffe. Для набора данных MNIST модель DNN, обученная TensorFlow, в некоторой степени более устойчива к обоим типам атак, чем модель DNN, обученная Caffe. В качестве метрик тестирования выбрали время обработки и скорость сходимости.

Проведя аналогичные исследования для других вариантов, был выбран фреймворк TensorFlow в связке с Keras. Для него наработана существенная база знаний,

по мнению экспертов он наиболее приспособлен для исследований и обладает большим набором функций для создания своей математической модели. Кроме того, судя по тестам на производительность, скорость его работы при использовании нескольких потоков является наилучшей.

Были проанализированы наиболее распространённые существующие глубокие сверточные нейронные сети: AlexNet; ZF Net; VGG Net; Inception; Inception-v2 и Inception-v3; ResNet; Inception-v4 и Inception-ResNet; G. Densenet and DPN [8–11]. Они позволили значительно улучшить точность распознавания изображений и достичь результатов, которые невозможно получить классическими методами компьютерного зрения. Архитектура сверточной нейронной сети интегрирует выделение элементарных признаков изображения, формирование более сложных признаков на высших уровнях обработки и распознавание поставленных в задаче изображений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Schmidhuber J. Deep Learning in neural networks: An overview // *Neural Networks*. 2015. (61). pp. 85–117.
2. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning* Massachusetts: MIT Press, 2016. pp. 271–290.
3. Ciresan D., Meier U., Masci J., Schmidhuber J. Multi-column deep neural network for traffic sign classification // *Neural Networks*. 2012. (32). pp. 333–338.
4. Bahrampour S., Ramakrishnan N., Schott L., Shah M. Comparative Study of Deep Learning Software Frameworks. 2015. URL: file:///C:/Users/79162/Downloads/Comparative\_Study\_of\_Caffe\_Neon\_Theano\_and\_Torch\_f.pdf (дата обращения 15.03.2019)
5. Shi S., Wang Q., Xu P., Chu X. Benchmarking state-of-the-art deep learning software tools. 2017. pp. 99–104.
6. LeCun Y., Bottou L., Bengio Y., Haffner P. Gradient-based learning applied to document recognition in *Proceedings of the IEEE*, vol. 86, no. 11, pp.2278–2324, Nov.1998. doi: 10.1109/5.726791
7. Krizhevsky A. Learning multiple layers of features from tiny images. Technical Report TR-2009, Department of Computer Science, University of Toronto, Toronto.
8. Szegedy C., Liu W., Jia Y., Sermanet P., Reed S., Anguelov D., Erhan D., Vanhoucke V. Rabinovich A. Going deeper with convolutions. *The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. 2015. pp. 1–9.
9. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. In *NIPS*, 2012. pp. 1097–1105.
10. Vanhoucke V., Ioffe S., Shlens J., Zbigniew Wojna Z., Szegedy C. Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision. *The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. 2016. pp. 2818–2826.
11. Gowda S. N., Yuan C. ColorNet: Investigating the importance of color spaces for image classification. In *CoRR*, 2019. Vol.1. abs/1902.00267.

© Деменкова Татьяна Александровна, Шпиева Елизавета Викторовна ( elizashpieva@gmail.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВОЛНЫ ВЕРОЯТНОСТИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ГИБЕЛИ И РАЗМНОЖЕНИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ «ХИЩНИК — ЖЕРТВА»

THE APPLICATION OF THE METHOD  
OF THE WAVE PROBABILITY  
FOR THE INVESTIGATION OF THE DEATH  
AND REPRODUCTION PROCESS  
IN THE ECOLOGICAL SYSTEM  
OF "PREDATOR — PREY"

**D. Zaitsev**  
**O. Shamaeva**  
**N. Shvedov**

*Summary.* The process of death and reproduction in the ecological system of "predator — prey" is investigated in this work. A transition from species of one kind to species of two kinds is created. The application of the method of the wave probability is also shown to this process. A queueing theory is used for the description of the method of the wave probability.

*Keywords:* Ecological system, the method of the wave probability, the graph, the queueing theory, the species.

**Зайцев Дмитрий Викторович**

*К.т.н., доцент, 12 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации, Россия, Сергиев Посад-7*

**Шамаева Ольга Юрьевна**

*К.т.н., доцент, Национальный исследовательский университет «МЭИ», Россия, Москва*

**Шведов Николай Александрович**

*Аспирант, Национальный исследовательский университет «МЭИ», Россия, Москва*

*Shvedovn@gmail.com*

*Аннотация.* В работе исследуется процесс гибели и размножения в экологической системе «хищник — жертва». Построен переход от популяции одного вида к двум. Также показано применение метода волны вероятности к этому процессу. Для описания метода волны вероятности используется теория систем массового обслуживания.

*Ключевые слова:* Экологическая система, метод волны вероятности, граф, теория систем массового обслуживания, популяции.

## Введение

Существует система уравнений А. Лотки — В. Вольтера [1,2], которая описывает процесс гибели и размножения в экологической системе «хищник — жертва». Эта система дифференциальных уравнений требует решения численными методами. В работе предложен метод волны вероятности для исследования процесса гибели и размножения в экологической системе «хищник — жертва». Этот метод является более простым с точки зрения вычислений. Он основан на принципе Гюйгенса — Френеля. При использовании метода волны вероятности строится граф, каждое состояние которого характеризует численности хищников и жертв соответственно. В нем применяются теория игр и теория систем массового обслуживания. Метод волны вероятности для экологической системы «хищник — жертва» получается из метода волны вероятности для экологической системы «хищник — хищник» с добавлением дополнительных измерений графа. Для обоснования применения метода волны вероятности рассмо-

трим процесс гибели и размножения в теории систем массового обслуживания.

## 1. Описание процесса гибели и размножения

В теории систем массового обслуживания широкое распространение имеет специальный класс случайных процессов — процессов гибели и размножения [3]. Размеченный граф состояний такого процесса представлен на рисунке 1.

Рассмотрим упорядоченное множество состояний системы  $S_0, S_1, \dots, S_n$ . Переходы могут осуществляться из любого состояния только в состояния с соседними номерами, то есть из состояния  $S_k$  возможны переходы только либо в состояние  $S_{k-1}$ , либо в состояние  $S_{k+1}$ . Предположим, что все потоки событий, переводящие систему по стрелкам графа, простейшие с соответствующими интенсивностями  $\lambda$  или  $\mu$ . По графу, представленному на рисунке 1, обычно составляются и решаются ал-

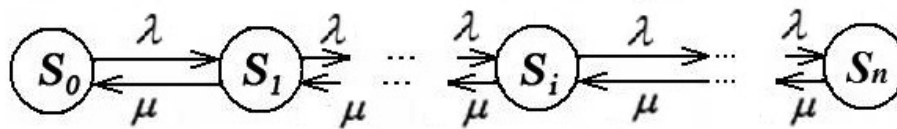


Рис. 1. Граф состояний для процесса гибели и размножения

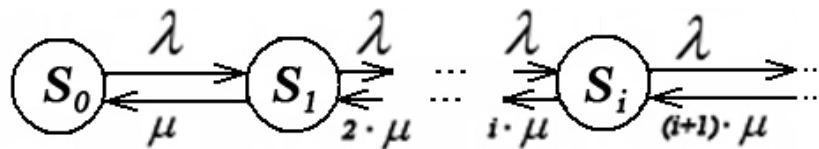


Рис. 2. Граф задачи динамики численности популяций одного вида.

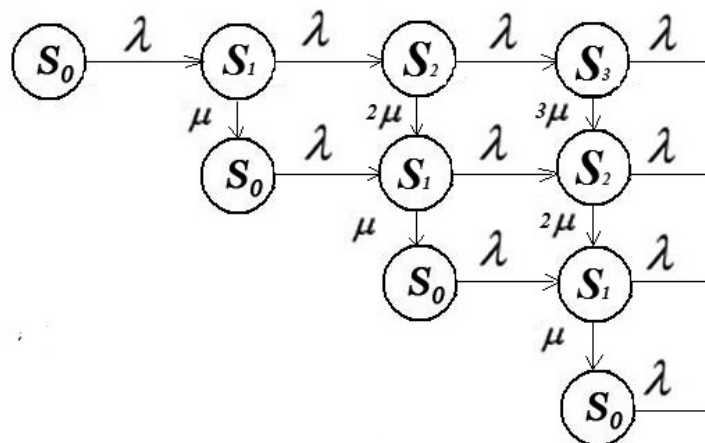


Рис. 3. Преобразованный двухмерный граф задачи динамики численности популяций одного вида (Начальное состояние  $S_0$ )

гебраические уравнения для предельных вероятностей состояний.

2. Апробация метода волны вероятности на задаче гибели и размножения с дискретными состояниями и непрерывным временем

Рассмотрим метод волны вероятности на примере задачи динамики численности популяций одного вида (хищников и жертв). Пусть увеличение числа особей происходит с постоянной интенсивностью  $\lambda$ , а интенсивность гибели пропорциональна числу особей  $i \cdot \mu$  (где  $i$  — количество особей популяции, а  $\mu$  — интенсивность гибели). Аналогом такой системы может быть система массового обслуживания с бесконечным числом каналов [4,5]. Граф данной системы представлен на рисунке 2.

Для того чтобы данную задачу можно было решать методом волны вероятности, необходимо добавить к графу ещё одно измерение так, как это показано на рисунке 3.

В результате этого получен граф, в котором при продвижении на одно положение по горизонтали происходит увеличение числа особей одного вида, а при продвижении по вертикали — уменьшение. Если необходимо пронаблюдать систему за некоторый короткий промежуток времени, то в качестве исходной точки  $S_k$  выбирается некоторое начальное положение, из которого стартует система. Это показано на рисунке 4.

При наличии дополнительных данных о состоянии системы положение может определяться начальным условием вида  $P(S_k) = 1$ . Если же необходимо проанализировать, как будет вести себя система в стационар-

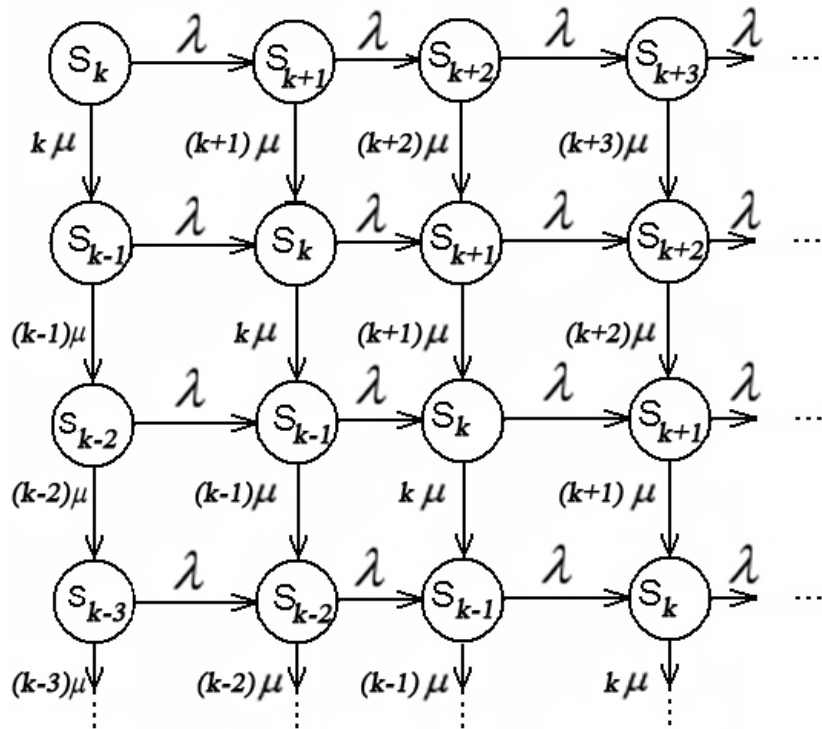


Рис. 4. Преобразованный двухмерный граф задачи динамики численности популяций одного вида (начальное состояние  $S_k$ )

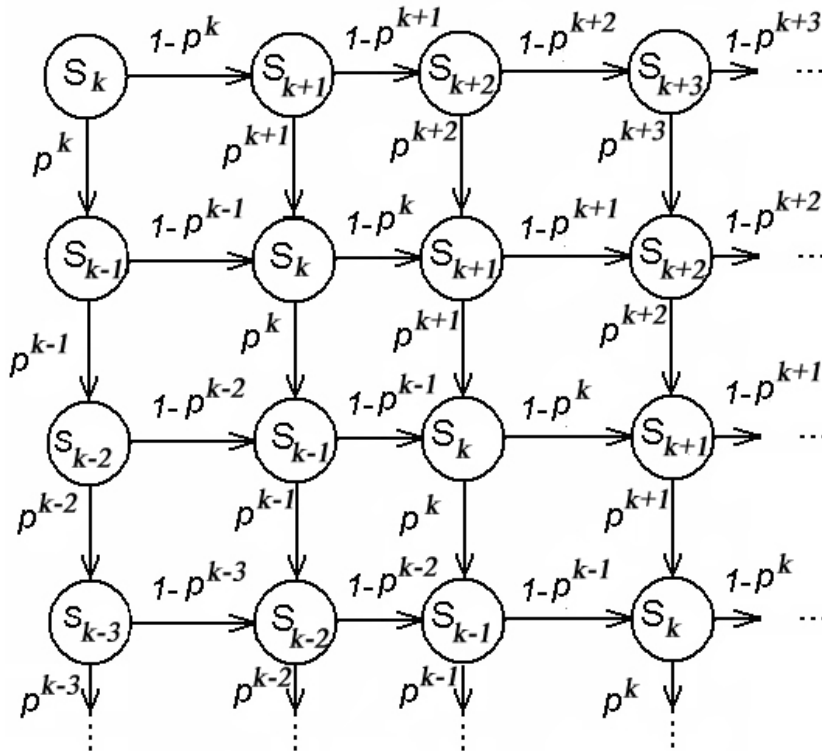


Рис. 5. Граф задачи динамики численности популяции одного вида для расчёта методом волны вероятности.



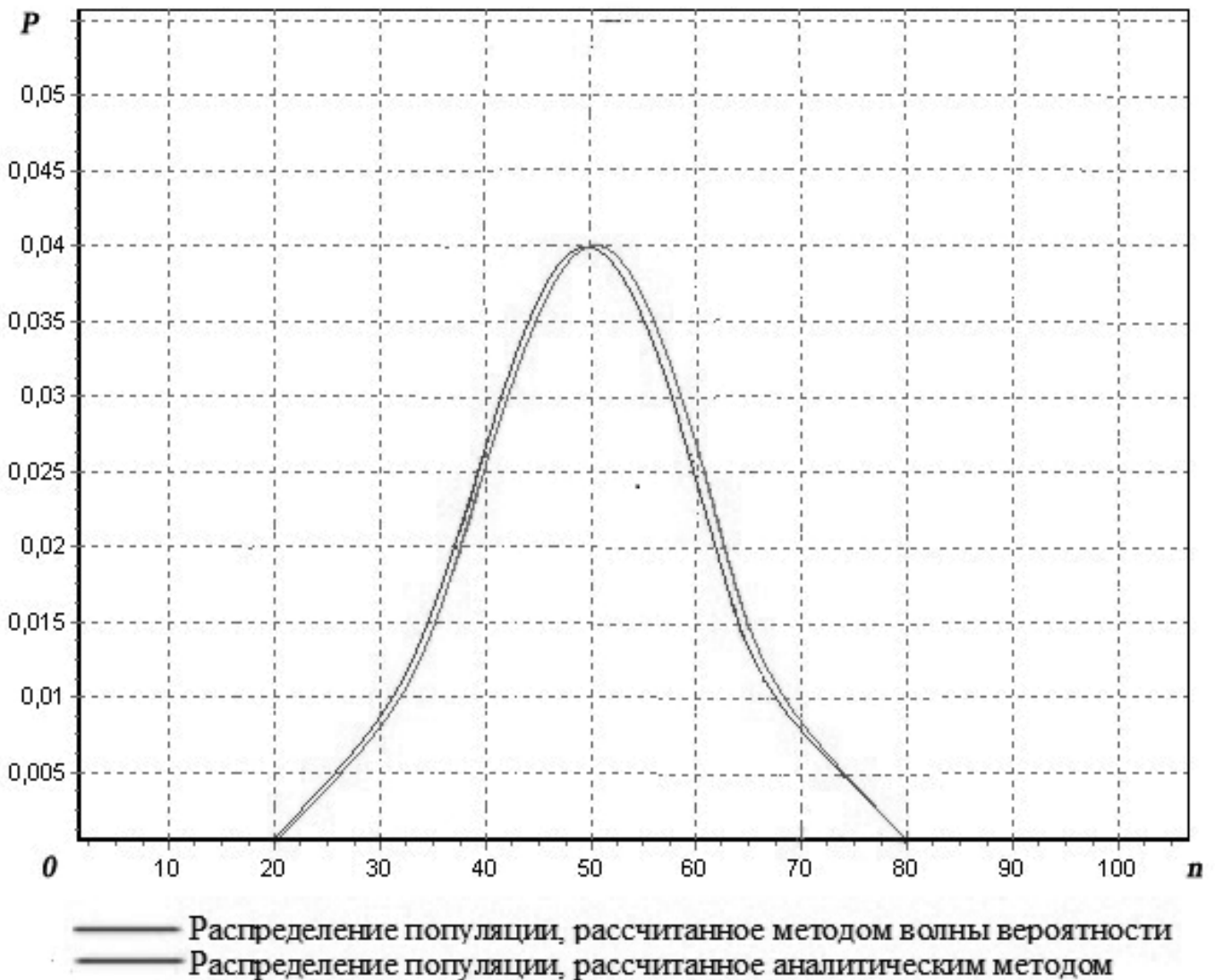


Рис. 6. Сравнение результатов распределений, полученных разными методами

ном режиме, то в качестве  $k$  выбирается математическое ожидание количества особей.

После чего интенсивности перехода заменяются вероятностями перехода из данного состояния в каждое из возможных состояний. Далее будут использованы следующие обозначения:  $P^k$  — вероятность перехода в состояние с меньшим числом особей. Вероятность  $P^k$  рассчитывается по следующей формуле:

$$\begin{cases} P^k = \frac{k \cdot \mu}{\lambda + k \cdot \mu}, & k > 0; \\ P^k = 0, & k \leq 0. \end{cases} \quad (1)$$

Так как система из  $k$ -го положения может перейти либо в  $k-1$ -ое, либо в  $k+1$ -ое, то вероятность перехода в  $k+1$ -ое состояние составляет  $1 - P^k$ .

Финальный граф для расчёта плотности вероятности состояний изображён на рисунке 5.

Расчёт в графе ведётся по диагоналям, в которых состояния удалены от начального на одинаковое количество шагов. Формула волны вероятности в этом случае имеет вид:

$$P_k^n = (1 - P^{k-1})P_{k-1}^n + P^{k+1}P_{k+1}^n \quad (2)$$

где  $P_k^n$  — вероятность нахождения системы в  $S_k$  состоянии после реализации  $n$  событий.

В качестве результатов расчёта берутся деленные пополам вероятности нахождения системы в состояниях из последних двух диагоналей. Это позволяет получить гладкое распределение, и сумма полученных вероятностей состояний равна единице.

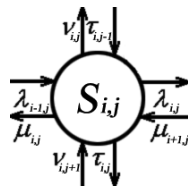


Рис. 7. Фрагмент двухмерного графа экологической системы «хищник — жертва»  
 Где  $\lambda$  — естественная прибыль жертв при отсутствии хищников,  $\mu$  — коэффициент, отвечающий за количество жертв, поедаемых хищниками,  $v$  — естественная убыль хищников в отсутствии пищи,  $\tau$  — прибыль хищников при поедании ими жертв,  $S_{ij}$  — состояние системы ( $i$  — количество хищников,  $j$  — количество жертв).

3. Применение метода волны вероятности для расчета одномерной системы гибели и размножения с дискретными состояниями и непрерывным временем

С помощью описанного выше метода была проведена оценка плотности распределения в задаче гибели и размножения в стационарном режиме. Для расчётов использовались следующие начальные данные:  $\lambda = 30$  (интенсивность размножения),  $\mu = 1$  (интенсивность гибели),  $n$  от 20 до 80 (численность популяции одного вида)

Результаты расчёта приведены на рисунке 6, где  $p$  — вероятности состояний популяции для задачи гибели и размножения,  $n$  — численность популяции.

Стабилизация графика распределения наблюдается уже при трёхстах этапах расчёта. Графики распределений, рассчитанных численно и аналитически, практически идентичны. Наблюдается лишь незначительный сдвиг максимума численного распределения в сторону уменьшения числа опытов. Размер сдвига не уменьшается с увеличением числа этапов. Такой сдвиг может быть обусловлен увеличением интенсивности появления событий при увеличении числа особей, не учитываемом в методе волны вероятности.

4 Двухмерный случай системы гибели и размножения с дискретными состояниями и непрерывным временем

Двухмерный случай системы гибели и размножения аналогичен экологической системе «хищник — жертва», где происходит взаимодействие двух популяций, которые гибнут и размножаются. Приведем фрагмент двухмерного графа данной системы на рисунке 7

В случае двухмерного графа выполняется действия аналогичные действиям из раздела 2. Производится удвоение количества измерений графа. Каждой популяции из экологической системы «хищник — жертва» ста-

вится в соответствие два измерения графа. Вдоль одного из них происходит увеличение числа особей, соответствующего вида, а вдоль другого — уменьшение.

Для вероятностей перехода между состояниями справедлива следующая формула:

$$\left\{ \begin{aligned} P^{i,j \rightarrow i+1,j} &= \frac{\lambda_{i,j}}{\lambda_{i,j} + \mu_{i,j} + \tau_{i,j} + v_{i,j}}; \\ P^{i,j \rightarrow i-1,j} &= \frac{\mu_{i,j}}{\lambda_{i,j} + \mu_{i,j} + \tau_{i,j} + v_{i,j}}; \\ P^{i,j \rightarrow i,j+1} &= \frac{\tau_{i,j}}{\lambda_{i,j} + \mu_{i,j} + \tau_{i,j} + v_{i,j}}; \\ P^{i,j \rightarrow i,j-1} &= \frac{v_{i,j}}{\lambda_{i,j} + \mu_{i,j} + \tau_{i,j} + v_{i,j}}. \end{aligned} \right. \quad (3)$$

Формула волны вероятности для двухмерного случая имеет вид:

$$\begin{aligned} P_{i,j}^n &= P^{i-1,j \rightarrow i,j} \cdot P_{i-1,j}^n + P^{i+1,j \rightarrow i,j} \cdot P_{i+1,j}^n \\ &+ P^{i,j-1 \rightarrow i,j} \cdot P_{i,j-1}^n + P^{i,j+1 \rightarrow i,j} \cdot P_{i,j+1}^n \end{aligned} \quad (4)$$

Далее интенсивности перехода заменяются вероятностями перехода из данного состояния в каждое из возможных состояний.

Выводы

1. Рассмотрена задача динамики численности популяций одного вида (задача гибели и размножения) с дискретными состояниями и непрерывным временем. Показано приме-

нение метода волны вероятности к данной задаче.

2. Дан частный пример динамики численности популяций одного вида, при интенсивности размножения  $\lambda = 30$ , интенсивности гибели  $\mu = 1$  и колебаний численности популяции  $n$  (от 20 до 80).

3. Осуществлен переход от одномерного к двумерному случаю гибели и размножения для нескольких популяций в экологической системе «хищник — жертва». Показано применение метода волны вероятности к данной системе.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Вольтера. Математическая теория борьбы за существование. — Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004, 288 стр. Репринтное издание (оригинальное издание: М.: Наука, 1976 г.) Перевод с французского О. Н. Бондаренко под редакцией Ю. М. Свиричева.
2. Lotka A. J. Elements of physical biology. Baltimore: Williams and Wilkins, 1925. (Переиздание: Elements of mathematical Biology. N.Y.: Dover, 1956).
3. Новиков А. И. Экономика — математические методы и модели. — М.: Издательство — торговая корпорация «Дашков и КО», 2008—532с.
4. Смагин Б. И. Экономика-математические методы М.: Юрайт, 2017—272с.
5. Карташевский В.Г., Основы теории массового обслуживания — М.: Горячая линия — Телеком, 2015—130с.

© Зайцев Дмитрий Викторович, Шамаева Ольга Юрьевна, Шведов Николай Александрович (Shvedovn@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Национальный исследовательский университет «МЭИ»

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДА ВОЛНЫ ВЕРОЯТНОСТИ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «ХИЩНИК-ХИЩНИК»

## THEORETICAL BASIS OF THE METHOD OF THE WAVE PROBABILITY FOR THE ECOLOGICAL SYSTEM OF "PREDATOR — PREDATOR"

**D. Zaitsev  
O. Shamaeva  
N. Shvedov**

*Summary.* The method of the wave probability for the ecological system of "predator — predator" is given in this work. The concepts from the theory of games and queueing theory are used for discrete description of the system of "predator — predator". The idea of the method is the following: the calculation of the probability of the graph states is similar to the calculation of the wave front of the wave according to Huygens — Fresnel's principle. The method is based on creating of the graph. Each state of this graph is characterized by the number of two kinds of predators. Some restrictions which is necessary to consider creating the models of "predator — predator" with the help of the queueing theory are given.

*Keywords:* Ecological system, the method of the wave probability, the graph, Markov's process, the queueing theory.

**Зайцев Дмитрий Викторович**

*К.т.н., доцент, 12 Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации, Россия, Сергиев Посад-7*

**Шамаева Ольга Юрьевна**

*К.т.н., доцент, Национальный исследовательский университет «МЭИ», Россия, Москва*

**Шведов Николай Александрович**

*Аспирант, Национальный исследовательский университет «МЭИ», Россия, Москва  
Shvedovn@gmail.com*

*Аннотация.* в работе предложен метод волны вероятности для экологической системы «хищник-хищник». Для дискретного описания динамики системы «хищник-хищник» используются понятия из теории игр, теории графов и теории систем массового обслуживания. Идея метода заключается в том, что расчет вероятностей состояний графа аналогичен расчету волнового фронта волны на основе принципа Гюйгенса — Френеля. Метод основан на построении графа, каждое состояние которого характеризует численности хищников двух видов. Приведены некоторые ограничения, которые надо учитывать при создании модели «хищник — хищник», применяя теорию систем массового обслуживания.

*Ключевые слова:* экологическая система, метод волны вероятности, граф, теория систем массового обслуживания, марковский процесс.

## Введение

Современное общество уделяет большое внимание экологическим проблемам [1]. Среди множества направлений в экологии существует направление изучающее взаимодействие популяций в разных экологических системах. Известны различные методы моделирования экологических систем: аналитические, имитационные, стохастические [2]. Все они имеют ряд существенных недостатков. Аналитические методы не учитывают возможности случайных событий, имеют единственное решение, которое не дает никакой информации о существовании других решений и их вероятностях. Имитационные методы требуют многократности повторения процесса расчета, значительного объема памяти и времени. Стохастические методы применимы только для игр малого масштаба. Поэтому необходимо создать новый метод, характеризующийся простотой вычислений. Целью данной работы является создание такого метода для экологической системы «хищник —

хищник». В отличие от известных методов предложенный метод не требует решения системы связанных дифференциальных уравнений Колмогорова, а использует итерационные зависимости.

### 1. Описание экологической системы «хищник — хищник»

Одним из частных случаев экологической системы «хищник — жертва» является экологическая система «хищник — хищник». Она описывает конкурентную борьбу двух видов хищников на одной территории или борьбу за один общий вид ресурсов. Отличительной особенностью этой системы является то, что данные виды хищников — антагонисты.

Суть данного противостояния интересов можно наблюдать не только в экологическом аспекте, но и в социальной сфере, — в конфликтах малой интенсивности (например, противоборство силовиков и террористов).

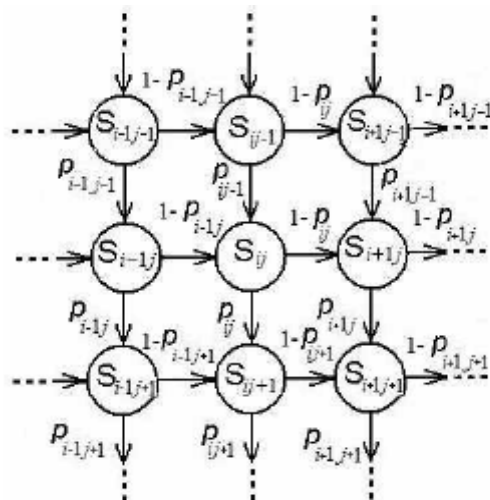


Рис. 1. Фрагмент графа экологической системы «хищник — хищник»

Также можно провести параллель с задачами, решаемыми в рамках теории игр, где у игроков антагонистические интересы [3, 4].

Математическая модель экологической системы «хищник — хищник» представляется в виде конечного графа с дискретными состояниями и дискретным временем, отображающим конкретное количество двух антагонистических видов хищников в определенный момент времени [5]. Переходы между состояниями однонаправленные, то есть, нет «петель». Под понятием «петля» будем подразумевать возможность обратного перехода, то есть, из текущего состояния системы можно сделать переход в предыдущее состояние, в котором уже побывала экологическая система.

В данном графе есть «поглощающие состояния». «Поглощающими состояниями» будем называть все состояния, в которых число одного из двух видов хищников равно нулю. Это будет означать, что один из видов хищников одержал победу над другим и ему досталась территория или общий ресурс.

## 2. Описание метода волны вероятности для системы «хищник- хищник»

Метод волны вероятности заключается в рассмотрении распространения в графе волны вероятности, волновой фронт которой можно рассчитать с помощью принципа, аналогичного принципу Гюйгенса — Френеля для расчета дифракции оптического излучения [6].

Согласно принципу Гюйгенса — Френеля каждая точка, до которой доходит волна, служит центром вторич-

ных волн, а огибающая этих волн задает положение волнового фронта в следующий момент времени.

Для расчета вероятности  $P_{i,j}$  состояния  $S_{i,j}$  необходимо просуммировать вероятности переходов  $p_{i,j-1}$  и  $(1 - p_{i-1,j})$  из соседних состояний  $S_{i-1,j}$  и  $S_{i,j-1}$  с соответствующими вероятностными состояниями  $P_{i,j-1}$  и  $P_{i-1,j}$ . Где  $S_{i,j}$  — состояния, отображающие  $i$  — ое количество хищников одного вида и  $j$  — ое количество хищников другого вида.

$$P_{i,j} = P_{i,j-1} p_{i,j-1} + P_{i-1,j} (1 - p_{i-1,j}) \text{ — формула волны вероятности ...} \quad (2.1)$$

На рисунке 1 представлен фрагмент графа экологической системы «хищник — хищник».

Вышеуказанный граф получается, используя теорию систем массового обслуживания и марковские процессы.

Процесс, протекающий в физической системе, называется марковским, если для каждого момента времени вероятность любого состояния системы в будущем зависит только от состояния системы в настоящий момент и не зависит от того, каким образом система пришла в это состояние [7].

Применение теории систем массового обслуживания предполагает использование некоторых ограничений при создании модели:

- ◆ одновременно не может произойти более одного события (гибель хищника одного или другого вида);
- ◆ процесс возникновения событий подчиняется пуассоновскому закону;

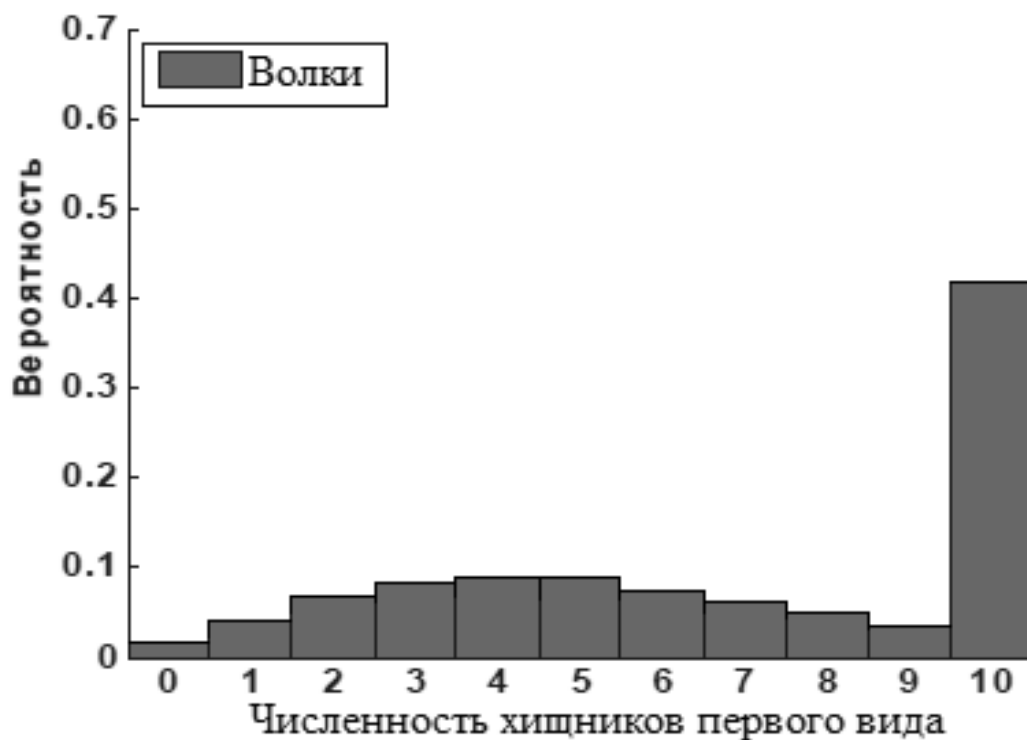


Рис. 2. Распределение вероятностей для волков

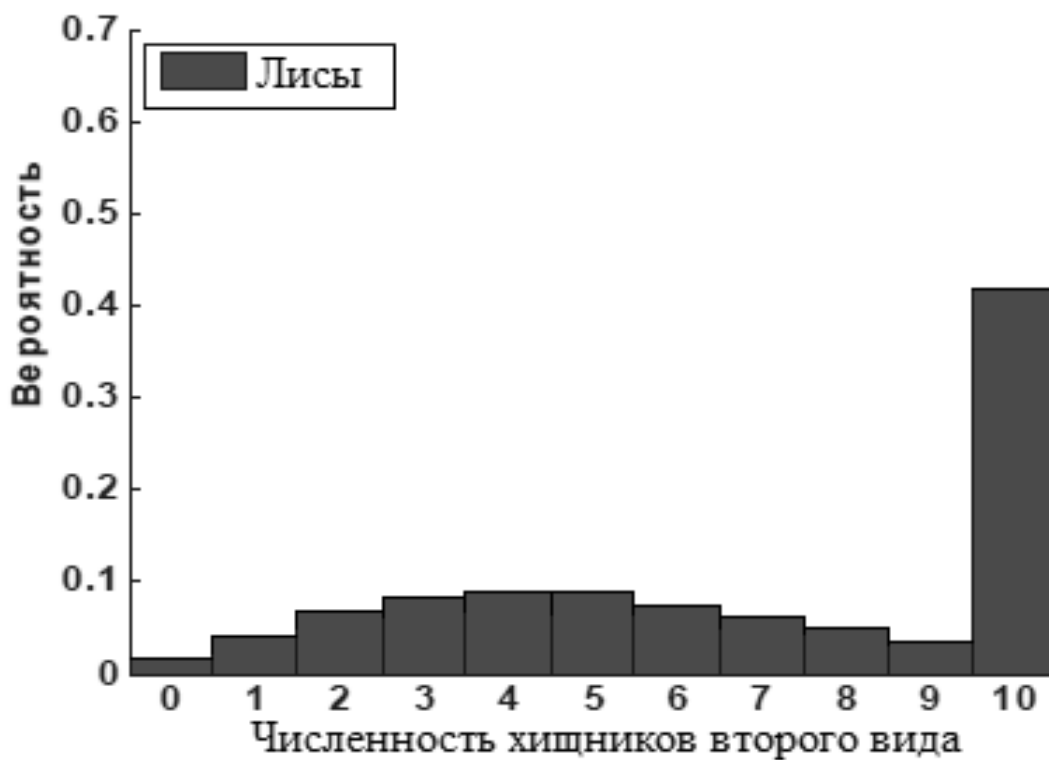


Рис. 3. Распределение вероятностей для лис

- ♦ система может находиться в одном из состояний  $S_{i,j}$
- ♦ вероятности перехода в новые состояния зависят только от того состояния, в котором в данный момент находится система [8].

Поток событий называется пуассоновским (простейшим), если он обладает тремя свойствами: стационарен, однороден и не имеет последствий [9].

Это предположение позволяет представить экологическую систему «хищник — хищник» в виде графа системы массового обслуживания.

### 3. Использование метода волны вероятности для экологической системы «хищник — хищник» при решении задач теории систем массового обслуживания

Для решения задачи важно рассмотреть вероятность перехода между состояниями в марковских процессах при условии пуассоновского потока событий. Пусть из некоторого состояния А система переходит в состояние В с интенсивностью  $\lambda$  и в состояние С с интенсивностью  $\mu$ . Рассчитаем вероятности перехода из состояния А в состояние В. Рассмотрим выражения для времени перехода из одного состояния в другое:

$$\Delta t = -\frac{\ln(x)}{\lambda}, \quad (1)$$

где  $x$  — некоторая случайная величина распределена по равномерному закону в интервале  $0 < x < 1$ . Чтобы система перешла в состояние В, необходимо чтобы  $\Delta t_B < \Delta t_C$ .

$$\begin{aligned} -\frac{\ln(x_B)}{\lambda} &< -\frac{\ln(x_C)}{\mu}; \\ \frac{\ln(x_B)}{\lambda} &> \frac{\ln(x_C)}{\mu}; \\ x_B &> x_C^{\frac{\lambda}{\mu}}. \end{aligned} \quad (2)$$

Вероятность условия, полученного в (2) можно рассчитать с использованием следующего интеграла:

$$\int_0^1 dx_C \int_{x_C^{\frac{\lambda}{\mu}}}^1 dx_B = \frac{\lambda}{\lambda + \mu}. \quad (3)$$

Формулу можно обобщить для случая  $n$  возможных переходов. В силу того, что поток, являющийся суммой двух пуассоновских потоков, также является пуассоновским с интенсивностью равной сумме интенсивностей этих потоков, и учитывая формулу (3), можно показать, что вероятность перехода в некое  $l$ -е состояние определяется как отношение:

$$P_{A \rightarrow l} = \frac{\lambda_l}{\sum \lambda_{Ai}}, \quad (4)$$

где  $\lambda_l$  — интенсивность перехода из состояния А в состояние  $l$ ;

$\lambda_{Ai}$  — интенсивности перехода из состояния А во все возможные состояния.

Данная формула справедлива не только для задач с дискретными состояниями и непрерывным временем, но и для задач с дискретными состояниями и дискретным временем.

### 4. Пример моделирования экологической системы «хищник — хищник» на основе метода волны вероятности

В качестве примера моделирования экологической системы «хищник — хищник» с помощью метода волны вероятности рассмотрим взаимодействие 10 волков и 10 лис. Предположим, что две данные популяции по своим биологическим характеристикам подобны друг другу. Таким образом, вероятности переходов между состояниями будут одинаковыми и равными 0,5. Полученные значения распределений вероятностей для волков представим на рисунке 2, а для лис — на рисунке 3.

Из полученных графиков видно, что вероятность потерь от конкурентной борьбы двух видов хищников составит 0,45. Прогноз в данном случае является неблагоприятным.

Дальнейшим развитием работы будет переход от использования метода волны вероятности в экологической системе «хищник — хищник» к его применению в экономической системе с различными видами конкуренции.

#### Выводы

1. Разработан метод волны вероятности для расчета плотности вероятности численности популяций экологической системы «хищник — хищник». Идея метода заключается в том, что расчет вероятностей предельных состояний графа аналогичен расчёту волнового фронта волны на основе принципа Гюйгенса — Френеля.
2. Обоснована возможность применения теории систем массового обслуживания для описания экологической системы «хищник — хищник».
3. Так как экологическая система «хищник — хищник» может применяться в конфликтах малой интенсивности, в которых у противоборствующих сторон антагонистические интересы, то её можно также использовать и для моде-

лирования современных боевых действий, характеризующихся очаговым характером боев столкновений малочисленных вооруженных подразделений.

4. На основании анализа экологической системы «хищник — хищник» можно будет исследовать поведение различных видов популяций в экологической системе «хищник — жертва».

ЛИТЕРАТУРА

1. Кундашева Е. С. Математические методы и модели в экономике — М.: Издательство — торговая корпорация «Дашков и КО», 2018—286с.
2. Васильев К.К., Служивый М. Н. Математическое моделирование инфокоммуникационных систем. — М.: Горячая линия — Телеком, 2018—236с.
3. Петросян Л.А., Зенкевич Н. А., Шевкоплас Е. В., Теория Игр — Спб.: «БХВ — Петербург», 2017—432с.
4. Кремлёв А. Г. Теория игр. Основные понятия — Екб.: Издательство уральского университета, 2019—141с.
5. Оре О. Теория графов — М.: URSS2008—352с.
6. Савельев И. В. Курс общей физики, том 3 — М.: Издательство «Наука» 1971—528с.
7. Ивченко Г.И., Медведев Ю. И. Введение в математическую статистику — М.: URSS2015—600с
8. Карташевский В.Г., Основы теории массового обслуживания — М.: Горячая линия — Телеком, 2015—130с.
9. Новиков А. И. Экономико-математические методы и модели. — М.: Издательство — торговая корпорация «Дашков и КО», 2008—532с.

© Зайцев Дмитрий Викторович, Шамаева Ольга Юрьевна, Шведов Николай Александрович ( Shvedovn@gmail.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Национальный исследовательский университет «МЭИ»



# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕТИПОВЫХ МОДЕЛЕЙ РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

**Захаров Александр Анатольевич**

*Д.т.н., профессор, Тюменский государственный университет*

**Варнавский Владислав Валерьевич**

*Аспирант, Тюменский государственный университет*

*vvv\_90\_08@mail.ru*

## COMPARATIVE ANALYSIS OF NON-STANDARD MODELS OF ACCESS CONTROL IN INFORMATION SYSTEMS

**A. Zakharov  
V. Varnavsky**

*Summary.* The article provides a detailed analysis of access control models for information systems of narrow purpose. At the beginning of the article the author describes the advantages and disadvantages of discretionary and mandatory models for access, making the conclusion about the extremely low efficiency in the use of standard models in the information systems of narrow purpose. Forms criteria for comparative analysis of non-typical access models. In the main part of the article the author considers the models of access control in the context of the formulated criteria. At the end of the article the author makes a generalizing conclusion on comparative analysis.

*Keywords:* information security; access control; authorization; models of access control.

*Аннотация.* В статье приводится подробный анализ моделей разграничения доступа для информационных систем узкого назначения. В начале статьи автор описывает преимущества и недостатки дискреционной и мандатной моделей доступа, делает вывод о крайне малой эффективности использования стандартных моделей доступа в информационных системах узкого назначения. Формирует критерии для сравнительного анализа нетиповых моделей доступа. В основной части статьи автор рассматривает модели разграничения доступа в контексте сформулированных критериев. В конце статьи автор делает обобщающий вывод по сравнительному анализу.

*Ключевые слова:* информационная безопасность; разграничение доступа; авторизация; модели разграничения доступа; контроль доступа.

С развитием информационных технологий возникла проблема, при которой несколько пользователей должны работать в рамках одной информационной системы (ИС) одновременно. Современные ИС обеспечивают одновременную работу десятков тысяч пользователей. Для определения прав и привилегий пользователей используются модели разграничения доступа, основанные, как правило, на избирательной или полномочной политике доступа.

Большинство существующих моделей доступа ориентированы на предотвращение угроз, направленных на одно из основных свойств информации с точки зрения безопасности — конфиденциальности, целостности и доступности.

Наиболее часто используемыми моделями разграничения доступа в ИС являются модель избирательного управления доступом (далее — дискреционная модель),

которая нашла применение в семействе ОС Windows, и классическая модель мандатного управления доступом (далее — мандатная модель), используемая, например, в военных информационных системах, где наличие грифов секретности информации обуславливается требованиями законодательства.

Каждая модель является неотъемлемой частью системы контроля, управления и разграничения доступа информационных систем (далее — СКУД) и имеет свои преимущества и недостатки. Говоря о дискреционной модели, можно выделить следующие преимущества:

- ◆ простота реализации (данная модель основывается на проверке наличия явно указанных прав в матрице доступа или списках контроля доступа);
- ◆ гибкость настройки (для каждого субъекта возможно явно указать права на каждый объект).

Однако имеется и ряд недостатков:

- ◆ отсутствие механизмов контроля конфиденциальной информации (не предусмотрены механизмы ограничения передачи прав между субъектами);
- ◆ возможность получения неограниченного доступа администраторами системы;
- ◆ сложность в администрировании (для более точной настройки необходимо вручную назначать права доступа всем субъектам);
- ◆ хранение избыточной информации (в случае использования матриц доступа, связка «субъект»-«объект» имеется для всех пар участников отношений вне зависимости от реального положения дел), что может привести к утечке прав доступа [1].

К преимуществам мандатной модели можно отнести:

- ◆ простота администрирования (достаточно присваивать субъектам и объектам метки безопасности, не указывая явных прав);
- ◆ управление процессом разграничения доступа системой, а не пользователями (владелец не имеет полного доступа к своим ресурсам);
- ◆ отсутствие «суперпользователя»;
- ◆ контроль за потоками информации.

Недостатками являются:

- ◆ избыточность прав доступа (пользователи имеют равные права в пределах одного уровня безопасности);
- ◆ отсутствие гибкости в настройке (невозможно назначить особый уровень привилегий конкретному пользователю) [2].

Говоря о системах общего назначения, не предъявляющих сложных требований к разграничению досту-

па, следует отметить, что использование стандартной дискреционной или мандатной модели является оправданным по причине простоты их реализации и достаточности функционала. Примерами таких систем могут являться операционные системы, предназначенные для домашних пользователей, или системы управления базами данных в случае обработки не конфиденциальной информации.

Однако информационные системы специального назначения (например, военные, медицинские, ИСПДн и т.д.) предъявляют ряд дополнительных требований к разграничению доступа. Например, доступ к данным в медицинских информационных системах должен динамически изменяться в зависимости от:

- ◆ времени доступа к данным;
- ◆ текущих взаимоотношений врач;
- ◆ статуса пациента;
- ◆ места пребывания пациента;
- ◆ степени конфиденциальности информации [3].

Исходя из вышесказанного следует вывод, что использование стандартных моделей неэффективно с точки зрения безопасности в информационных системах специального назначения, для которых приведенные недостатки могут стать причиной фатальных ошибок.

Таким образом, актуальной проблемой является анализ существующих нетиповых моделей доступа и выявление наиболее эффективных с точки зрения обеспечения информационной безопасности.

В качестве критериев для анализа предлагаются:

- ◆ простота реализации (неверное выполнение шагов на этапе проектирования ИС может привести к инцидентам в области информационной безопасности);
- ◆ простота администрирования (для наибольшей эффективности СКУД необходимо нивелировать человеческий фактор);
- ◆ избыточность прав доступа;
- ◆ гибкость настройки;
- ◆ контроль защиты конфиденциальности информации;
- ◆ контроль защиты целостности информации;
- ◆ контроль защиты доступности информации;

### Модель невмешательства

Модель невмешательства основана на мандатной политике разграничения доступа и направлена на решение проблемы утечки информации по скрытым каналам (ситуации, при которых информационные потоки протекают в обход стандартных правил «Нет чтения вверх» и «Нет записи вниз»). Вводится понятие «невмешатель-

ство» — т.е. ограничение, при котором ввод высокоуровневого пользователя не может смешиваться с выводом низкоуровневого пользователя.

В системе рассматриваются четыре объекта:

- ◆ высокий ввод (*high-in*);
- ◆ высокий вывод (*high-out*);
- ◆ низкий ввод (*low-in*);
- ◆ низкий вывод (*low-out*).

Данная модель включает использование следующих объектов и функций:

- ◆  $command(u)$  — команда, исполненная пользователем  $u$ ;
- ◆  $hist.command(u)$  — история ввода системы, чей последний ввод был  $command(u)$ ;
- ◆  $out(u, hist.command(u))$  — вывод пользователю  $u$  при исполнении команды  $command$ ;
- ◆  $purge(u, hist)$  — функция очищения команд, введенных пользователем;
- ◆  $clearance(u)$  — функция определения степень доверия к пользователю.

Система считается удовлетворяющей требованию невмешательства, если для всех пользователей  $u$ , всех историй  $hist$  и всех команд вывода  $command$  справедливо:

$$out(u, hist.command(u)) = out(u, purge(u, hist).command(u)) \quad [4]$$

При сравнении данной модели с моделью Белла-Лападулы, являющейся классическим представителем моделей мандатного разграничения доступа, выделяют следующее:

- ◆ модель невмешательства контролирует процесс утечки информации по скрытым каналам за счёт введения концепции невмешательства;
- ◆ модель невмешательства, однако, позволяет копировать низкоуровневым пользователям один высокоуровневый файл в другой, что невозможно в модели БеллаЛападулы.

Как и модель Белла-Лападулы, модель невмешательства решает проблему защиты только одного свойства информации — конфиденциальности. Несмотря на наличие защиты от утечек по скрытым каналам, данная модель является менее гибкой, по причине наличия только двух категорий объектов, а также является сложной в реализации. При этом проблема наличия избыточных прав не решается.

### Модель невыводимости

Наряду с моделью невмешательства данная модель направлена на решение проблемы утечки информации

по скрытым каналам. Вводится понятия «Невыводимо безопасной» системы. Система является таковой, если пользователи с низкими уровнями безопасности не могут получить информацию с высоким уровнем безопасности в результате любых действий пользователей с высоким уровнем безопасности, т.е. утечка информации не может произойти в результате послышки высокоуровневыми пользователями высокоуровневой информации к низкоуровневым пользователям [5].

При использовании данной модели система принимает ввод от высоко- и низкоуровневых пользователей, обрабатывает эти вводы некоторым незадаанным образом и затем выдает на выходах к высоко- и низкоуровневым пользователям информацию. Возможно также, что вводят информацию и получают данные вывода одни и те же пользователи. Единственным различием пользователей является то, какой у них уровень безопасности — высокий или низкий.

Данная модель является негибкой, по причине наличие только двух уровней безопасности пользователей, а также процесс ее реализации является крайне тяжелым, т.к. полностью изолировать пользователей различных групп, оставив при этом возможность взаимодействия, практически невозможно.

### Дискреционная модель Кларка-Вильсона

Модель направлена на обеспечение целостности информации. В данной модели рассматриваются т.н. «тройки целостности», включающие в себя:

- ◆ субъект;
- ◆ операция, не нарушающая целостность;
- ◆ объект;

Согласно данной модели, всё множество объектов разделяется на два типа:

- ◆ объекты, требующие контроля целостности;
- ◆ объекты, не требующие контроля целостности;

Вводятся логически объединенные совокупности элементарных операций, называемые процедурами преобразования, а также дополнительный класс процедур, которые обеспечивают проверку целостности. В случае если результаты процедуры преобразования при применении к ним процедур проверки целостности дают положительный результат, они называются «корректно сформированными транзакциями».

Вводятся следующие правила:

- ◆ множество процедур проверки целостности должно применяться ко всем объектам, требующим контроля целостности;

- ◆ все процедуры преобразования должны быть транзакциями, не нарушающими целостность объектов, и должны применяться только к списку объектов, требующих контроля целостности, устанавливаемых администратором системы;
- ◆ система должна контролировать применимость операций к объектам в соответствии со списком, определенным в предыдущем правиле;
- ◆ система должна содержать список процедур, разрешенным конкретным пользователям;
- ◆ система должна аутентифицировать всех пользователей, выполняющих операции;
- ◆ каждая процедура преобразования должна записывать в журнал регистрации информацию, достаточную для восстановления полной картины обстоятельств применения данной процедуры;
- ◆ некоторые процедуры преобразования могут превращать объекты, не требующие контроля целостности в объекты, требующие контроля целостности;
- ◆ только специально уполномоченный субъект имеет право изменять списки допустимых объектов и процедур преобразования. Данный субъект не имеет права выполнять какие-либо действия, если он уполномочен изменять регламентирующие эти действия списки.

Данная модель является простой в реализации, однако решает только проблему нарушения целостности, потому ее использование не является целесообразным в системах, где важным критерием безопасности является защита конфиденциальности. Наличие списков допустимых операций и объектов позволяет считать систему, основанную на данной модели, гибкой в настройке. По причине изолированности администратора от пользователей, система также является простой в администрировании [6].

### Модель Кена Биба

Данная модель является инвертированной версией модели Белла-Лападулы, призванной решать проблемы нарушения целостности.

Ее основными элементами являются:

- ◆ множество субъектов;
- ◆ множество объектов;
- ◆ множество операций над объектами;
- ◆ решетка уровней целостности;
- ◆ множество состояний системы;
- ◆ функции перехода;
- ◆ множество наборов запросов.

В отличие от модели Белла-Лападулы, критерий безопасности заключается в недопустимости потоков

от субъектов нижних уровней иерархии к объектам верхних уровней, т.к. такие потоки могут нарушить целостность объектов верхних уровней. Основными правилами доступа являются:

- ◆ нет записи вверх, т.к. может произойти нарушение целостности объекта;
- ◆ нет чтения вниз, т.к. может произойти нарушение целостности субъекта [7].

Данная модель предусматривает понижение уровня целостности субъекта до уровня целостности объекта вместо невозможности чтения вниз, а также автоматическое понижение уровня целостности объекта до уровня целостности субъекта вместо невозможности записи вверх.

Таким образом, модель Кена Биба является противоположной версией модели Белла-Лападулы и обладает теми же преимуществами и недостатками.

### Модель Миллена распределения ресурсов

Данная модель направлена на защиту от нарушения доступности информации, ее основная идея заключается в формировании требований к распределению пространства и времени для процессов.

Основными элементами системы являются:

- ◆  $P$  — множество активных процессов;
- ◆  $R$  — множество пассивных ресурсов;
- ◆  $c$  — некоторая фиксированная граница, используемая для обозначения общего максимального числа единиц всех типов ресурсов, доступных в исследуемой системе;
- ◆  $A_p$  — вектор распределения, обозначающий для каждого ресурса число единиц ресурсов, выделенных для процесса  $p$  в некотором состоянии;
- ◆  $CPU$  — особый вид ресурсов, необходимый для формирования информации о том, является ли процесс текущим или застывшим, так если  $A_p(CPU) = 1$ , то истинным является  $running(p)$ , иначе истинным является  $asleep(p)$ ;
- ◆  $Q_p^s$  — вектор пространственных требований, обозначающий число единиц каждого ресурса, требуемое процессом  $p$  для выполнения необходимого задания в некотором состоянии;
- ◆  $T(p)$  — функция, обозначающая, когда в последний раз изменились часы для процесса с целью отражения реального времени;
- ◆  $Q_p^t$  — вектор временных требований, который обозначает объем времени, необходимого каждому ресурсу процесса  $p$  для выполнения работы [8].

Таблица 1. Сводная таблица по результатам анализа

Модель безопасности	Простота реализации	Простота администрирования	Избыточность прав доступа	Гибкость	Защита К	Защита Ц	Защита Д
Модель невмешательства	-	-	-	-		-	-
Модель невыводимости	-	-	-	-	+	-	-
Модель Кларка — Вильсона	+	+	+	+	-	+	-
Модель Биба	+	+	-	-	-	+	-
Модель Миллена	-	-	+	-	-	-	+
Модель Лендвера	-	+	+	+	+	+	-

Предполагается, что процессы могут определять множество ресурсов, необходимых им для завершения работы, до того, как они ее начнут, также предполагается, что процесс может определять временные требования для конкретного задания.

Модель предполагает использование восьми правил, направленных на формирование требований к пространственно-временным характеристикам процесса и потребляемым им ресурсом.

Реализация данной модели при проектировании информационной системы, а также администрирование системы безопасности являются весьма трудоемкими процессами благодаря введению большого количества интуитивно непонятных правил. Система также не является гибкой в настройке по причине явного задания требований и невозможности их изменения.

### Модель Лендвера

Данная модель направлена на защиту от нарушения конфиденциальности. Модель Лендвера основана на дискреционной и мандатной политиках доступа. Правилами безопасности являются:

- ◆ уровни безопасности, уровней доверия и множество ролей присваивает администратор;
- ◆ в пределах уровня безопасности пользователь классифицирует сообщения и определяет набор доступа для сущностей, которые он создаёт, так что только пользователь с требуемой благонадёжностью может просматривать информацию;
- ◆ пользователь должным образом контролирует информацию объектов, требующих благонадёжности.

В качестве ограничений безопасности выделяются:

- ◆ пользователь может запрашивать операции над сущностями, только если пользовательский

идентификатор или текущая роль присутствует в множестве доступа сущности вместе с этой операцией;

- ◆ уровень безопасности контейнера всегда больше или равен уровня безопасности сущностей, которые он содержит;
- ◆ информация, переносимая из объекта, всегда содержит уровень безопасности объекта. Информация, вставляемая в объект, должна иметь уровень безопасности ниже уровня безопасности этого объекта.
- ◆ пользователь может просматривать только объекты с уровнем безопасности меньше, чем уровень безопасности устройства вывода и степень доверия к пользователю;
- ◆ пользователь может получить доступ к косвенно адресованной сущности внутри объекта, требующего степени доверия, только если его степень доверия не ниже уровня безопасности контейнера;
- ◆ сущности, просмотренные пользователем, должны быть помечены его степенью доверия;
- ◆ никакая классифицированная информация не может быть понижена в уровне своей классификации за исключением случая, когда эту операцию выполняет пользователь с ролью «пользователь, уменьшающий классификацию информации»;
- ◆ операция уничтожения информации производится только пользователем с ролью «пользователь, уничтожающей информацию».

Исходя из объединения двух политик безопасности сразу, данная модель объединяет многие их преимущества и недостатки. Так, например, система является гибкой, простой в администрировании, однако она сложна в реализации. С другой стороны, возможность задания явных прав доступа и меток безопасности одновременно — решает проблемы нарушения как целостности, так и конфиденциальности.

## Результаты

Сводная таблица по результатам анализа выглядит следующим образом:

В ходе исследования были найдены модели, позволяющие, по мнению авторов, решить проблемы классических моделей безопасности.

Исходя из таблицы, можно сделать вывод о том, что практически все проанализированные модели решают проблему защиты только одного свойства безопасности информации. Для использования в информационных системах, где необходимо контролировать защиту нескольких свойств информации, предлагаются следующие подходы:

- ◆ совместное использование нескольких моделей безопасности путем слияния их правил и элементов в одну модель;
- ◆ совместной использование нескольких моделей безопасности параллельно в рамках одной ИС;
- ◆ разработка модели доступа, направленной на защиту нескольких свойств информации одновременно.

Предлагаемые подходы следует выбирать исходя из текущих задач ИС, возможности реализации процес-

сов объединения моделей, а также наличия возможности слияния моделей в рамках их функциональных задач.

Среди проанализированных моделей наиболее приоритетной в части защиты конфиденциальности при разработке ИС специального назначения является модель Лендвера, основным недостатком которой является сложность реализации. В случае если защита конфиденциальности информации не является приоритетным направлением в защите ИС, предлагается использовать модель Кларка Вильсона.

Исходя из анализа, в настоящее время существует малое количество моделей безопасности, направленных на решение проблемы защиты доступности информации. Как следствие приоритетными направлениями дальнейших исследований являются изучение возможностей разработки моделей, решающих проблемы защиты трех свойств информации одновременно.

Наиболее оптимальным решением при проектировании ИС, в которой важны процессы сохранения конфиденциальности и целостности информации, является использование модели Лендвера или совместное использование моделей Белла-Лападулы и Биба.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Девянин П. Н. Модели безопасности компьютерных систем: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Академия, 2005
2. Steve Demurjian: Implementation of Mandatory Access Control in Role-based Security System. 2001
3. Оленников Е.А. и др. Разработка типовой модели управления доступом для типовой медицинской информационной системы: Программные продукты и системы/*Software & Systems*, № 1 (113), 2016. с. 166–168.
4. Девянин П. Н. Модели безопасности компьютерных систем: М.: Изд. центр «Академия», 2005. — 144 с.
5. Гайдамакин Н. А. Разграничение доступа к информации в компьютерных системах. — Екатеринбург: изд-во Урал. Ун-та, 2003. — 328 с
6. Щербаков А. Ю. Введение в теорию и практику компьютерной безопасности. М.: издатель Молгачев С. В. — 2001–352 с
7. Biba, K. J. "Integrity Considerations for Secure Computer Systems"
8. J.Millen "Resource allocation model for denial of service", IEEE symposium on research in security and privacy, 1992.

© Захаров Александр Анатольевич, Варнавский Владислав Валерьевич ( vvv\_90\_08@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА ДАННЫХ: ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАКЕТА PSPP В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

## INFORMATION TECHNOLOGIES IN STATISTICAL ANALYSIS: EXPERIENCE OF USAGE OF PACKAGE PSPP IN MEDICAL SCHOOL FOR FORMING PROFESSIONAL COMPETENCIES

**S. Kasyuk  
T. Shamaeva**

*Summary.* The article describes the information technologies used to form the professional competencies in the field of statistical analysis of medical information on the basis of evidence-based medicine. It is shown that using of statistical package PSPP provide the basic capabilities to analyze medical information. The method of forming these professional competencies to studying the discipline of medical informatics is described.

*Keywords:* information technologies, statistical analysis, package PSPP, clinical studies, evidence-based medicine, professional competencies.

**Касюк Сергей Тимурович**

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский  
государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(г. Челябинск)  
sergey.kasyuk@gmail.com

**Шамаева Татьяна Николаевна**

К.п.н., доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский  
государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(г. Челябинск)  
shamtan@rambler.ru

*Аннотация.* Статья посвящена информационным технологиям, используемым для формирования профессиональных компетенций в области статистического анализа медицинской информации на основе доказательной медицины. Показано, что использование статистического пакета PSPP обеспечивает основные возможности для статистического анализа медицинской информации. Приведена методика формирования указанных профессиональных компетенций при изучении дисциплины «Медицинская информатика».

*Ключевые слова:* информационные технологии, статистический анализ, пакет PSPP, клинические исследования, доказательная медицина, профессиональные компетенции.

**П**рофессиональная деятельность будущих выпускников медицинского вуза будет строиться с учетом как *статистического анализа медицинской информации о работе лечебного учреждения* и публичного представления полученных результатов, так и *статистического анализа информации при решении научно-исследовательских и научно-прикладных задач в области здравоохранения.*

В ФГОС третьего поколения предусмотрено формирование *профессиональных компетенций* обучающихся, связанных со *статистическим анализом медицинской информации и использованием методов доказательной медицины*, которые в настоящее время реализуется с применением соответствующих информационных аналитических технологий. Данные компетенции являются обязательными для обучающихся.

Согласно требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 31.05.01 «Лечебное дело», утверждено-

го приказом № 95 Минобрнауки России от 09.02.2016, в результате освоения программы специалитета выпускник должен обладать рядом *профессиональных компетенций (ПК) в медицинской деятельности и научно-исследовательской деятельности*, связанных со *статистическим анализом медицинской информации*. К таким компетенциям следует отнести: способность и готовность к применению социально-гигиенических методик сбора и микро-статистического анализа информации о показателях здоровья населения (ПК-4), готовность к анализу и публичному представлению медицинской информации на основе *доказательной медицины* (ПК-20) [1].

Таким образом, необходимо на уровне высшего профессионального образования сформировать у обучающихся *компетенции* как в областях *статистического анализа медицинской информации*, так и использования *соответствующих статистических пакетов.*

Современный *статистический анализ медицинской информации* базируется на использовании таких статистических пакетов, как SPSS компании IBM, STATISTICA компании TIBCO Software Inc., SAS компании SAS Institute Inc., свободного пакета PSPP, а также статистического языка R.

Статья ставит *целью* изучить опыт и проанализировать перспективы использования пакета PSPP для формирования *профессиональных компетенций в области статистического анализа медицинской информации на основе доказательной медицины* у обучающихся по направлению подготовки 31.05.01 «Лечебное дело» в Южно-Уральском государственном медицинском университете (ЮУГМУ).

Профессиональные компетенции в рабочих программах и планах

Обучающиеся в ЮУГМУ по направлению подготовки 31.05.01 «Лечебное дело» изучают на первом и втором курсах две дисциплины, связанные с медико-статистическим анализом информации: «Физика, математика» и «Медицинская информатика». Эти дисциплины относятся к базовой части программы специалитета.

Согласно рабочих программ дисциплин «Физика, математика», «Медицинская информатика», принятых в ЮУГМУ, в результате изучения этих дисциплин обучающиеся должны:

- ◆ знать теоретические *основы статистического анализа информации*, принципы, методы *математической статистики и доказательной медицины*;
- ◆ уметь использовать *базовые методы статистики* при обработке и представлении экспериментальных данных, *анализировать и представлять медицинскую информацию* в соответствии с принципами математической статистики;
- ◆ владеть методами *анализа статистической информации* о показателях здоровья населения, *технологией анализа биомедицинских данных с позиций математической статистики*.

При изучении дисциплины «Физика, математика» обучающиеся знакомятся с основными понятиями математической статистики и овладевают приемами расчёта числовых характеристик выборок, а также точечных и интервальных оценок параметров генеральной совокупности. На занятиях по дисциплине «Медицинская информатика» происходит дальнейшее *обогащение понятий математической статистики*, формируются *навыки работы в статистическом пакете*. Так, в учебном плане дисциплины «Медицинская информа-

тика» [2], принятом в ЮУГМУ, присутствуют темы № 12–14 «Математическая обработка медико-биологических данных с помощью статистического пакета».

В ЮУГМУ в качестве средства формирования компетенций, связанных со *статистическим анализом медицинской информации*, был выбран свободный статистический пакет PSPP версии 0.10.2.

Учебный процесс дисциплин «Физика, математика», «Медицинская информатика» реализуется как целостная система организационных форм и методов обучения (лекций, практических занятий и самостоятельной работы), образующих дидактический цикл обучения.

### Доказательная медицина и её роль в клинических исследованиях

*Доказательная медицина* — это использование результатов лучших клинических исследований для выбора лечения конкретного пациента, это интеграция лучших научных доказательств с клиническим опытом и ожиданиями пациентов [3].

Р. Флетчер, С. Флетчер, Э. Вагнер в своей классической работе [4] пишут, что «термин «доказательная медицина» был введен для обозначения медицинской практики, основанной на данных хорошо организованных клинических исследований. Задача врача — найти эти данные..., оценить их, всесторонне обдумать и применить к своему пациенту».

Т. Гринхальх постулирует, что «...в основе доказательной медицины лежит *использование количественных сведений*, полученных в исследованиях на группах пациентов, при принятии решений о конкретных пациентах» [5].

Клиническая наука особенно убедительна, когда может обеспечить *количественный подход при измерениях*. Отчасти это обусловлено тем, что *количественные результаты* дают более достоверные доказательства, позволяют оценить ошибку и облегчают обмен информацией как между врачами, так и между врачом и больным [4].

Принципы *доказательной медицины*, широко используемые при проведении *клинических исследований*, позволяют дать объективную сравнительную оценку эффективности и безопасности применения изучаемого метода или вмешательства для лечения определенных патологических состояний [3].

Значение *клинических исследований* заключается в поиске эффективных и безопасных методов диагности-



ки, лечения и профилактики и, на этой основе, создания рекомендаций для широкого применения [3].

К основным этапам клинических исследований следует отнести: формулировку целей и выдвижение гипотез, планирование и выполнение исследований, сбор и подготовку данных, анализ данных, интерпретацию результатов, представление результатов, формулировку выводов [6].

Современные информационные аналитические технологии позволяют решать задачи *основных этапов клинических исследований* [7, 8]:

1. Планирование медицинских исследований.
2. Рандомизация пациентов.
3. Вычисление необходимого объема выборки, анализ мощности.
4. Сбор и подготовка данных для анализа: консолидация, агрегирование, трансформация, группировка, очистка.
5. Вычисление основных описательных статистик выборок.
6. Визуализация данных.
7. Установление степени связи между различными категориальными данными. Построение таблиц сопряженности. Вычисление абсолютных, относительных рисков, отношения шансов.
8. Выявление зависимостей между показателями пациентов: вычисление коэффициентов корреляции Пирсона, Спирмена, Тау Кендалла.
9. Выявление эффективности лечения в нескольких выборках пациентов: параметрические критерии (дисперсионный анализ Фишера,  $t$ -критерии) и непараметрические критерии ( $U$ -критерий Манна-Уитни,  $H$ -критерий Краскела — Уоллиса, дисперсионный анализ Фридмана, критерий Колмогорова — Смирнова, критерий Вилкоксона, критерий знаков).
10. Прогнозирование исхода лечения и выявление факторов, влияющих на этот исход: дискриминантный анализ, деревья классификации, линейная регрессия, логистическая регрессия.
11. Анализ выживаемости, сравнение выживаемости в различных выборках: критерии Гехана — Вилкоксона, Кокса — Ментела,  $F$ -критерий Кокса, логарифмический ранговый критерий.
12. Представление результатов и оформление отчетов.

### Статистический пакет PSPP

Применяемый в ЮУГМУ пакет PSPP является свободным программным обеспечением для статистического анализа данных в ОС Windows, распространяемым под лицензией GNU (General Public License). PSPP является

свободной заменой коммерческого пакета SPSS компании IBM со схожими функциональными возможностями [9].

В PSPP реализованы следующие статистические процедуры [10, 11]:

1. *Вычисление описательных статистик.*
2. *Сравнение средних:  $t$ -критерий для одной выборки,  $t$ -критерий для независимых выборок,  $t$ -критерий для зависимых выборок, однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA).*
3. *Параметрическая корреляция Пирсона.*
4. *Кластерный анализ методом  $k$ -средних.*
5. *Факторный анализ.*
6. *Анализ надежности.*
7. *Регрессионный анализ: линейный и логистический.*
8. *Непараметрическая статистика: сравнения частот в двух независимых выборках по критерию Хи-квадрат, проверка закона распределения выборок по критерию Колмагорова — Смирнова, сравнение двух зависимых выборок с помощью непараметрического критерия Вилкоксона, сравнение двух зависимых выборок с помощью непараметрического знакового критерия, сравнение частот в двух зависимых выборках по критерию Мак-Немара, критерий Q Кохрена для повторных испытаний.*
9. *Кривая операционных характеристик (ROC-кривая).*
10. *Визуализация данных: построение графиков, гистограмм.*

### Методика формирования профессиональных компетенций

За основу *методики формирования профессиональных компетенций* в области *статистического анализа медицинской информации с использованием пакета PSPP* взята методическая система доцентов Т.Н. Шамаевой, О.А. Степановой, описанная в их работе по научно-методическому обеспечению дисциплины «Информатика и медицинская статистика» [12].

На кафедре *математики, медицинской информатики, информатики и статистики, физики ЮУГМУ* были разработаны соответствующие лекции, практические работы и фонды оценочных средств.

На лекциях даётся представление о принципах доказательной медицины, этапах клинических исследований, базовых понятиях статистического анализа (генеральной совокупности, выборке, основных статистиках), видах статистических гипотез, параметрических и непараметрических критериях и различных видах анализа.

Таблица 1

Переменная	N	Среднее	Станд. отклон.	Дисперсия	Станд. ошибка средн. знач.	Экссесс	Асимметрия
Плацебо	11	2,26	0,31	0,10	0,09	-1,12	0,15
Нифедипин	11	2,08	0,41	0,17	0,12	-1,11	-0,46

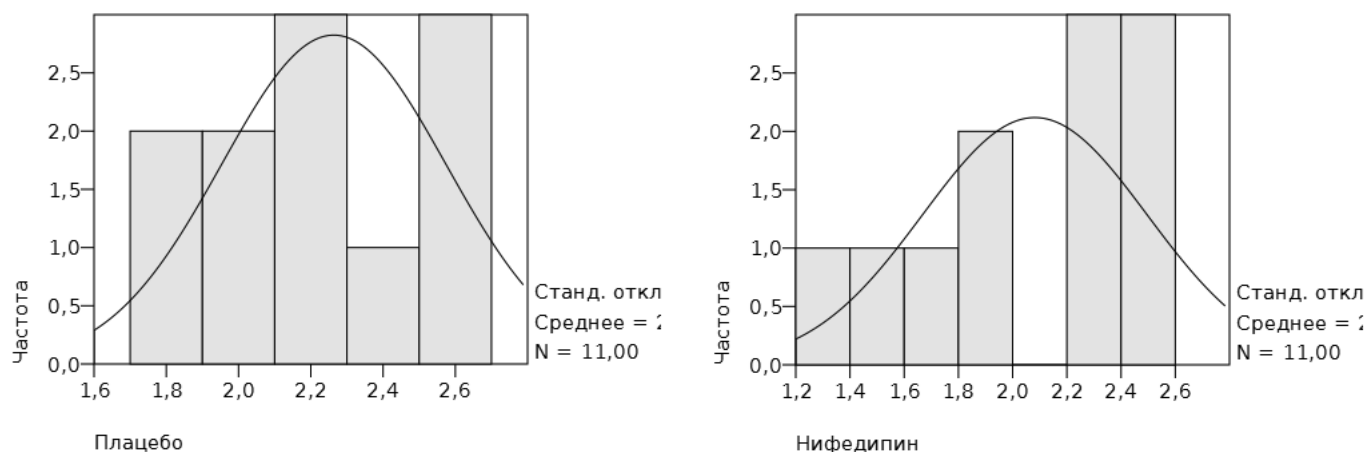


Рис 1. Гистограммы переменных Плацебо и Нифедипин

В содержание одной из лекций включен обзор интерфейса PSPP, подготовка и работа с данными в этом пакете.

Во время практических занятий обучающиеся, используя пакет PSPP, для каждой решаемой задачи: определяют тип и структуру исходных медицинских данных, вводят информацию в таблицы пакета, вычисляют описательные статистики, определяют вид распределений, формулируют нулевую и альтернативную гипотезы в зависимости от цели анализа, вычисляют статистики критерия, делают статистически обоснованные выводы.

### Практика формирования профессиональных компетенций

Проиллюстрируем практику формирования компетенций в пакете PSPP на учебной задаче сравнения двух независимых выборок с помощью *t*-критерия. Дана информация о влиянии диуретиков на диаметр коронарных сосудов в двух независимых выборках пациентов по 11 человек, принимавших плацебо и нифедипин. Необходимо определить влияние нифедипина на диаметр коронарных сосудов [7].

Статистический анализ медицинской информации в пакете PSPP для этой задачи проводится по следующему алгоритму:

1. Создается таблица наблюдений, состоящей из столбцов (переменных *Плацебо* и *Нифедипин*)

*тин*) и строк (наблюдений). Вводятся исходные данные, соответствующие двум выборкам — *Плацебо* и *Нифедипин*.

2. Вычисляются описательные статистики выборок (табл. 1).
3. Проверяется нулевая гипотеза  $H_0$  о том, что выборки извлечены из генеральных совокупностей с нормальным распределением изучаемых признаков. Проверка осуществляется по критерию Колмогорова — Смирнова и выборочным коэффициентам асимметрии и эксцесса. Оказывается, что расчетные значения критерия Колмогорова — Смирнова (0,13 для *Плацебо* и 0,16 для *Нифедипин*) для выборок меньше табличного значения 0,39 для заданного количества наблюдений  $n = 11$  и уровня значимости  $\alpha = 0,05$ , и, следовательно, нулевая гипотеза  $H_0$  о нормальности распределения выборок *Плацебо* и *Нифедипин* подтверждается.
4. Строятся гистограммы для исследуемых выборок *Плацебо* и *Нифедипин* (рис. 1). При небольшом количестве наблюдений эти гистограммы отличаются по внешнему виду от гистограмм для выборок с нормальным распределением (см. таблицу).
5. Убедившись, что распределение в выборках нормальное, данные перестраиваются в соответствии с требованием PSPP. В первый столбец, называемый **Диаметр**, вводятся величины диаметра коронарных сосудов. Второй столбец,

Набл.	Диаметр	Независимая
1	2,2	плацебо
2	2,2	плацебо
3	2,6	плацебо
4	2,0	плацебо
5	2,1	плацебо
6	1,8	плацебо
7	2,4	плацебо
8	2,3	плацебо
9	2,7	плацебо
10	2,7	плацебо
11	1,9	плацебо
12	2,5	нифедипин
13	1,7	нифедипин
14	1,5	нифедипин
15	2,5	нифедипин
16	1,4	нифедипин
17	1,9	нифедипин
18	2,3	нифедипин
19	2,0	нифедипин
20	2,6	нифедипин
21	2,3	нифедипин
22	2,2	нифедипин

Рис. 2

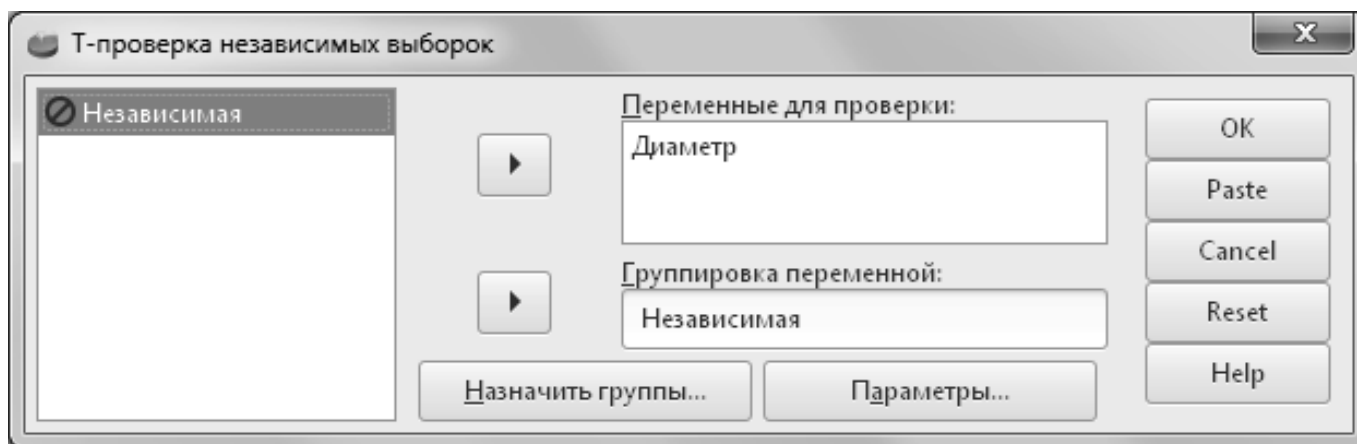


Рис. 3. Окно T-проверка независимых выборок

называемый **Независимая**, заполняется категориальными данными — именами переменных «плацебо» и «нифедипин» (рис. 2).

6. В окне **T-проверка независимых выборок** (рис. 3) выбирается переменная для проверки — **Диаметр** и группирующая переменная — **Независимая**. Назначаются для анализа две независимые группы — *плацебо* и *нифедипин*. Нажимается **ОК**.
7. В результате на экране появится таблица с результатами проверки независимых выборок по *t*-критерию (табл. 2) со следующими показателями:

- а) ***F*** — значение критерия Левина  $F(1, df)$ , где *df* — степень свободы;
- б) **Знач.** — уровень значимости *p* для критерия Левина;
- в) ***t*** — значение *t*-критерия для независимых выборок;
- г) ***df*** — число степеней свободы;
- д) **Знач. (двустороннее)** — уровень значимости для *t*-критерия;
- е) **Средняя разница** — разница средних значений выборок;

Таблица 2. Результаты проверка независимых выборок по t-критерию

Левина F	Левина Знач.	t	df	Знач. (двустороннее)	Средняя разница	Разница стандартных погрешностей	95%-ый доверительный интервал разницы	
							Нижняя	Верхняя
1,53	0,231	1,16	20	0,258	0,18	0,16	-0,14	0,51

- ж) Разница стандартных погрешностей;
- з) 95%-й доверительный интервал разницы.

8. Проверятся нулевая гипотеза  $H_0$  о равенстве дисперсий в выборках *Плацебо* и *Нифедипин* по критерию Левина. Поскольку расчетный уровень значимости для этого критерия  $p = 0,231$  больше критического значения 0,05, то принимается гипотеза  $H_0$ .
9. Проверяется нулевая гипотеза  $H_0$  об отсутствии влияния диуретиков на диаметр коронарных сосудов. Расчетный уровень значимости  $t$ -критерия  $p = 0,258$  больше критического значения 0,05, а расчетное значение  $t = 1,16$  меньше табличного значения 2,09 при числе степеней свободы  $df = 20$  и уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . Следовательно, принимается нулевая гипотеза  $H_0$ .

Приведенная задача наглядно демонстрирует основную проблему: пакет PSPP рассчитывает в окне вывода десятки статистических показателей, смысл и значения которых должны быть понятны обучающимся.

Изучение практики формирования компетенций выявило недостаточный уровень подготовки обучающихся по математической статистике, приводящий к сложностям в интерпретации полученных результатов анализа в PSPP. Эту проблему можно решить за счет увеличения интенсивности учебного процесса, лучшей организации самостоятельной работы и проведения дополнительных консультаций.

Непосредственное применение пакета PSPP не представляет серьезных проблем, является эффективным для обучения, а также вызывает понимание и живой интерес со стороны обучающихся. Практически анализ данных сводится к использованию готовых статистических процедур, заложенных в PSPP, применению стандартных пошаговых статистических алгоритмов и интерпретации полученных результатов.

К достоинствам пакета статистического PSPP, обуславливающим перспективу его использования в высшей школе, следует отнести: свободное использование пакета PSPP как альтернативы SPSS; функциональные возможности пакета PSPP, достаточные для базового статистического анализа медицинской информации;

графический пользовательский интерфейс пакета PSPP с поддержкой русского языка.

К недостаткам использования статистического пакета PSPP следует отнести:

1. ограниченные функциональные возможности по сравнению с такими коммерческими пакетами, как SPSS или STATISTICA, и отсутствие многих статистических критериев анализа информации;
2. отсутствие отечественной литературы, посвященной пакету PSPP. Данный недостаток компенсируется литературой по пакету SPSS (авторы А.Н. Герасимов, П.Ю. Дубнов, А.О. Крыштановский, А.А. Макаров, А.Д. Наследов, Д.Н. Таганов), а также многочисленной литературой по обработке медико-биологических данных в пакете STATISTICA (авторы В.П. Боровиков, Э.А. Вуколов, О.Ю. Реброва, Н.В. Трухачёва, А.А. Халафян, В.И. Юнкеров). Среди англоязычных источников можно выделить авторов С. Halter и E. Bigham [10, 11];
3. программные ошибки, приводящие к сбоям в работе пакета PSPP.

Проверка уровня сформированности профессиональных компетенций в области статистического анализа медицинской информации в пакете PSPP, осуществляющаяся в ЮУГМУ в виде тестирования в программе tTester, показывает хорошие результаты у обучающихся.

### Перспективы формирования профессиональных компетенций

Формирование профессиональных компетенций в области статистического анализа медицинской информации позволит обучающимся на 6-м курсе грамотно выполнить НИР, предусмотренную ФГОС [1] в рамках учебной практики и относящуюся к базовой части программы специалитета, и в дальнейшем, в профессиональной деятельности, осуществлять медико-статистический анализ информации на основе доказательной медицины и публично представлять полученные результаты. В случае необходимости появляется возможность быстрого перехода на коммерческие

статистические пакеты с расширенными функциональными возможностями.

Как отмечают в своей статье Н. И. Брико, В. И. Покровский, «в области образования *доказательная медицина* меняет существо как до-, так и последипломного медицинского образования. Сегодня в развитых странах врачи изучают не столько стандартные курсы, сколько самообучаются, разыскивая надежные ответы на самые важные вопросы собственной практики, т.е. приоритет отдается самостоятельной работе. Система непрерывного медицинского образования, завоевавшая сегодня наибольшее признание во всем мире, во многом основана на использовании современных информационных технологий» [13]. В перспективе клинические исследования и медицинское образование в аспекте доказатель-

ности принимаемых решений должны интегрироваться в единую систему [14].

## ВЫВОДЫ

В работе представлен опыт использования пакета PSPP для формирования профессиональных компетенции в области статистического анализа данных на основе доказательной медицины у обучающихся по направлению подготовки 31.05.01 «Лечебное дело» в ЮУГМУ. Практика показала эффективность использования пакета PSPP в медицинском вузе. К перспективам использования пакета PSPP в высшей школе следует отнести его функциональные возможности, достаточные для базового статистического анализа медицинской информации, и свободное использование.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 31.05.01 Лечебное дело (уровень специалитета) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://fgosvo.ru/news/8/1807> (дата обращения: 22.04.2019).
2. Темы практических занятий по дисциплине «Медицинская информатика» для обучающихся второго курса по специальности 31.05.01 Лечебное дело на 2018/2019 учебный год [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.chelsma.ru/files/misc/plan\\_lech\\_med.informatika\\_69468.pdf](http://www.chelsma.ru/files/misc/plan_lech_med.informatika_69468.pdf) (дата обращения: 22.04.2019).
3. Основы доказательной медицины: учебное пособие / под общей ред. проф. Р. Г. Оганова. — М.: Силиция-Полиграф, 2010. — 136 с.
4. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины. — М.: МедиаСфера, 1998. — 352 с.
5. Гринхальх Т. Основы доказательной медицины. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. — 336 с.
6. Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. — М.: Медиа Сфера, 2002. — 312 с.
7. Трухачёва Н. В. Математическая статистика в медико-биологических исследованиях с применением пакета Statistica. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. — 384 с.
8. Петри А., Сэбин К. Наглядная медицинская статистика: учеб. пособие / пер. с англ. под ред. В. П. Леонова. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. — 216 с.
9. PSPP — GNU Project — Free Software Foundation — Gnu.org [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.gnu.org/software/pspp> (дата обращения: 22.04.2019).
10. Halter C. P. The PSPP Guide: An Introduction to Statistical Analysis. — 2th ed. — San Diego: CreativeMinds Press Group, 2017. — 194 p.
11. Bigham E. Introduction to PSPP: A Step by Step Guide. — Createspace Independent Pub., 2013. — 50 p.
12. Шамаева Т. Н., Степанова О. А. Научно-методическое обеспечение дисциплины «Информатика и медицинская статистика», реализующей программу аспирантуры в медицинском вузе // Вестник Томского государственного педагогического университета. — 2017. — № 12 (189). — С. 63–67.
13. Брико Н. И., Покровский В. И. Эпидемиологические исследования, клиническая эпидемиология и доказательная медицина // Медицинский альманах. — 2008. — № 5. — С. 15–19.
14. Фокин В. А., Карась С. И., Калитивянская Т. А. Доказательная медицина в профессиональной подготовке врачей: информационные и экономические аспекты // Бюллетень сибирской медицины. — 2002. — № 4. — С. 47–61.

© Касюк Сергей Тимурович ( [sergey.kasyk@gmail.com](mailto:sergey.kasyk@gmail.com) ), Шамаева Татьяна Николаевна ( [shamtan@rambler.ru](mailto:shamtan@rambler.ru) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ОТ КРИПТОХЕША К БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИЯМ: НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПРЕПОДАВАНИЮ ИННОВАЦИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО И МУНИЦИПАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЩЕСТВЕ

**FROM CRYPTONHASH  
TO BLOCKCHAIN-TECHNOLOGIES:  
NEW APPROACHES TO THE TEACHING  
OF INNOVATIVE MECHANISMS  
OF STATE AND MUNICIPAL  
MANAGEMENT IN THE INFORMATION  
SOCIETY**

**S. Kozlov**

*Summary.* The author considers an extremely important issue of teaching innovative mechanisms of state and municipal management in the conditions of creating an Information society (IS). He analyzes the implementation of key international and Russian decisions to promote IS, the creation of e-government and the introduction of new management technologies. Particular attention paid to the training of students for the development of blockchain technologies. On his own experience basis gained in 2018–2019 years during training undergraduates of the Faculty of state management of Moscow State University and its critical thinking author proposed a new training program that meets the achieved level of development of IS.

*Keywords:* Information society, governance in social and economic systems, e-government, interagency cooperation, identification, authentication, hashing, electronic signature, blockchain-technologies, cryptocurrency.

**Козлов Сергей Дмитриевич**

*Д.полит.н., профессор, Институт мировых цивилизаций, Москва;*

*Профессор, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва  
kozlovsd@inbox.ru*

*Аннотация.* Автор рассматривает крайне важный вопрос преподавания инновационных механизмов государственного и муниципального управления в условиях создания Информационного общества (ИО). Он анализирует ход реализации ключевых международных и российских решений по продвижению в сторону ИО, созданию электронного правительства и внедрению новейших технологий управления. Особое внимание уделяется вопросам подготовки слушателей к освоению блокчейн-технологий. На базе полученного в 2018–2019 годах опыта обучения магистрантов факультета государственного управления МГУ и его критического осмысления предложена новая программа обучения, отвечающая достигнутому уровню развития ИО.

*Ключевые слова:* Информационное общество, управление в социальных и экономических системах, электронное правительство, межведомственное взаимодействие, идентификация, аутентификация, хеширование, электронная подпись, блокчейн-технологии, криптовалюта.

**Н**арастающие с конца XX века темпы совершенствования и внедрения вычислительной техники и информационных технологий, приобретшие экспоненциальный характер, стимулировали формирование Информационного общества (ИО), основанного на использовании предоставляемых в электронном виде накопленных человечеством информации и знаний, привели к беспрецедентным изменениям управления в социальных и экономических системах. Глобальный характер перехода к ИО обусловил необходимость выработки общего отношения к этому процессу и проведения всесторонней оценки достигнутого отдельными государствами и человечеством в целом уровня продвижения к ИО. Исходя из этого руководители стран, входящих в «Большую семерку», 24–26 февраля 1995 года в Брюсселе обсудила основные подходы к построению глобального ИО, глав-

ный смысл которых заключался в повсеместной и всесторонней поддержке государственных и частных инвестиций в информационно-коммуникационные технологии (ИТ) и обеспечении гражданам доступных информационных ресурсов и услуг. Следующим шагом, который, по моему мнению, следует признать историческим, стало подписание 22 июля 2000 года главами G-8 (с участием Президента РФ Путина В. В.) Окинавской Хартии глобального информационного общества, ставшей манифестом и одновременно достаточно конкретной программой действий государств по развитию Информационного общества на базе активного внедрения ИТ.

Квинтэссенцией Хартии, на мой взгляд, является пункт 2: «Суть стимулируемой ИТ экономической и социальной трансформации заключается в ее способности со-

действовать людям и обществу в использовании знаний и идей. Информационное общество, как мы его представляем, позволяет людям шире использовать свой потенциал и реализовывать свои устремления. Для этого мы должны сделать так, чтобы ИТ служили достижению взаимодополняющих целей обеспечения устойчивого экономического роста, повышения общественного благосостояния, стимулирования социального согласия и полной реализации их потенциала в области укрепления демократии, транспарентного и ответственного управления, прав человека, развития культурного многообразия и укрепления международного мира и стабильности» [1]. Именно этот документ на многие годы определил содержание национальных и международных проектов развития ИО, позволил сформулировать принципы вхождения государств в эту глобальную систему и выработать критерии оценки их продвижения к ИО [2, с. 13–14]. В какой-то мере Окинавская Хартия, принятая на высшем мировом уровне, стала манифестом новой эры ИТ и документом, требующим детального изучения и понимания студентами и специалистами, важнейшим элементом информационного и правового каркаса знаний, необходимых для внедрения качественно новых технологий государственного и муниципального управления,

Что касается предлагаемой системы критериев продвижения стран к ИО, то как показывает опыт, их детализация и особенности учета могут существенно усиливать влияние субъективного фактора и снижать достоверность оценки. Такие критерии, как «Количество домашних компьютеров на 100 жителей» или «Количество компьютеров, связанных с глобальными сетями» [2, с.14], в эпоху всеобщей «гаджетизации» и «всепроникновения» сетей теряют всякий смысл. Поэтому, на мой взгляд, значимую роль для качественной оценки эффективности усилий, связанных со становлением ИО, могли бы сыграть два укрупненных критерия: превышение доли информационных продуктов (ИП) в ВВП по отношению к материальному производству и участие большей части работающего населения в создании ИП. Поскольку такого рода предложения уже начали появляться в сфере публичной дискуссии, то необходимо обратить внимание на то, что попытка одновременного применения данных параметров нуждается в глубоком анализе их взаимодействия. Иначе, мы можем столкнуться с ситуацией, когда в одной стране в ИТ-сфере будет работать большинство работающего населения, но продукт их деятельности будет отражаться в показателях ВВП другого или даже других государств. Очевидно, что первый укрупненный параметр лучше подходит для оценки и сопоставления места государств в деятельности по созданию ИО, а сочетание параметров может быть целесообразно для оценки глобальной ситуации. Такой подход созвучен широко используемой методике определения уровня глобализации по доли ТНК в списке 100 крупней-

шими экономик мира, включающем как государства, так и ТНК. Такого рода сопоставления помогают лучшему пониманию процессов управления в крупных социальных и экономических системах и, одновременно, способствуют закреплению ранее полученных знаний.

Детальное изучение Окинавской Хартии обеспечивает, как показывает опыт преподавания новых технологий государственного управления в МГУ в 2018–2019 годах, формирование современного взгляда на проблему развития ИО и соответствующую трансформацию управления сложными системами. Это ускоряет последующее эффективное освоение российских правовых актов, созданных на базе требований Хартии, и содержащих конкретные требования к формированию ИО в России. Принципиальные положения Окинавского решения глав G-8 легли в основу утвержденной Указом Президента РФ № 212 от 7 февраля 2008 года Стратегии развития информационного общества в РФ [3], последующих постановлений Правительства, конкретизировавших необходимые практические шаги, и большого количества отраслевых, методических документов, способствовавших началу эксплуатации созданных систем. Поскольку сегодня мы изучаем текущие процессы развития ИО, отражающие проделанную в России работу по реализации положений Хартии, последующих решений Президента и Правительства, то среди правовых актов нашего государства особого внимания заслуживает Указ Президента РФ № 203 от 9 мая 2017 года «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» [4], который по сути подвел итоги выполнения предшествующего Указа главы государства на эту тему и инициировал корректировку на его основе важнейших постановлений Правительства РФ [5–7]. Автор выделяет тот минимум решений, изучение которых имеет определяющее значение для понимания слушателями сущности проведенной на уровне государства работы и важности скорейшего внедрения инновационных технологий управления.

Однако, как показывает опыт автора, приложившего немалые усилия по отбору из огромной информационной базы действительно необходимых для обучения официальных документов, полноценное освоение курса наряду с указанными выше правовыми актами, невозможно без глубокого изучения «Системного проекта формирования инфраструктуры электронного правительства (ЭП)» [8] Минкомсвязи РФ (утв.13.07.2010 г.). Этот достаточно объемный документ (88 страниц!) снабжен хорошо исполненными схемами, позволяющими понять работу отдельных структур ЭП и освоить необходимую терминологию. В итоге слушатели будут знать и понимать (программа минимум): место и функции ЭП в ИО, его архитектуру; функции и типовую архитектуру системы порталов госуслуг, их взаимодействие в ЭП; роль реестров

госуслуг и особенности работы с ними; различия систем межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ), межведомственного электронного документооборота (МЭД) и межведомственного документооборота органов власти (МЭДО); особенности функционирования единой системы идентификации и аутентификации (ЕСИА). Логически обоснованным завершением первого блока тем является вопрос о функционировании государственной автоматизированной информационной системы (ГАС) «Управление» [9].

Следует обратить внимание на важную особенность курса, изучающего новые технологии и механизмы государственного, регионального и муниципального управления на основе развития ИО. Она заключается в тесном переплетении организационных, правовых и технологических аспектов проблемы, требующих комплексного подхода к работе над ней и повышенных затрат времени. По расчетам автора для обучения этой первой части курса требуется не менее 12 академических часов лекций и семинарских занятий. «Домашняя работа» оценивается в сопоставимом с аудиторией объемом трудозатрат.

Особое значение для перехода к изучению новейших механизмов государственного управления, основанных на блокчейн-технологиях, имеет более глубокое освоение тем, связанных с идентификацией и аутентификацией, использованием криптографии для защиты информации (открытые и закрытые ключи, криптохеш, электронные подписи и т.д.). Изучение этих вопросов вызывает определенные трудности у некоторых далеких от ИТ-технологий и абстрактного мышления студентов и требует большего времени для самостоятельной работы над учебным материалом, а иногда и дополнительной помощи преподавателя.

Путаница начинается с определения терминов «идентификация» и «аутентификация». Первый связан с процессом предъявления субъектом неких материальных факторов, в том числе в самом невероятном виде — от звуков до визуально фиксируемых действий, которые должны совпадать с заранее заданными сигналами или иными факторами. Трудно представить себе старые приключенческие фильмы про разведчиков, где не применялся бы пароль или условный сигнал (свист, имитация пения птиц и многое другое). Выбитые под пытками условные сигналы позволяли «чужим» идентифицироваться как «своим». Предложение студентам привести примеры из кинематографии и их последующее обсуждение позволяет прочно закрепить полученные знания.

Несколько более сложным представляется понимание процесса аутентификации-проверки самого субъекта на его соответствие предъявленным документам, предметам или другим материальным объектам, позво-

ляющим сделать однозначный вывод о том, что заявитель и аутентифицируемый — одно и то же лицо. В условиях технологизации криминального мира и нарастания мошенничества в электронной сфере постоянное динамичное развитие сложных систем идентификации и аутентификации имеет решающее значение для предотвращения преступных намерений и предотвращения доступа противника к государственным секретам. Все шире применяется многокомпонентная аутентификация, например, в банковской сфере. Она предусматривает «чипование» (установка микропроцессоров) кредитных карт, PIN-кодирование, динамически меняющиеся пароли, проверочные телефонные СМС с контрольным кодом входа, визуальную аутентификацию, голосовой контакт с автоматической системой аутентификации банка, ответы на контрольные вопросы и т.д.

Однако, определяющее значение для изучения проблемы изменения управления в социальных и экономических в условиях ИО имеет освоение технологии криптозащиты информации. Сама схема передачи защищенной информации выглядит достаточно проста. Текст преобразуется из открытого состояния в зашифрованный с помощью шифра, представляющего собой определенную совокупность правил, позволяющих обеспечить как шифрование, так и обратную операцию — дешифрование (расшифровку) получателем. Наибольшее распространение получили двухключевые криптографические системы, которые используют для шифрования закрытый (секретный) ключ и созданный на общей с ним основе открытый ключ. Формируются ключи в рамках одной математической процедуры, обеспечивающей их единство и неповторимость. По сути секретный ключ является дополнительным инструментом, который позволяет составить сообщение с особой внутренней структурой, делающей его недоступным для тех, кто таким ключом не располагает. Благодаря такому единству открытого и закрытого ключей и формируется защищенный канал связи для передачи зашифрованных сообщений.

Среди алгоритмов, обеспечивающих секретность передаваемой информации, особенно велика роль так называемого хеша, известного как криптохеш или хеш-функция. В переводе с английского языка, откуда к нам и пришел *hash*, это слово означает: мешанина, путаница, случайные данные и даже блюдо из мелко нарезанного мяса и овощей. Гастрономический хеш с американскими корнями неизбежно вызывает ассоциацию с популярным на Кавказе мясным блюдом хаш. От слова хеш образовался популярный в соцсетях термин хештег, обозначающий ключевое слово или фразу. На основе такого своеобразного гастрономического дискурса, на мой взгляд, легче понять и запомнить смысл хеша. Как же работает эта функция? С её помощью из произвольного, но не случайного, набора данных исходного документа



по определенному алгоритму формируются данные заданного размера. Используя побайтовое сложение, например, всех символов пересылаемого документа, мы получим один байт результирующего хеша, уникального для данного документа. Представьте себе тот же текст с поставленной вместо точки запятой и получим другой хеш, свидетельствующий о том, что мы имеем дело с двумя разными документами.

Как же работает канал связи, использующий хеш-функцию? Отправитель сообщения вычисляет для него по определенному алгоритму хеш, затем шифрует его своим закрытым ключом и прикрепляет (например, в качестве подписи) к зашифрованному этим же закрытым ключом сообщению, затем отправляет этот «пакет» к получателю сообщения, имеющему свой открытый ключ, который, как мы указывали выше, формирует уникальное единство с закрытым ключом отправителя. Получатель, приняв сообщение, вычисляет на его основе то же самое значение хеша, что рассчитал и отправитель. Затем своим закрытым ключом получатель расшифровывает прикрепленную к сообщению подпись. Если присланный в качестве подписи хеш совпадет с вычисленным получателем на основе сообщения хешем, то это означает полную идентичность полученного сообщения отосланному. Именно на этой основе формируется технология, позволяющая обеспечить надежное функционирование системы электронной подписи [10]. Более подробно с видами электронной подписи можно познакомиться в соответствующем постановлении Правительства РФ от 25 июня 2012 года № 634 [11]. Как показывает опыт работы с магистрантами ФГУ МГУ в 2018–2019 годах, только запомнившие этот абзац и способные пересказать его слушатели могут считаться освоившими тему «Электронные подписи в системе ЭП РФ» и благополучно переходить к изучению возможностей применения блокчейн-технологий в механизмах государственного и муниципального управления. На изучение указанных выше вопросов целесообразно использовать не менее 6 академических часов лекционных и семинарских занятий.

Переходя к следующему третьему базовому разделу курса, рассматривающему инновационные механизмы госуправления на основе внедрения блокчейн-технологий, целесообразно начать с определения этого феномена, его функций и структуры, показать созидательную роль хеш-функции, играющей пролификационную роль (термин пришел из ботаники), когда из прекратившего развития «растения»-известной технологии, появляется новый росток, вобравший в себя геном и лучшие качества своего предшественника, такие как жизнестойкость и способность к дальнейшему развитию с использованием новых факторов внешней среды. В этой связи автор солидарен с позицией Тианы Лоуренс, сооснователя входящей в мировую двадцатку наиболее влиятельных

блокчейн-компаний Factom, Inc.: «Блокчейн — это новый подход к построению распределенных баз данных. Эта инновация возникла как объединение новым способом ранее известных технологий. Блокчейн можно воспринимать как распределенную базу данных, которую контролирует группа индивидуумов с целью обеспечения совместного хранения информации и доступа к ней» [12, с.21].

Применение такого подхода в образовательном процессе позволяет, не теряя времени, сосредоточиться именно на тех технологиях, которые стали частью блокчейна, и более активно заниматься его продвижением в любые сферы жизни, позволяющей получить экономический и социальный эффекты. «Блокчейн,— по мнению основателя Института блокчейн исследований Мелани Свон,— это многофункциональная и многоуровневая информационная технология, предназначенная для надежного учета различных активов... Блокчейн создает новые возможности по поиску, организации, оценке и передаче любых дискретных единиц. По сути, это новая организационная парадигма для координации любого вида человеческой деятельности» [13, с.15]. Выдающиеся возможности применения блокчейн-технологии для человечества определяются тем, что она является «интегрирующей в себе любые платформы и типы компьютерного оборудования, существующие в мире на данный момент» [12, с.21].

Для того, чтобы облегчить восприятие блокчейн-технологии в учебном процессе можно использовать метод аналогий. Например, блокчейн как цепочка блоков, представляет собой структуру хранения данных, которая делает возможным создание распределенного журнала данных и организацию совместного доступа к нему независимых участников, что похоже на традиционный бухгалтерский учет, например, в банке, где жестко регулируются возможности доступа к данным и запрещены изменения учетных записей. Кстати, как и в транзакциях в блокчейне, вопрос правки в банковской сфере решается не подчисткой или заменой записей, а сторнированием-проведением в соответствии с инструкцией специальных дополнительных записей, исправляющих допущенную ошибку. Так и в блокчейн — технологиях сохраняются все транзакции (записи).

При изучении блокчейн-технологий надо, в первую очередь, понимать о каком именно ее виде идет речь. Дело в том, что чаще всего предметом обсуждения являются публичные блокчейны, среди которых всем известен Bitcoin. Если присоединение к нему носит свободный характер, и он имеет открытый код, то эксклюзивные блокчейны, такие как Ripple, располагают центральным органом, определяющим порядок действий сторонних лиц в сети, и программными кодами, которые могут

быть не только открытыми, но и закрытыми. Что касается, частных блокчейнов, то их членский состав строго фиксирован, все транзакции строго контролируются и фиксируются центральным органом. Важная роль в записи и хранении информации принадлежит алгоритму консенсуса независимых участников, который не дает возможности произвольного немотивированного изменения записей транзакций. Значимую функцию в защите сети блокчейна от разрушения играет криптовалюта, по сути, программное обеспечение конкретного блокчейна, предусматривающее ее использование в качестве стимулирующей оплаты работы оборудования и специалистов.

Что касается структуры блокчейна, то она состоит из трех хорошо известных частей-блока, цепи и сети, связанных определенным образом. Блок содержит перечень транзакций, занесенных в реестр за некоторый период. Его размер и функционирование зависят от конкретного блокчейна. Для образования цепочки блоков необходима хорошо известная хеш-функция, которая изучалась на примере шифрованных сообщений с хешированными подписями. Если представить, что для соединения блоков необходимы такие же точные совпадения, как это происходит с сообщениями и подписями при хешировании, то мы получим представление о механизме соединения блоков. «Функция хеширования,— как заявляет Тиана Лоуренс,— представляет собой математический алгоритм, позволяющий отобразить данные любого размера в виде битовой строки заданной длины. Такая строка обычно имеет длину 32 символа и однозначно представляет данные, которые подвергались хешированию. В блокчейн-технологии в качестве криптографической хеш-функции обычно используется алгоритм SHA (Secure Hash Algorithm). Как правило, это SHA-256-стандартный алгоритм, позволяющий генерировать фактически уникальные хеши фиксированной длины в 256 бит (это и есть 32 символа)» [12, с.25–26]. Сеть же блокчейна состоит из «полных узлов», хранящих копии всех транзакций. Поддержание работы сети обеспечивается криптовалютой, о роли и стимулирующих возможностях которой мы говорили выше. Следует отметить, что вознаграждение специалистам и оплата работы техники обязательно закладывается в алгоритм блокчейна.

Для освоения блокчейн-технологий, наряду с общими понятиями, на изучение которых автор обратил внимание, большое методологическое значение имеет разбиение блокчейн-технологий на три категории: блокчейн 1.0 — это криптовалюта, которая применяется в различных приложениях, имеющих отношение к деньгам, например, системы переводов и цифровых платежей; блокчейн 2.0 — это основа для контрактов, нашедших широкое применение в экономических, рыночных и финансовых приложениях, работающих с различными типа-

ми финансовых инструментов; блокчейн 3.0 — это приложения, область применения которых выходит за рамки денежных расчетов, финансов и рынков, находя широчайшее применение в сфере государственного управления, науки, образования, здравоохранения, культуры, искусства и политики [13, с. 19–20]. Именно блокчейн 3.0 сегодня развивается особенно быстро, осваивая новые управленческие ниши и именно этому направлению уделяют основное внимание ведущие исследователи блокчейн-технологий, такие как Мелани Свон [13, с.83–152]. В этой связи наиболее обоснованным представляется следующее распределение временных ресурсов на эту третью часть нашего курса: 4 академических часа на общие понятия; 4-блокчейн-1.0; 4-блокчейн-2.0; 6-блокчейн 3.0. В заключении курса целесообразно провести специальную форсайт-сессию на тему «Перспективы развития Информационного общества на основе блокчейн-технологий»-2 а.ч.

Таким образом, программа изучения курса «Инновационные технологии и механизмы государственного и муниципального управления в Информационном обществе», призванного обеспечить подготовку новых специалистов в сфере управления в социальных и экономических системах, потребует, как минимум, 36 академических часов лекционных и семинарских занятий и может быть разбита на следующие укрупненные блоки:

1. Международные и российские правовые акты, направленные на развитие информационного общества. 4 а.ч.
2. Электронное правительство, его инфраструктура, ГАС «Управление». 8 а.ч.
3. Идентификация, аутентификация, хеширование, электронная подпись. 6 а.ч.
4. Блокчейн-технология: общие понятия. 4 а.ч.
5. Блокчейн-1.0. 4 а.ч.
6. Блокчейн-2.0. 4 а.ч.
7. Блокчейн-3.0. 4 а.ч.
8. Перспективы развития Информационного общества на основе блокчейн-технологий. 2 а.ч.

Самостоятельная подготовка слушателей может занять, как и в аудиторном курсе, не менее 36 академических часов.

Проведенные автором разработка и практическое преподавание курса «Инновационные технологии и механизмы государственного и муниципального управления» свидетельствуют о целесообразности выделения предложенного предмета в обязательный академический курс с экзаменационной формой аттестации для обучающихся по специальности «Государственное и муниципальное управление» в высших учебных заведениях и на факультетах, занимающихся подготовкой кадров для сферы государственного и муниципального управления.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Окинавская Хартия глобального информационного общества от 22 июля 2000 г. // [base.garant.ru/2560931](http://base.garant.ru/2560931).
2. Морозова О.А., Лосева В.В., Иванова Л.И. Информационные технологии в государственном и муниципальном управлении: учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 142 с.
3. Указ Президента РФ № Пр-212 от 7 февраля 2008 года «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации» // <https://zakonbase.ru/content/base/115865>.
4. Указ Президента РФ № 203 от 9 мая 2017 года «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» // <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919>.
5. Постановление Правительства РФ от 08.06.2011 № 451 (ред. от 25.09.2018) «Об инфраструктуре, обеспечивающей информационно-технологическое взаимодействие информационных систем, используемых для предоставления государственных и муниципальных услуг и исполнения государственных и муниципальных функций в электронной форме» (вместе с «Положением об инфраструктуре, обеспечивающей информационно-технологическое взаимодействие информационных систем, используемых для предоставления государственных и муниципальных услуг и исполнения государственных и муниципальных функций в электронной форме») // [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_115048/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_115048/).
6. Постановление Правительства РФ от 24.10.2011 № 861 (ред. от 25.09.2018) «О федеральных государственных информационных системах, обеспечивающих предоставление в электронной форме государственных и муниципальных услуг (осуществление функций)» (вместе с «Положением о федеральной государственной информационной системе «Федеральный реестр государственных и муниципальных услуг (функций)», «Правилами ведения федеральной государственной информационной системы «Федеральный реестр государственных и муниципальных услуг (функций)», «Положением о федеральной государственной информационной системе «Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)», «Требованиями к региональным порталам государственных и муниципальных услуг (функций)») (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2019) // [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_120963/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_120963/).
7. Постановление Правительства РФ от 22 сентября 2009 г. № 754 «Об утверждении Положения о системе межведомственного электронного документооборота». С изменениями и дополнениями от: 1 августа 2011 г., 6 сентября 2012 г., 6 апреля 2013 г., 26 декабря 2016 г., 17 октября 2017 г., 16 марта 2019 г. // <http://base.garant.ru/196328/#ixzz5mZaSiTFM>.
8. Системный проект формирования в Российской Федерации инфраструктуры электронного правительства. Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. 2010. Системный проект формирования инфраструктуры электронного правительства был утвержден 13 июля 2010 года на заседании Правительственной комиссии по внедрению информационных технологий в деятельность государственных органов и органов местного самоуправления под руководством заместителя председателя правительства РФ. // <https://www.slideshare.net/tibid/ss-4851742>.
9. Постановление Правительства РФ от 25 декабря 2009 г. N1088 «О государственной автоматизированной информационной системе «Управление». С изменениями и дополнениями от: 8 сентября 2011 г., 28 декабря 2012 г., 22 ноября 2013 г., 26 декабря 2014 г., 25 февраля, 27 ноября 2015 г., 20 ноября 2018 г., 2 февраля 2019 г. // <http://base.garant.ru/197043/#ixzz5maGRnPd4>.
10. Федеральный закон от 06.04.2011 № 63-ФЗ (ред. от 23.06.2016) "Об электронной подписи" (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.12.2017) // <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=220806&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.7277652247503461#09960243950559089>.
11. Постановление Правительства РФ от 25 июня 2012 г. N 634 "О видах электронной подписи, использование которых допускается при обращении за получением государственных и муниципальных услуг". С изменениями и дополнениями от: 28 октября 2013 г., 27 августа 2018 г. // <http://base.garant.ru/70193794/#ixzz5mfgZMNXi>.
12. Лоуренс, Тиана. Блокчейн для чайников.: Пер. с англ. — СПб.: ООО «Альфа-книга», 2018. — 272 с.: ил.
13. Свон, Мелани. Блокчейн: Схема новой экономики/ Мелани Свон: [перевод с английского]. -Москва: Издательство Олимп-Бизнес, 2018. — 240., ил.

© Козлов Сергей Дмитриевич ( [kozlovsd@inbox.ru](mailto:kozlovsd@inbox.ru) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ИНСТРУМЕНТАРИЙ СБОРКИ ОТКРЫТОЙ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ MIREA EDUBIAN

## BUILD SYSTEM FOR MIREA EDUBIAN OPEN OS

*K. Kryagenkov*

*Summary.* Article describes build process for MIREA Edubian open OS, which is based on GNU/Linux kernel and QEMU emulator. OS intended for usage in a wide range of educational practical applications and can be deployed on a x86 PC and in virtual environment.

*Keywords:* operating system, open source, build system, virtualization.

**Кряженков Константин Геннадьевич**

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский технологический университет» (г. Москва)  
konstantin@mirea.ru*

*Аннотация.* В статье рассматривается основной инструментальный процесс сборки открытой операционной системы MIREA Edubian, построенной на базе ядра GNU/Linux и эмулятора QEMU. Она предназначена для решения широкого круга задач учебного практикума и может быть развернута как на отдельном персональном компьютере с архитектурой x86, так и в виртуализованном окружении.

*Ключевые слова:* Операционная система, открытый исходный код, система сборки, виртуализация.

Особое внимание при подготовке современных ИТ-специалистов уделяется вопросам приобретения необходимых практических навыков, позволяющим достичь необходимых компетенций в актуальных областях. Одной из таких областей является внедрение свободного программного обеспечения, реализующего широкий спектр системных и прикладных задач. Так, в паспорте приоритетного проекта «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации» отмечена необходимость создания программного обеспечения с открытыми исходными кодами, обеспечивающего повышение качества онлайн-обучения и достоверную оценку результатов освоения онлайн-курсов [1].

Вопросы построения отечественных программно-аппаратных виртуальных лабораторий для учебного и исследовательского практикума рассмотрены в ряде публикаций [2, 3, 4, 5, 6]. В комплексе решаемых задач свое место занимает освоение процессов создания нового программного продукта, в частности, построенных для образовательных нужд операционных систем (ОС) с использованием известных открытых решений. Обращаясь к зарубежной практике, отметим такие специализированные дистрибутивы, как Zorin OS Education, UberStudent, DebianEdu. Помимо собственно ОС, они содержат набор прикладных программ, формируя дружественную и многофункциональную среду поддержки учебного процесса. В большинстве случаев дистрибутивы предназначены для установки на отдельно стоящие компьютеры и не адаптированы для использования в виртуализованном окружении. Хорошо документированные ОС Pintos [7], Xinu [8] позволяют детально изучить их основные механизмы на микроуровне, создавая основу для получения навыков проектирования.

Целью разработки открытой ОС MIREA Edubian [9] являлось получение универсального средства для проведения практикума по спектру дисциплин с акцентом на вопросы изучения ОС на базе ядра GNU/Linux и поддерживаемых служб. Эта ОС содержит необходимые компоненты для взаимодействия с аппаратной частью компьютера, включая модули ядра для запуска в среде виртуализации QEMU, поддерживает стандартную архитектуру x86-64 и может быть применена для работы на различных аппаратных платформах с минимальными накладными расходами. Изучение процесса сборки этой открытой ОС, является одной из задач практикума, используемый при этом инструментальный рассмотрен ниже.

В качестве пакетной базы для развертывания компонентов ОС MIREA Edubian используется репозиторий проекта Debian, расположенный на российских серверах. Это обстоятельство существенно для решения задач импортозамещения офисного программного обеспечения, происходящего из иностранных государств. В архитектурный каркас рассматриваемой ОС также заложены механизмы миграции на отечественную пакетную базу, используемую в российских ОС, являющихся производными дистрибутивами Debian. Другой особенностью является использование среды виртуализации QEMU с возможностью ее запуска в хостовых ОС, построенных на базе ядра GNU/Linux или MS Windows.

Исходный код системы сборки располагается по URL-адресу <http://edubian.ru>. Система сборки ОС MIREA Edubian реализована на языке программирования Python и позволяет, в зависимости от поставленных задач, полностью или частично собрать готовую к работе ОС.

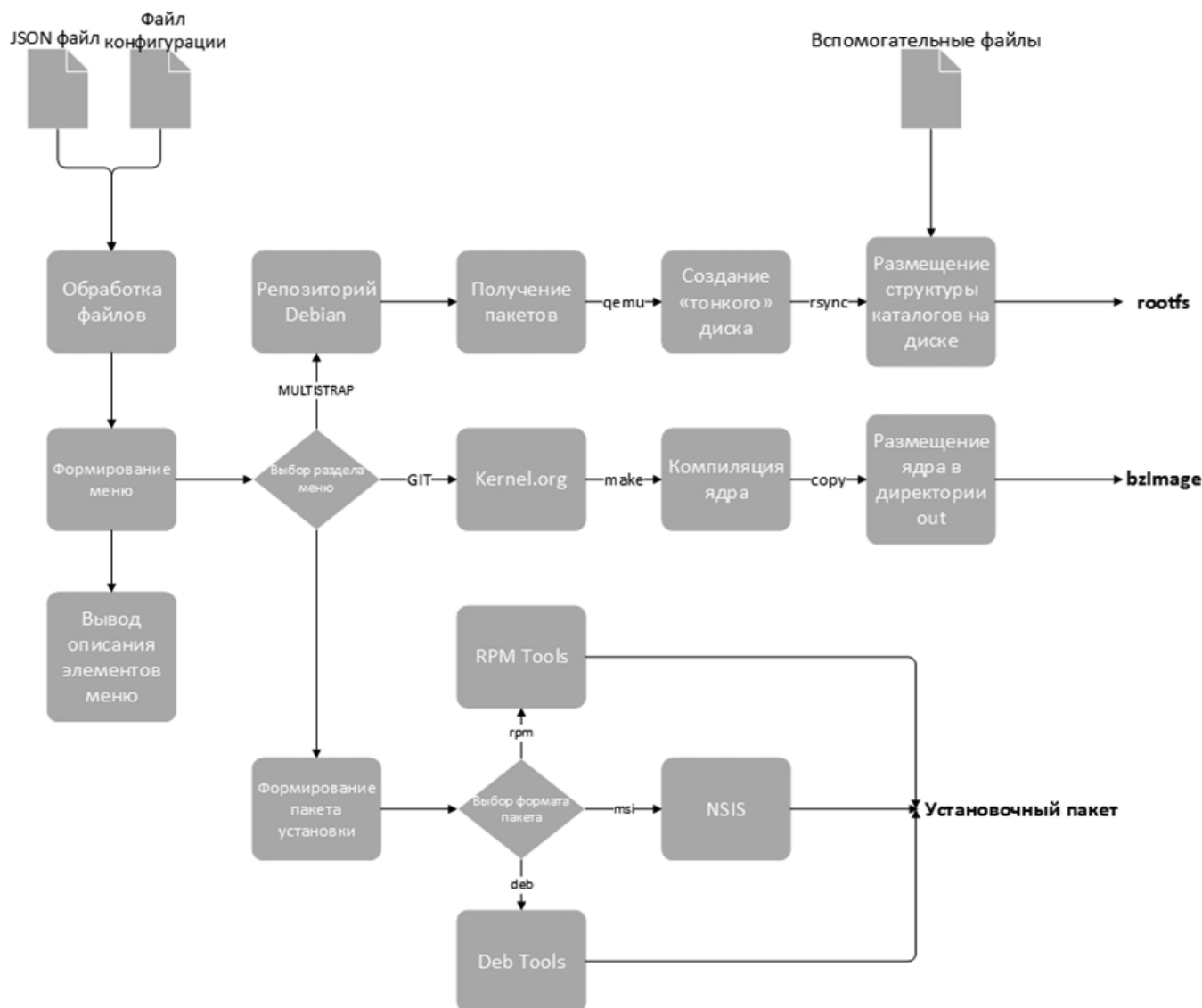


Рис. 1. Блок-схема системы сборки ОС MIREA Edubian

Функции системы сборки представлены на рисунке 1.

Описание основных выполняемых операций для сборки ОС представлены в формате JSON в конфигурационном файле edubian.json. В частности, в нем содержится набор последовательных операций для:

- ◆ полной сборки ОС;
- ◆ компиляции и подготовки ядра ОС;
- ◆ создания файловой системы;
- ◆ пакетирования компонент для запуска непосредственно на аппаратной части или в среде виртуализации.

К файлам конфигурации также относятся файл конфигурации ядра edubian.conf и файл конфигурации скрипта установки пакетов на файловую систему из ре-

позитория Debian multistrap.conf. Они выполняют следующие основные функции:

- ◆ определяют целевую архитектуру для ОС;
- ◆ описывают параметры ядра, включая сборку необходимых модулей;
- ◆ задают основной URL для получения установочных пакетов;
- ◆ формируют списки устанавливаемых пакетов.

Информация о расположении файлов конфигурации и базовых параметрах настройки системы сборки и ОС представлена в специализированном файле config.ini, который обрабатывается методом configParser() для подготовки графического интерфейса пользователя с визуализацией задач сборки в структурированном виде, шаг «Формирование меню» на рисунке 1. Структурирован-

ный вид подразумевает использование разделов меню по приоритетам, где задача сборки всей ОС находится на первом месте, а пакетизация компонентов — на последнем, шаг «Вывод описания элементов меню» на рисунке 1.

В процессе сборки ОС выбирается необходимая задача путем навигации по разделам меню, шаг «Выбор раздела меню» на рисунке 1. К примеру, при выборе задачи сборки всей ОС автоматически производятся следующие действия:

1. получение исходных кодов модуля ядра и их компиляция;
2. формирование Chroot-окружения для развертывания файлов пакетов, полученных из репозитория Debian;
3. создание будущего загрузочного диска ОС, его разметка и преобразование в «тонкий диск» для удобства переносимости на платформу виртуализации;
4. перенос файлов из Chroot-окружения на созданный диск;
5. применение патчей к диску ОС;
6. пакетизация в установочный пакет для использования ОС на отдельно стоящем ПК или в виртуализированном окружении.

Как было отмечено ранее, каждая из задач может быть запущена по отдельности. Рассмотрим задачи сборки ОС более подробно.

Для исходного кода модуля ядра выбирается стабильная версия из официального репозитория `git.kernel.org`. Полученные исходные коды размещаются в специализированной временной директории, которая очищается по завершению компиляции ядра. После этого в автоматическом режиме применяются патчи к полученным файлам, необходимые для корректного функционирования собираемой ОС. Следующим шагом становится конфигурация параметров ядра, основанная на файле `edubian.conf`. Завершающим этапом сборки ядра является его компиляция, в результате чего будет создан файл `bzImage`, содержащий как само ядро, так и необходимые модули для инициализации архитектуры x86.

Операция изменения корневого каталога диска Chroot необходима для создания будущей файловой системы. В Chroot-окружении запускается пакетный менеджер, который базирясь на информации в конфигурационном файле `multistrap.conf`, производит получение и установку необходимых пакетов. Файлы каждого пакета размещаются в Chroot-окружении в соответствии со спецификацией FHS. В качестве пакетного менеджера используется `apt`, позволяющий автоматически уstra-

нять проблемы с зависимостями, возникающими в процессе развертывания пакетов.

Задача создания будущего диска реализуется следующим способом. На файловой системе, где функционирует система сборки ОС, создается файл необходимого размера, затем производится его разметка для использования журналируемой файловой системы `ext4`. Из Chroot-окружения осуществляется перенос файлов на созданную файловую систему с последующим запуском механизма преобразования диска в «тонкий». «Тонкий» тип диска позволяет сократить размер файла диска до значения, реально занимаемого данными, что способствует уменьшению объема всего дистрибутива после пакетизации.

Созданная на диске структура каталогов подвергается модернизации на предмет добавления специализированных файлов, используемых для решения задач практикума, а также производится конфигурация развертываемой ОС. К задачам конфигурации относятся настройка пароля суперпользователя, модернизация системных программ для соответствия задачам конкретного практикума, а также настройка параметров сетевого интерфейса.

Процесс пакетизации применяется для создания установочного пакета, который может быть развернут непосредственно на архитектуре x86, в ОС или в виртуальном окружении. Необходимо отметить, что в случае использования дополнительных программ, не входящих в базовый состав ОС MIREA Eedubian, но необходимых для выполнения задач практикума, их можно включить в качестве зависимостей или разместить в специализированном каталоге в пакете установки. К примеру, при создании установочного пакета ОС MIREA EDUBIAN для использования в среде виртуализации QEMU на хостовой ОС MS Windows может понадобиться приложение, обеспечивающее использование протокола SSH. Для этого потребуется установка открытой программы сетевого интерфейса TAP, которая не входит в стандартный дистрибутив ОС MS Windows, но необходима для корректной работы QEMU. Данные программы добавляются в установочный пакет, формируемый с помощью утилиты NSIS, как зависимости и автоматически скачиваются в процессе установки на целевую ОС.

Для обеспечения переносимости системы сборки и изоляции процессов создания ОС MIREA Edubian используется контейнерная виртуализация на базе Docker (рисунок 2).

Развертывание системы сборки происходит автоматически посредством запуска файла сценария `setup.sh`, который формирует Docker-окружение, считывая кон-

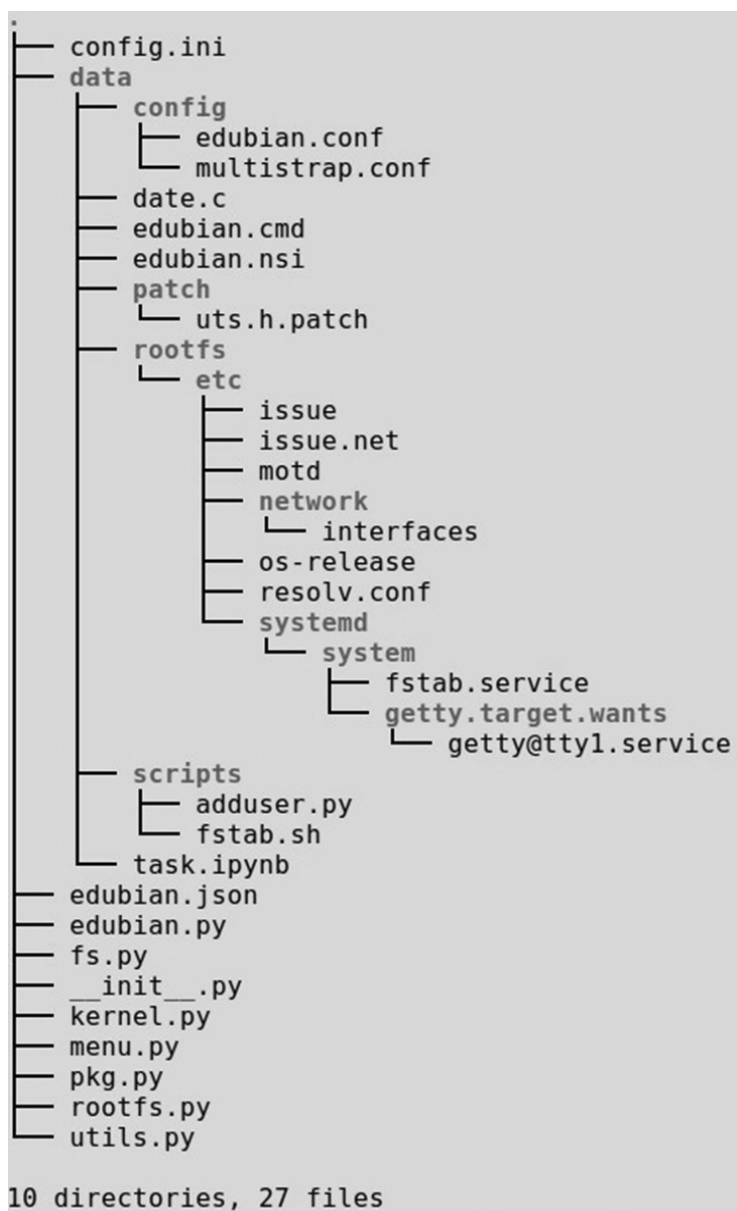


Рис. 2. Файловая структура системы сборки ОС

фигурацию из файла Dockerfile. Для доступа к системе сборки используется скрипт `docker_edubian.sh`. Он запускает контейнер и стартует меню системы сборки ОС. Данный подход позволяет изолировать файлы системы сборки от файлов ОС хоста, на которой запущен контейнер. Необходимо отметить, что результат выполнения операций системы сборки размещается в директории `output` и доступен даже после удаления контейнера с файловой системы хостовой ОС.

Текущая версия ОС MIREA Edubian не имеет графического интерфейса пользователя. Вместо него применяется web-gui графический интерфейс системы Jupyter notebook с поддержкой ядра командной

оболочки Bash. Такое решение позволяет выполнять практикум в пошаговом интерактивном режиме при существенном снижении нагрузки на процессорные ресурсы хостовой системы и уменьшении объема дистрибутива до 200 Мбайт. Последнее обеспечивает хорошую переносимость и малое время развертывания ОС MIREA EDUBIAN.

Для индивидуализации отчетов по практикуму используется механизм создания элементарных цифровых подписей, базирующийся на хэшах. Цифровой отпечаток в виде хэша вносится в структуру персонального электронного отчетного документа по выполнению комплекса учебных задач практикума.

Успешное решение задач импортозамещения привело к серийному выпуску отечественных процессоров семейств «Эльбрус», «Комдив», «Байкал» и ряда других, построенных на архитектуре MIPS или ARM. Вместе с тем, ограниченная поддержка отечественных ОС для данных процессоров сдерживает возможности разработки или использования необходимых приложений. В настоящее

время планируется портирование ОС MIREA Edubian на отечественные процессоры, где в качестве первого этапа будет реализовано решение на базе эмулятора QEMU. Другой задачей является создание специализированного репозитория пакетов программ для различных архитектур отечественных процессоров. Пример подобного репозитория приведен в [10].

---

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Паспорт приоритетного проекта «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/8SiLmMBgjAN89vZbUUtmuF5IZYftvOAG.pdf>
2. Двоглазов Д. В., Дешко И. П., Кряженков К. Г., Тихонов А. А. Опытный полигон Daas в МГТУ МИРЭА // Академический форум корпорации EMC: сборник тезисов докладов участников конференции, 20–25 октября 2014 г., г. Москва / Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова. — М.: МАКС Пресс, 2014. — С. 99–102.
3. Двоглазов Д. В., Дешко И. П., Кряженков К. Г., Тихонов А. А. Инфраструктура виртуальных рабочих столов на открытых программных продуктах // Интернет-журнал «Науковедение». — М.: 2015. — т. 7. — № 4(29). — Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/37TVN415.pdf>
4. Дешко И. П., Двоглазов Д. В., Кряженков К. Г., Тихонов А. А., Тулинов С. В. Пример реализации сервиса Laboratory-as-a-Service в вузе с использованием СПО // Тринадцатая конференция «Свободное программное обеспечение в высшей школе»: Материалы конференции, Переславль, 26–28 января 2018 года. М.: Basealt, 2018. — С. 102–105.
5. Белов М. А., Крюков Ю. А., Лупанов П. Е., Михеев М. А., Черемисина Е. Н. Концепция когнитивного взаимодействия с виртуальной компьютерной лабораторией на основе визуальных моделей и экспертной системы // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки», — 2018. — № 10. — С. 27–35.
6. Чубина Т. В. Использование виртуальных лабораторий в облачных системах IAAS-типа для организации обучения // Инновационные технологии в науке и образовании. — 2015. — № 3 (3). — С. 224–225.
7. Ben Pfaf. Pintos [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://web.stanford.edu/class/cs140/projects/pintos/pintos.pdf>
8. Douglas Comer. Operating System Design: The Xinu Approach, Second Edition. — CRC Press, 2015. — 629 p. — ISBN-10: 1498712436, ISBN-13: 978–1–4987–1244–6.
9. Св.-во гос. рег. прогр. для ЭВМ 2018660326, Российская Федерация. Операционная система MIREA Edubian / Кряженков К. Г.; правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА — Российский технологический университет» — заявка № 2018615914; дата поступл. 08.06.2018; дата гос. регистр. в Реестре прогр. для ЭВМ 22.08.2018.
10. Двоглазов Д. В., Дешко И. П., Кряженков К. Г., Цветков В. Я. Архитектура репозитория отечественного офисного программного обеспечения // Перспективы науки и образования. — Воронеж: 2018. — № 3 (33). — С. 351–357.

---

© Кряженков Константин Геннадьевич (konstantin@mirea.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



# МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ БОЛЬШЕГРУЗНОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ДОРОЖНУЮ КОНСТРУКЦИЮ

## SIMULATION OF DYNAMIC IMPACT OF HEAVY ROAD TRANSPORT ON ROAD CONSTRUCTION

V. Logachev  
I. Isaev

*Summary.* the main aspects of modeling the dynamic impact of heavy road transport on the road construction are considered. The design model of interaction between the cargo vehicle and the road structure and the corresponding mathematical model, which allows to calculate the dynamic loads on the road surface, are substantiated and constructed.

The main regularities of the dynamic impact of heavy road transport on road structures, which must be taken into account when solving problems of applied nature to reduce the cost of full-scale experimental studies.

*Keywords:* heavy road transport, road construction, microprofile, design model, mathematical model.

**Логачев Виктор Григорьевич**

Д.т.н., профессор, Тюменский индустриальный университет

**Исаев Иван Александрович**

Аспирант, Тюменский индустриальный университет

NaviVeasi@gmail.com

*Аннотация.* рассмотрены основные аспекты моделирования динамического воздействия большегрузного автомобильного транспорта на дорожную конструкцию. Обоснована и построена расчетная модель взаимодействия грузового транспорта и дорожной конструкции и соответствующая ей математическая модель, позволяющая рассчитывать динамические нагрузки на дорожное покрытие.

Получены основные закономерности динамического воздействия большегрузного автомобильного транспорта на дорожные конструкции, которые необходимо учитывать при решении задач прикладного характера для сокращения затрат на натурные экспериментальные исследования.

*Ключевые слова:* большегрузный автомобильный транспорт, дорожная конструкция, микропрофиль, расчетная модель, математическая модель.

**М**оделирование динамического воздействия большегрузного автомобильного транспорта на дорожную конструкцию позволяет сократить объем, время и затраты на натурные экспериментальные исследования в реальных условиях эксплуатации.

Современное состояние информационных технологий и программного обеспечения не накладывает существенных ограничений на объемы и точность вычислений. Как следствие, имитационное моделирование обеспечивает качественный анализ полученных результатов и позволяет оптимизировать программу испытаний и методику экспериментальных исследований.

Для реализации имитационного моделирования необходимо:

- ◆ выбрать тип и конструктивную схему грузового транспортного средства (далее ТС);
- ◆ обосновать и построить расчетную модель взаимодействия грузового ТС и дорожной конструкции;
- ◆ разработать математическую модель взаимодействия грузового ТС и дорожной конструкции, позволяющую рассчитывать динамические нагрузки на дорожное покрытие;

- ◆ на основании анализа полученных результатов определить параметры оценки динамического воздействия ТС на дорожные конструкции.

На основании анализа грузовых транспортных потоков на федеральных трассах было выявлено, что наиболее распространенными конструктивными схемами ТС являются двухосные и трехосные грузовые автомобили и двухосные седельные тягачи с полуприцепами различных типов.

Грузовой автомобиль является сложной динамической системой, состоящей из поддрессоренных частей, представляющих распределенную массу, совершающую в процессе движения по дорогам различного типа вертикальные, продольно — угловые и поперечно — угловые колебания на двух или более упругих опорах, называемых неподдрессоренными частями. В свою очередь, неподдрессоренные части — оси и колеса в сборе, совершают вертикальные колебания.

Колебания поддрессоренных и неподдрессоренных частей ТС вызывают изменение осевых нагрузок на дорожное покрытие, что приводит к накоплению повреждений и разрушению последнего.

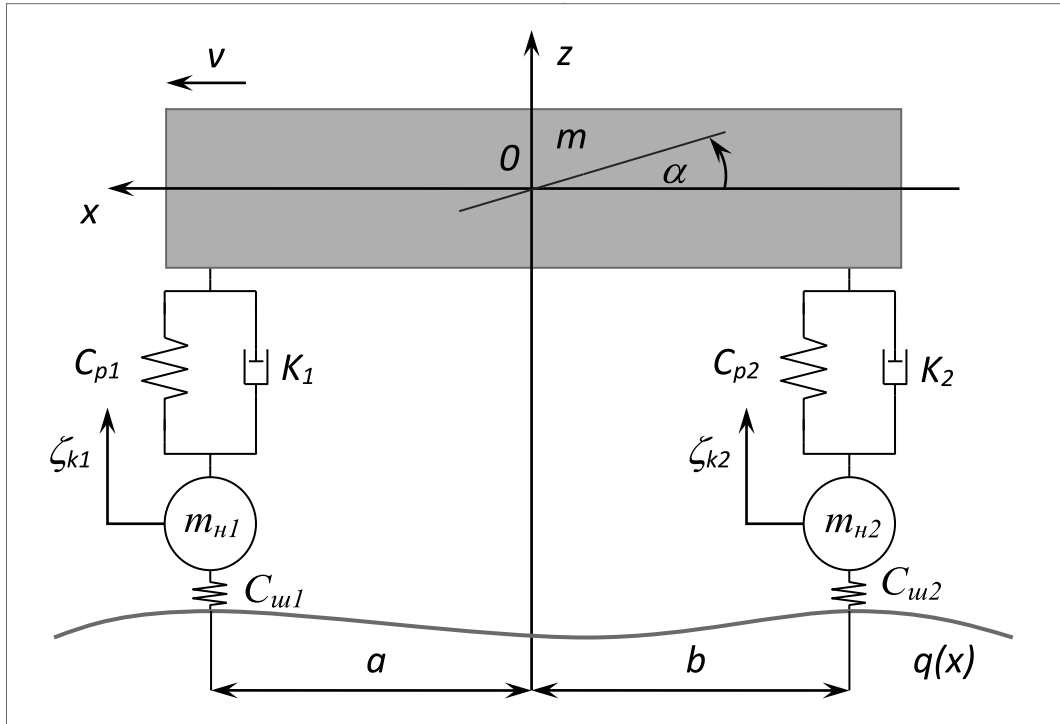


Рис. 1. Расчетная модель взаимодействия грузового автомобиля и дорожной конструкции с четырьмя степенями свободы

Обобщая многочисленные исследования в области динамики ТС отечественных [1–5; 8; 9] и зарубежных авторов [11; 12], можно сказать следующее:

- ◆ вертикальные колебания и вертикальные составляющие продольных и поперечных угловых колебаний подрессоренной части лежат в диапазоне 1–3 Гц;
- ◆ вертикальные колебания неподрессоренных частей лежат в диапазоне 10–15 Гц;
- ◆ максимум давления на дорогу совпадает с максимумами перемещения кузова вниз, а отрыв колес от дороги — с максимумами перемещения кузова вверх;
- ◆ основной вклад в вибронагруженность несущей конструкции ТС вносят низкочастотные вертикальные и продольно — угловые колебания.

Введем ряд допущений для расчетной модели:

1. ТС симметрично относительно продольной оси, деформациями рамы на кручение и изгиб пренебрегаем;
2. Центр тяжести (ЦТ) рамы ТС расположен в продольной плоскости; ЦТ равномерно распределенного груза соответствует его геометрическому ЦТ;
3. Оси мостов движутся вертикально, а их моменты инерции относительно осей вращения колес равны нулю;

4. Контакт шины с дорогой точечный; колеса имеют двухстороннюю связь с дорогой, то есть отрыв колеса от дороги отсутствует;
5. Параметры жесткостей подвесок и радиальные жесткости шин линеаризуются;
6. При определении коэффициентов демпфирования сухое трение в рессорах и элементах подвески приводится к вязкому.
7. Демпфирование в шинах в связи с его малостью, не учитывается.

Профиль дорожного покрытия на левой и правой полосе наката транспортного потока допускается принимать одинаковым, что исключает возможность поперечных колебаний автомобиля и позволяет перейти от пространственной расчетной модели ТС к плоской.

Для трехосных автомобилей со сдвоенной задней осью применяются подвески балансирующего типа. Балансирная подвеска позволяет задним мостам перемещаться вертикально независимо друг от друга и равномерно распределяет нагрузки между осями.

Таким образом, имеет смысл рассматривать плоскую расчетную модель, представленную на рисунке 1.

Применительно к данной расчетной модели грузового автомобиля приняты следующие обозначения:

- ◆  $m_n$  — подрессоренная масса ТС;
- ◆  $m_{n1}, m_{n2}$  — неподрессоренные массы мостов;
- ◆  $c_{p1}, c_{p2}$  — коэффициенты жесткости подвески;
- ◆  $k_1, k_2$  — коэффициенты демпфирования подвески;
- ◆  $c_{u1}, c_{u2}$  — радиальная жесткость шин;
- ◆  $a$  — расстояние от первой оси до ЦТ (точка  $O$ );
- ◆  $b$  — расстояние от второй оси до ЦТ (точка  $O$ ).

Рассматриваемая динамическая система имеет 4 степени свободы:

- ◆ подрессоренная масса  $m_n$  имеет 2 степени свободы: колебания в вертикальной плоскости — перемещение  $z$  и вращение вокруг поперечной оси  $OY$  — поворот  $\alpha$  в продольной вертикальной плоскости;
- ◆ неподрессоренные массы мостов  $m_{n1}, m_{n2}$  имеют степень свободы по дополнительной координате  $\zeta_{k1}, \zeta_{k2}$ ,

и позволяет построить простую математическую модель взаимодействия двухосного (трехосного) грузового ТС или седельного тягача с полуприцепом с дорожным полотном.

Если воспользоваться уравнениями Лагранжа второго рода, то для рассматриваемой системы имеем:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_k} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_k} = - \frac{\partial \Pi}{\partial q_k} - \frac{\partial R}{\partial \dot{q}_k}, \quad (k=1, 2, \dots, N), \quad (1)$$

где:  $N$  — число степеней свободы динамической системы;

- $T$  — кинетическая энергия системы;
- $\Pi$  — потенциальная энергия системы;
- $R$  — диссипативная функция Релея;
- $q_k$  — обобщенная координата.
- $N=4, q_1 = z, q_2 = \alpha, q_3 = \zeta_{k1}, q_4 = \zeta_{k2}$ .

Кинетическая энергия колебаний, потенциальная энергия деформации упругих элементов и диссипативная функция Релея определяются как:

$$T = \frac{1}{2} (m_n \cdot \dot{z}^2 + m_{n1} \cdot \dot{\zeta}_{k1}^2 + m_{n2} \cdot \dot{\zeta}_{k2}^2 + J_y \cdot \dot{\alpha}^2);$$

$$J_y = \rho_y^2 \cdot m_n, \quad (2)$$

где  $J_y, \rho_y$  — момент инерции и радиус инерции подрессоренной массы относительно поперечной оси  $OY$ ;

$$\Pi = \frac{1}{2} [c_{p1} (z - \zeta_{k1} + \alpha \cdot a)^2 + c_{p2} (z - \zeta_{k2} - \alpha \cdot b)^2 + c_{u1} (q_1 - \zeta_{k1})^2 + c_{u2} (q_2 - \zeta_{k2})^2]; \quad (3)$$

$$R = \frac{1}{2} [k_1 (\dot{z} - \dot{\zeta}_{k1} + \dot{\alpha} \cdot a)^2 + k_2 (\dot{z} - \dot{\zeta}_{k2} - \dot{\alpha} \cdot b)^2]. \quad (4)$$

Дифференцируя уравнения (2) — (4) по обобщенным координатам и обобщенным скоростям получим:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{z}} \right) = m_n \cdot \ddot{z}; \quad \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{\alpha}} \right) = J_y \cdot \ddot{\alpha}; \quad \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{\zeta}_{k1}} \right) = m_{n1} \cdot \ddot{\zeta}_{k1};$$

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{\zeta}_{k2}} \right) = m_{n2} \cdot \ddot{\zeta}_{k2}; \quad (5)$$

$$\frac{\partial T}{\partial z} = \frac{\partial T}{\partial \alpha} = \frac{\partial T}{\partial \zeta_{k1}} = \frac{\partial T}{\partial \zeta_{k2}} = 0; \quad (6)$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial z} = c_{p1} (z - \zeta_{k1} + \alpha \cdot a) + c_{p2} (z - \zeta_{k2} - \alpha \cdot b); \quad (7)$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial \alpha} = c_{p1} a (z - \zeta_{k1} + \alpha \cdot a) - c_{p2} b (z - \zeta_{k2} - \alpha \cdot b); \quad (8)$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial \zeta_{k1}} = -c_{p1} (z - \zeta_{k1} + \alpha \cdot a) + c_{u1} (\zeta_{k1} - q_1);$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial \zeta_{k2}} = -c_{p2} (z - \zeta_{k2} - \alpha \cdot b) + c_{u2} (\zeta_{k2} - q_2); \quad (9)$$

$$\frac{\partial R}{\partial \dot{z}} = k_1 (\dot{z} - \dot{\zeta}_{k1} + \dot{\alpha} \cdot a) + k_2 (\dot{z} - \dot{\zeta}_{k2} - \dot{\alpha} \cdot b); \quad (10)$$

$$\left\{ \begin{aligned} m_n \ddot{z} + \dot{z} (k_1 + k_2) + z (c_{p1} + c_{p2}) + \dot{\alpha} (k_1 a - k_2 b) + \alpha (c_{p1} a - c_{p2} b) = \\ = k_1 \dot{\zeta}_{k1} + k_2 \dot{\zeta}_{k2} + c_{p1} \zeta_{k1} + c_{p2} \zeta_{k2}; \\ J_y \ddot{\alpha} + \dot{\alpha} (k_1 a^2 + k_2 b^2) + \alpha (c_{p1} a^2 + c_{p2} b^2) + \dot{z} (k_1 a - k_2 b) + z (c_{p1} a - c_{p2} b) = \\ = a (k_1 \dot{\zeta}_{k1} + c_{p1} \zeta_{k1}) - b (k_2 \dot{\zeta}_{k2} + c_{p2} \zeta_{k2}); \\ m_{n1} \ddot{\zeta}_{k1} + k_1 (\dot{\zeta}_{k1} - \dot{z} - a \dot{\alpha}) + c_{p1} (\zeta_{k1} - z - a \cdot \alpha) + c_{u1} \zeta_{k1} = c_{u1} q_1; \\ m_{n2} \ddot{\zeta}_{k2} + k_2 (\dot{\zeta}_{k2} - \dot{z} + b \dot{\alpha}) + c_{p2} (\zeta_{k2} - z + b \cdot \alpha) + c_{u2} \zeta_{k2} = c_{u2} q_2. \end{aligned} \right. \quad (13)$$

Таблица 1. Задание продольного профиля дороги

№ п/п	Продольный профиль дороги	Параметры	Вид колебаний ТС
1	Единичная неровность $q(x) = q_0[1 - \cos(2\pi x / l)]$	$x \in [(L-l)/2; (L+l)/2]$ $q_0, l$	Свободные затухающие колебания
2	Гармонический процесс $q(x) = q_0[1 - \cos(2\pi x / l)]$	$x \in [0; L]$ $q_0, l$	Установившиеся вынужденные колебания, в т.ч. резонансные
3	Случайный стационарный процесс $f(q(x)) = \frac{1}{\sigma_q \sqrt{2\pi}} \exp(-\frac{(q(x))^2}{2\sigma_q^2})$	$x \in [0; L]$ $M^q = 0$	Случайные колебания
4	Дискретный временной ряд $q_n = q(n\Delta x), n = 0, 1, 2, \dots, (N-1)$	$\Delta x = \frac{L}{N}, N = 2^p, p \in Z, p > 0$	Вынужденные колебания

Используемые обозначения:  
 $q_0$  — амплитуда волны неровностей;  $x$  — абсцисса точки с вертикальной координатой  $q$ ;  
 $l$  — длина волны дорожной неровности;  $L$  — длина наблюдаемого участка

$$\frac{\partial R}{\partial \dot{\alpha}} = k_1 a (\dot{z} - \dot{\zeta}_{k1} + \dot{\alpha} \cdot a) - k_2 b (\dot{z} - \dot{\zeta}_{k2} - \dot{\alpha} \cdot b); \quad (11)$$

$$\frac{\partial R}{\partial \dot{\zeta}_{k1}} = -k_1 (\dot{z} - \dot{\zeta}_{k1} + \dot{\alpha} \cdot a); \frac{\partial R}{\partial \dot{\zeta}_{k2}} = -k_2 (\dot{z} - \dot{\zeta}_{k2} - \dot{\alpha} \cdot b). \quad (12)$$

Подставляя значения полученных производных (5) — (12) в исходные уравнения Лагранжа (1) получаем систему дифференциальных уравнений (13)

Полученные уравнения (13) описывают вынужденные колебания ТС при движении по дорожному покрытию и доказывают связанность всех колебаний.

Если возбудить вертикальные колебания подрессоренной массы, то возникнут продольно — угловые колебания и колебания неподдресоренных масс. Третье и четвертое уравнения системы (13) наглядно показывают, что кинематическое воздействие микропрофиля дороги  $q(x)$  не только возбуждает колебания неподдресоренных масс, но и вызывает вертикальные и продольно — угловые колебания подрессоренной массы.

Следует заметить, что задавая воздействие  $q(x)$  со стороны дороги на ТС, необходимо учитывать запаздывание между передним и задним мостами ТС:

$$q_2(x) = q_1(x - (a + b)); \Delta t = \frac{(a + b)}{v}, \quad (14)$$

где  $\Delta t$  — время запаздывания  $q(x)$  между осями ТС при  $v = const$ .

Продольный микропрофиль дороги может задаваться как:

- ♦ детерминированная функция (гармонический процесс, полигармонический процесс, единичная неровность);
- ♦ случайный процесс;
- ♦ конечный дискретный временной ряд, полученный экспериментально в процессе нивелирования дороги [7].

Варианты задания продольного микропрофиля дороги и виды моделируемых колебаний ТС приведены в таблице 1.

Моделирование проезда грузовых ТС с различными скоростями движения  $v$  и с различной полной массой  $m$  по микропрофилю дороги с показателями ровности  $l$  позволило исследовать влияние данных параметров на осевые динамические нагрузки ТС и получить семейство зависимостей вида:

$$\{N_{ki}^{dmax}\} = f(l, v, m); \quad (15)$$

$$N_{ki}^{dmax} = \frac{N_{ki}^{max}}{G_{ki}} = 1 + C_i (q - \zeta_{ki});$$

$$C_i = \frac{c_{wi}}{(m_{*} + m_{wi}) \cdot g}, \quad (16)$$

где  $i$  — номер оси грузового автомобиля;  
 $G_{ki}$  — статическая колесная нагрузка  $i$  — ой оси на дорогу;

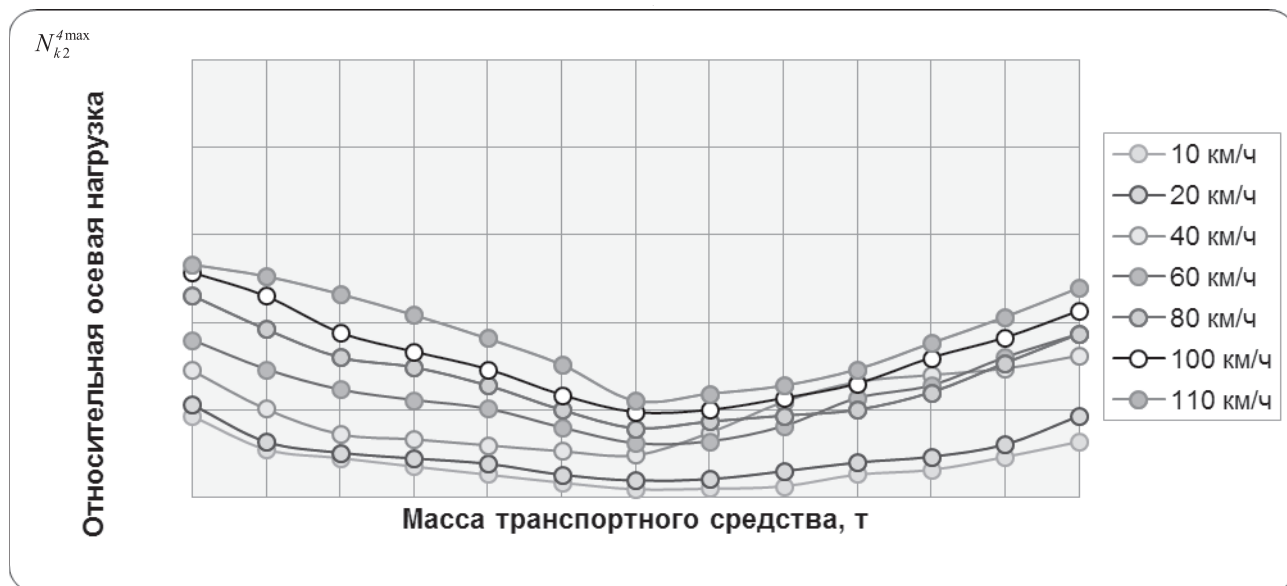


Рис. 2. Зависимость максимальной относительной осевой нагрузки автомобиля КАМАЗ — 53215 от полной массы

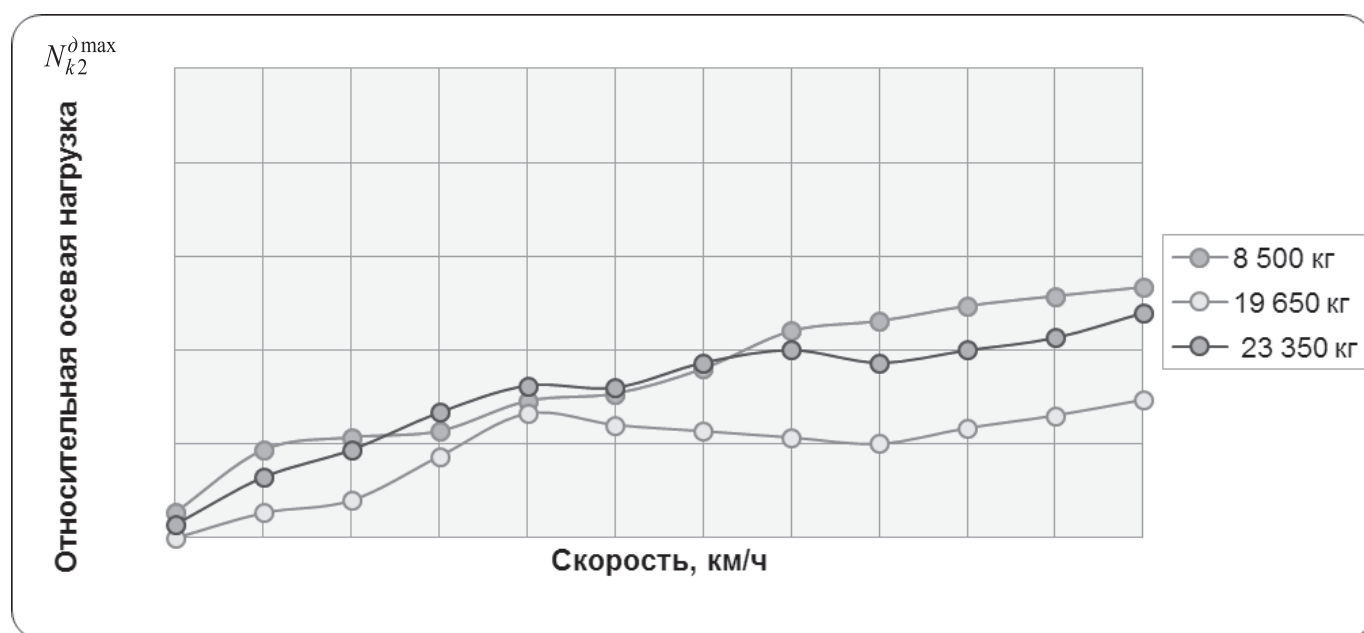


Рис. 3. Зависимость максимальной относительной осевой нагрузки автомобиля КАМАЗ — 53215 от скорости движения

$N_{ki}^{\max}$  — максимальная колесная нагрузка  $i$  — ой оси на дорогу.

Для анализа вертикальной нагрузки используется ее отношение к статической нагрузке. Относительный динамический показатель  $N_{ki}^{\max}$  (16) показывает во сколько раз динамическая нагрузка от движущего-

ся ТС больше или меньше статической нагрузки от неподвижного ТС.

Для выбранных грузовых ТС были проведены расчеты во всем диапазоне их возможной загрузки на различных скоростных режимах и на дорожных покрытиях с различными показателями ровности.

Численное решение систем дифференциальных уравнений выполнялось в системе MathCAD с использованием вычислительного блока Given/Odesolve [6] методом Рунге-Кутты 4-го порядка [10].

На рисунке 2 приведена зависимость максимальной относительной осевой нагрузки второй оси автомобиля КАМАЗ— 53215 от полной массы с различными скоростями при движении по ровному асфальтовому покрытию.

На рисунке 3 представлены зависимости максимальной относительной осевой нагрузки от скорости движения (без груза (8500 кг), с максимально допустимым грузом (19650 кг) и с перегрузом 30% (23350 кг).

По результатам большого объема вычислений выявлены особенности осевых динамических нагрузок грузовых ТС во временной и частотной областях при кинематическом возбуждении:

- ◆ единичные неровности возбуждают свободные затухающие колебания. Воздействие на ровное дорожное покрытие превосходит статическую нагрузку в 1,15 раза (и более — на неровном);
- ◆ при гармонических колебаниях ТС в режиме резонанса неподрессоренных масс максимальная динамическая нагрузка превосходит статическую нагрузку в 1,3 раза на ровном покрытии. Су-

щественную роль играет исправное техническое состояние подвески ТС;

- ◆ подтверждены результаты других авторов о том, что вертикальные колебания поддрессоренной части грузового ТС лежат в диапазоне 1–3 Гц, а вертикальные колебания неподрессоренных частей лежат в диапазоне 10–15 Гц. Основной вклад в вибронегативность ходовой части ТС вносят вертикальные и продольно — угловые колебания;
- ◆ в общем случае, при движении грузового ТС с постоянной скоростью  $v=const$  полные осевые динамические нагрузки  $N_k$  подчиняются нормальному закону распределения:

$$f(N_k) = \frac{1}{\sigma_{N_k} \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(N_k - G_k)^2}{2\sigma_{N_k}^2}\right) \quad (17)$$

с математическим ожиданием, равным статической (весовой) нагрузке  $M_{N_k} = G_k$ , и среднеквадратическим отклонением  $\sigma_{N_k}$ .

Таким образом, в результате имитационного моделирования получены основные закономерности динамического воздействия большегрузного автомобильного транспорта на дорожные конструкции, которые необходимо учитывать при решении задач прикладного характера.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев, Б. В. Теория автомобиля / Б. В. Андреев. — Красноярск: Красноярский университет, 1984. — 145 с.
2. Глейзер, А. И. Колебания автомобиля / А. И. Глейзер. — Тольятти: Изд — во ТГУ, 2014. — 78 с.
3. Динамика системы дорога — шина — автомобиль — водитель // под общ. ред. А. А. Хачатурова. — М.: Машиностроение, 1976. — 534 с.
4. Колесников, К. С. Методы моделирования динамических процессов при движении многоосных автомобилей высокой проходимости / К. С. Колесников // Известия вузов. Машиностроение. — 2002. — № 6. С. 29–34.
5. Марков, С. В. Математическая модель автомобиля для исследования его движения по неровной дороге / С. В. Марков, В. Н. Лата, И. В. Еремина // Третья всероссийская научно — техническая конференция «Современные тенденции развития автостроения в России». — Тольятти. — 2003. — С. 133–136.
6. Пожарская, Г. И. MATHCAD14: Основные сервисы и технологии / Г. И. Пожарская, Д. М. Назаров. — М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. — 139 с.
7. Разработка метода регистрации микропрофиля дороги с целью исследований плавности хода автомобиля: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03 / Э. Ндикумана; МГТУ «МАМИ». — Москва, 2000. — 21 с.
8. Силаев, А. А. Спектральная теория поддрессирования транспортных машин / А. А. Силаев. — М.: Машиностроение, 1972. — 192 с.
9. Тарасик, В. П. Теория движения автомобиля / В. П. Тарасик. — Санкт-Петербург: БХВ — Петербург, 2006. — 478 с.
10. Штеттер Х. Анализ методов дискретизации для обыкновенных дифференциальных уравнений / Х. Штеттер; Пер. с англ. — М.: Мир, 1978. — 464 с.
11. LeBlanc P. A., Woodrooffe J. H. Spatial Correlation of Dynamic Wheel Loads // Road Transport Technology, Proceedings of the Fourth International Symposium on Heavy Vehicle Weights and Dimensions. 1995. Vol. 4, P. 281–290. 94
12. Woodrooffe J. H., LeBlanc P. A. The Influence of Suspension Variations on Dynamic Wheel Loads of Heavy Vehicles // SAE Truck and Bus Meeting and Exposition. King of Prussia. 1986. No.86. Pennsylvania.

© Логачев Виктор Григорьевич, Исаев Иван Александрович ( NaviVeasi@gmail.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# АНАЛИЗ ДАННЫХ В МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ DATA MINING

## DATA ANALYSIS IN HOSPITAL INFORMATION SYSTEM BY USING DATA MINING TECHNOLOGY

**N. Markina  
S. Kasyuk  
T. Shamaeva**

*Summary.* The article describes an overview of Data Mining technology for analyzing patient's records in hospital information system (HIS). The operation of HIS based on electronic medical record within the framework of functioning unified state healthcare system is described. Main directions and objectives of Data Mining technology for analysis of medical data are described. Architecture of medical data mining is outlined.

*Keywords:* hospital information system, medical data, electronic medical record, data analysis, Data Mining.

**Маркина Нэлли Васильевна**

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский  
государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(г. Челябинск)*

*markina.nel@yandex.ru*

**Касюк Сергей Тимурович**

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский  
государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(г. Челябинск)*

*sergey.kasyuk@gmail.com*

**Шамаева Татьяна Николаевна**

*К.п.н., доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский  
государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(г. Челябинск)*

*shamtan@rambler.ru*

*Аннотация.* В статье представлен обзор использования технологии Data Mining для анализа данных пациентов в медицинских информационных системах (МИС). Дано описание работы МИС на базе интегрированной электронной медицинской карты (ИЭМК) в рамках функционирования Единой государственной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ). Приведены основные направления применения и задачи технологии Data Mining для анализа медицинской информации. Приведены сведения об архитектуре медицинских систем Data Mining.

*Ключевые слова:* медицинская информационная система, медицинская информация, электронная медицинская карта, анализ данных, Data Mining.

**Р**абота медицинских организаций (МО) сопровождается накоплением больших объемов данных о состоянии здоровья пациентов. В связи с развитием информационных технологий рукописные заметки врача в карте пациента или истории болезни начинают заменять электронными записями, и все больше медицинских данных начинают храниться в цифровом виде. Это позволяет, привлекая технологию интеллектуального анализа данных Data Mining, решать задачи постановки диагноза, назначения лечения, прогнозирования развития заболевания и повышения эффективности здравоохранения в целом.

Технология Data Mining используется для обнаружения в «сырых» данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных интерпретации закономерностей [1].

### Особенности медицинской информации

К особенностям медицинской информации следует отнести:

1. *Неоднородность.* Медицинская информация является неоднородной по своей природе, собира-

емой из различных источников: флюорография, компьютерная томография, ультразвуковые исследования, лабораторные исследования, жалобы пациентов, анамнезы и т.д. [2].

2. *Большие объемы.* Медицинская информация представляется в виде больших массивов данных, требующих соответствующего места для хранения и инструментария для анализа.
3. *Сложность.* Медицинские документы являются сложными по своей природе для структурирования и математического описания.
4. *Исключительная важность.* Медицинская информация является исключительно важной, поскольку она служит для диагностики и лечения заболеваний.
5. *Чувствительность.* Медицинская информация является чувствительной к мнению и оценкам врача, медицинским осмотрам и клиническим анализам. Большинство диагнозов и анализов содержат некоторый процент ошибок [2].
6. *Правовые, этические и социальные аспекты.* Медицинская информация — это в основном данные пациентов. В связи с этим возникают вопросы обеспечения конфиденциальности персональных медицинских данных в соответствии с действующим законодательством.

### Медицинские информационные системы

На сегодняшний день медицинская информация доступна из тысяч баз данных МО, являющихся составной частью *медицинских информационных систем* (МИС) МО. В ходе работы МИС МО могут генерироваться гигабайты информации, нуждающиеся в анализе.

Создание МИС МО на территории РФ регламентируется федеральным законодательством, гостами и нормативными документами Министерства здравоохранения.

Согласно Федерального закона от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» МО имеют право «...создавать медицинские информационные системы, содержащие данные о пациентах, об оказываемой им медицинской помощи, о медицинской деятельности медицинских организаций с соблюдением требований, установленных законодательством Российской Федерации в области персональных данных, и соблюдением врачебной тайны» [4].

А. В. Гусев, Т. В. Зарубина формулируют основную задачу МИС МО на текущем этапе как «...переход на преимущественное ведение *электронных медицинских карт пациентов* (ЭМК), накопление первичной медицинской информации в электронном виде и автоматиза-

ция базовых задач, таких как сокращение непрофильных затрат медицинского персонала на ведение документации, автоматическое формирование медицинской статистики, сдача реестров по ОМС, автоматизация учета лекарственных средств и т.д.» [5].

В соответствии с *Методическими рекомендациями* [6] базовые функциональные возможности МИС МО должны обеспечивать: персонифицированный учет оказанной медицинской помощи на основе ведения базы данных отчетных форм, взаиморасчеты со сторонними организациями, взаимодействие с реестром нормативно-справочной информации, взаимодействие с интеграционным шлюзом для передачи и получения данных, построение медико-статистических отчетов, ведение электронной медицинской карты пациента, обмен данными внутри МО, управление потоками пациентов, ведение расписаний работы.

### Единая государственная информационная система в сфере здравоохранения

В РФ эксплуатация МИС МО рассматривается в качестве составной части и первичного звена *Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ)*, формирующей единое *информационное пространство* в сфере здравоохранения [5].

*ЕГИСЗ* представляет собой совокупность информационно-технологических и технических средств, обеспечивающих информационную поддержку методического и организационного обеспечения деятельности участников системы здравоохранения. ЕГИСЗ обеспечивает информационное взаимодействие организаций системы здравоохранения, участников лечебно-диагностического процесса в среде единого информационного пространства [6, 7].

Согласно *Концепции* [7] целью создания ЕГИСЗ в РФ является *обеспечение эффективной информационной поддержки процесса управления системой медицинской помощи, а также процесса оказания медицинской помощи.*

*Проблема* заключается в том, что в настоящее время МИС конкретных МО проектируются и разрабатываются децентрализованно в условиях отсутствия единой методологии, что создает *трудности с интеграцией данных* различных МИС и *анализом деятельности* системы здравоохранения в целом [7].

Следует отметить, что разработка аналитических систем в области медицины является общемировой тен-



денцией. Например, к политическим решениям ЕС в области Big Data для здравоохранения и телемедицины относится разработка новых *аналитических инструментов*, таких как Data Mining, обеспечивающих мощные предсказывающие способности и интегрирующих имеющиеся клинические данные (например, биомедицинские или геномные) с контекстными реальными данными [8].

Согласно рабочего документа Еврокомиссии о *возможности цифровой трансформации здравоохранения в единый цифровой рынок* [9] в ЕС в настоящее время разрабатываются подходы к *организации высокопроизводительных вычислений, анализу данных и искусственному интеллекту* для создания и тестирования продуктов в области здравоохранения, обеспечения быстрой диагностики и повышения эффективности лечения.

### Интегрированная электронная медицинская карта

Особое место в структуре ЕГИСЗ занимает *Интегрированная электронная медицинская карта (ИЭМК)*, позволяющая перейти на единый формат *структурированных электронных медицинских документов* в МИС МО и являющаяся *совокупностью электронных персональных медицинских записей, относящихся к одному человеку, собираемых и используемых несколькими МО* [10].

Особенность ведения ИЭМК заключается в том, в ней аккумулируется медицинская информация, полученная из различных МО, для предоставления её уполномоченным медицинским работникам других МО, связанных с диагностикой, лечением или профилактикой субъекта ИЭМК [11].

Основные задачи ИЭМК представлены на сайте ЕГИСЗ<sup>1</sup>:

1. получение, проверка, обработка и хранение структурированных обезличенных сведений, указанных в статье 94 Федерального закона № 323-ФЗ [4], о лицах, которым оказывается медицинская помощь, а также о лицах, в отношении которых проводятся медицинские экспертизы, медицинские осмотры и медицинские освидетельствования;
2. формирование баз данных обезличенной информации по отдельным нозологиям и профилям оказания медицинской помощи, позволяющие систематизировать информацию для изучения

<sup>1</sup> ЕГИСЗ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://egisz.rosminzdrav.ru> (дата обращения 12.04.2019).

течения и исхода заболеваний, изучения клинической и экономической эффективности методов профилактики, диагностики, лечения и реабилитации при отдельных заболеваниях, состояниях в соответствии с *Международной статистической классификацией болезней и проблем, связанных со здоровьем, и номенклатурой медицинских услуг*, утверждаемой уполномоченным федеральным органом исполнительной власти.

На *Портале оперативного взаимодействия участников ЕГИСЗ* размещены проекты национальных стандартов «Электронная медицинская карта. Интегрированная электронная медицинская карта» [11] и «Электронная медицинская карта. Электронная медицинская карта, используемая в медицинской организации» [12].

*Система ведения ИЭМК, аналитические системы, а также системы автоматизированного контроля и поддержки принятия управленческих решений на основе анализа первичных данных* относятся к федеральным управленческим системам. Анализ данных ИЭМК должен осуществляться централизованно в *Федеральном центре обработки данных Министерства здравоохранения и социального развития РФ* [7].

На сегодняшний день в РФ решаются вопросы по технологии взаимодействия МИС МО с системой ведения ИЭМК, юридические вопросы, связанные с передачей медицинской информации пациента, вопросы электронной цифровой подписи при передаче данных в ЕГИСЗ.

Основные аспекты разработки, планы разработки и внедрения базовой ИЭМК в РФ описаны в статье Т.В. Зарубиной, С.Л. Швырева, В.Г. Соловьева и др. «Интегрированная электронная медицинская карта: состояние дел и перспективы» [13].

### Основные задачи Data Mining

Основные задачи, решаемые методами Data Mining [1]:

1. *Кластеризация* — это группировка объектов на основе данных, описывающих их свойства, при этом число кластеров может быть заранее неизвестно (например, кластеризация пациентов по симптомам заболеваний).
2. *Регрессия* — установление функциональной зависимости между факторами или показателями (например, установление зависимости между показателями клинического анализа крови у пациентов).
3. *Классификация* — это определение класса объекта на основе его признаков, при этом множе-

ство классов, к которым можно отнести объект, заранее известно (например, постановка медицинского диагноза по данным жалоб пациента, его анамнеза и клинических исследований).

4. *Ассоциация* — выявление закономерностей между связанными объектами или событиями (например, выявление групп лекарственных препаратов, которые врачи выписывают пациентам совместно при определенных заболеваниях).
5. *Последовательные шаблоны* — выявление закономерностей между связанными во времени событиями (например, если пациент начал принимать лекарственный препарат, то с некоторой вероятностью через определенное время состояние этого пациента улучшится).
6. *Анализ временных рядов* — это процесс прогнозирования временных рядов, базирующийся на выявлении закономерностей, объясняющих динамику процесса в прошлом, и использовании этих закономерностей для описания развития в будущем (например, анализ динамики развития заболевания или динамики внутренней картины болезни в процессе лечения).

#### Анализ медицинской информации с использованием технологии Data Mining

Построение систем Data Mining для анализа медицинской информации возможно как на уровне федеральных сервисов в рамках ЕГИСЗ, так и на уровне сервисов конкретной МО в рамках МИС.

Можно выделить следующие основные направления использования технологии Data Mining в области анализа медицинских данных:

1. *Диагностика и прогнозирование заболеваний.* Применение технологии Data Mining позволяет диагностировать заболевания пациента, его стадии, характер течения болезни, а также осуществлять прогнозирование изменения клинического состояния пациента при применении различных вмешательств [3]. Пример системы прогнозирования кардиологических заболеваний приведен в работе [15].
2. *Выявление лучших методов лечения и оценка эффективности лечения.* С помощью технологии Data Mining можно выявить лучшие методы лечения из доступных, сравнивая такие факторы, как причины заболеваний, симптомы, время и стоимость лечения, а также побочные эффекты [2].
3. *Оказание пациентам качественной медицинской помощи.* Анализ больших информационных массивов медицинских данных может выявить новые закономерности (например, о ранее неизвест-

ных аспектах методов лечения или применения лекарственных препаратов), с помощью которых можно повысить качество оказания медицинской помощи. Кроме того, технология Data Mining может оценить качество работы МО на основании заданных критериев, проанализировать потребности конкретного пациента с целью улучшения качества оказываемых медицинских услуг [2].

4. *Прогнозирование потребности в медицинской помощи* на основании данных об уровне и характере заболеваемости по различным нозологическим формам, группам населения, территориальным и другим признакам [7].
5. *Контроль за распространением внутрибольничных инфекционных заболеваний.* Инфекционный контроль с помощью технологии Data Mining является более чувствительным, чем традиционные наблюдения за распространением инфекции [3]. Примером может служить система инфекционного контроля, разработанная в университете Алабамы [14].
6. *Выявление пациентов высокого риска.* Используя методы прогнозирования Data Mining, можно оценивать риски возникновения тяжелых заболеваний у пациентов, оперативно выявлять лиц, подверженных риску резкого ухудшения состояния здоровья, а также заболевших лиц [7]. Примером является система предсказания генетически-обусловленных заболеваний, описанная в работе [17].
7. *Построение рейтинга МО.* Технологию Data Mining можно использовать для анализа качества оказания медицинской помощи населению в различных МО, оценки оснащенности МО необходимыми материально-техническими ресурсами, анализа соответствия материально-технической обеспеченности МО стандартам оснащения и построения рейтинга этих МО. Такое ранжирование используется для выявления МО, способных лечить пациентов высокого риска [2].
8. *Управление ресурсами и лечебно-диагностическим процессом в МО.* Технология Data Mining позволяет создавать модели для управления ресурсами и совершенствования лечебно-диагностического процесса в МО [2].
9. *Контроль и надзор в сфере здравоохранения.* Используя технологию Data Mining можно осуществлять контроль за соблюдением гарантированного объема и качества оказания медицинской помощи с учетом медицинских и медико-экономических стандартов, мониторинг отпускных и закупочных цен на лекарственные средства, анализ соответствия предоставленных лекарственных средств гарантированным перечням лекарственного обеспечения для категорий граждан [7]. Технология Data Mining позволяет

осуществлять мониторинг и экспертизу действий медицинского персонала, в ходе которых оцениваются: адекватность вмешательства диагнозу, корректность дозировок и длительности приема лекарственных средств, соответствие организационных действий состоянию больного, поиск похожих клинических случаев [3].

10. *Выявление злоупотреблений и случаев страхового мошенничества.* Технология Data Mining позволяет выявить злоупотребления и случаи мошенничества: выставление счетов за фактически не проведенные процедуры, списание медикаментов, назначение ненужных дорогостоящих препаратов, выставление завышенных счетов за медицинские услуги и т.д. Примером является система прогнозирования стоимости лечения по данным страховых компаний, описанная в работе [16].

### Анализ клинических текстов

Большинство медицинской документации является текстами на естественном языке, содержащими сведения, нуждающиеся в извлечении и структурировании. Анализ клинических текстов является одним из наиболее перспективных направлений использования технологии Data Mining в медицине. Так, А.В. Гусев в своей работе по искусственному интеллекту в здравоохранении пишет, что в этой области возможны «...автоматический анализ врачебных записей и медицинских документов и последующая постановка предварительного диагноза с выводом рекомендаций по тактике обследования и лечения» [18].

В исследовании, выполненном при поддержке РФФИ (проект № 13–04–12062), показано, что «...большинство существующих методов и систем анализа медицинских текстов работают только с английским языком, системы анализа медицинских текстов на русском языке отсутствуют». Авторы этого исследования отмечают, что «...большинство существующих решений ориентированы на обработку текстов общего характера, например, таких как новостные сообщения. Однако стилистика клинических текстов сильно отличается от стилистики обычных текстов, поэтому требуется как значительная доработка существующих методов и инструментов по анализу текстов на естественном языке, так и создание новых специфичных подходов» [3].

В настоящее время ведутся работы по разработке подходов, методов, программных продуктов для анали-

за клинических текстов, однако разрабатываемые системы в основном ориентированы на анализ англоязычных текстов и основаны на известных платформах обработки текстов на естественном языке общего назначения, таких как GATE и Apache UIMA [3].

### Архитектура медицинских систем Data Mining

Основные сведения об архитектуре медицинских систем Data Mining приведены в исследовании [3]: многопроцессорные вычислительные системы, вычислительные кластеры, системы распределенных вычислений в Интернете, грид-системы (географически распределенные вычислительные платформы). Авторы исследования исходя из требований по стоимости, распределенности ресурсов, защищенности каналов, объемам данных и масштабируемости и делают вывод о целесообразности использования систем Data Mining, архитектуры которых основаны на грид. В таких системах часто применяется архитектура Data Mining Grid Architecture (DMGA), а качестве программных платформ используются Globus Toolkit и UNICORE.

### Заключение

На сегодняшний день в РФ происходит массовое внедрение информационных технологий в работу МО, создание МИС МО, разработка ЭМК и ИЭМК, построение ЕГИСЗ, что приводит к накоплению больших объемов медицинских данных. Аналитические технологии Data Mining внедряются как федеральные сервисы на уровне ЕГИСЗ, так и сервисы на уровне МИС МО. К основным вопросам внедрения технологии Data Mining следует отнести: разработку форматов структурированных электронных медицинских документов для ИЭМК и ЭМК, отладку технологии взаимодействия МИС МО с системой ведения ИЭМК, совместимость форматов медицинских документов МИС в различных МО, анализ клинических текстов на русском языке, анализ больших объемов медицинских данных различными методами Data Mining, обеспечение конфиденциальности медицинских данных, выбор архитектуры и программных платформ для систем Data Mining. Решение перечисленных вопросов позволят использовать технологию Data Mining как для повышения качества оказания медицинской помощи, так и для контроля и надзора в сфере здравоохранения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Паклин Н. Б., Орешков В. И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. — СПб.: Питер, 2009. — 624 с.
2. Pandey S. C. Data Mining techniques for medical data: a review // International conference on Signal Processing, Communication, Power and Embedded System. — 2016. — November. — P. 972–982.

3. Методы и средства комплексного интеллектуального анализа медицинских данных / А. А. Баранов, Л. С. Намазова-Баранова, И. В. Смирнов [и др.] // Труды ИСА РАН. — 2015. — Т. 65. — № 2. — С. 81–93.
4. Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. N323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_121895](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895) (дата обращения: 12.04.2019).
5. Гусев А. В., Зарубина Т. В. Поддержка принятия врачебных решений в медицинских информационных системах медицинской организации // Врач и информационные технологии. 2017. — № 2. — С. 60–72.
6. «Методические рекомендации по обеспечению функциональных возможностей медицинских информационных систем медицинских организаций», утвержденные Министром здравоохранения Российской Федерации В. И. Скворцов 1 февраля 2016 г. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://portal.egisz.rosminzdrav.ru/materials> (дата обращения: 12.04.2019).
7. «Концепция создания единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения», утвержденная Приказом Минздравсоцразвития России от 12.04.2012 № 348 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://portal.egisz.rosminzdrav.ru/materials/99> (дата обращения: 12.04.2019).
8. Study on Big Data in Public Health, Telemedicine and Healthcare: Final Report of the European Commission, December 2016. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/ehealth/docs/bigdata\\_report\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/ehealth/docs/bigdata_report_en.pdf) (дата обращения 12.04.2019).
9. Commission staff working document Accompanying the document communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions on enabling the digital transformation of health and care in the Digital Single Market; empowering citizens and building a healthier society (SWD/2018/126 final) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52018SC0126> (дата обращения 12.04.2019).
10. Зингерман Б. В., Шкловский-Корди Н.Е., Карп В. П., Воробьев А. И. Интегрированная электронная медицинская карта: задачи и проблемы // Врач и информационные технологии. — 2015. — № 1. — С. 24–34.
11. Проект национального стандарта «Электронная медицинская карта. Интегрированная электронная медицинская карта». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://portal.egisz.rosminzdrav.ru/materials/311> (дата обращения 12.04.2019).
12. Проект национального стандарта «Электронная медицинская карта. Электронная медицинская карта, используемая в медицинской организации». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://portal.egisz.rosminzdrav.ru/materials/309> (дата обращения 12.04.2019).
13. Интегрированная электронная медицинская карта: состояние дел и перспективы / Т. В. Зарубина, С. Л. Швырев, В. Г. Соловьев [и др.] // Врач и информационные технологии. — 2016. — № 2. — С. 35–44.
14. Brosette S. E., Sprague A. P., Jones W. T., Moser S. A. A data mining system for infection control surveillance // Methods of Information in Medicine — 2000. — Dec; 39 (4–5). — P. 303–310.
15. Soni J., Ansari U., Sharma D. Predictive Data Mining for Medical Diagnosis: An Overview of Heart Disease Prediction // International Journal of Computer Applications (0975–8887). — 2011. — Volume 17. — № 8, March. — P. 43–48.
16. Big data in health care: using analytics to identify and manage high-risk and high-cost patients / David W. Bates, Suchi Saria, Lucila Ohno-Machado et al. // Health Affairs. — 2014. — V. 33. — № 7. — P. 1123–1131.
17. Tassy O., Pourquie O. Manteia, a predictive data mining system for vertebrate genes and its applications to human genetic diseases // Nucleic acids research. — 2014. — Jan; 42. — P. 882–891.
18. Гусев А. В. Перспективы нейронных сетей и глубокого машинного обучения в создании решений для здравоохранения // Врач и информационные технологии. — 2017. — № 3. — С. 92–105.

---

© Маркина Нэлли Васильевна ( markina.nel@yandex.ru ),

Касюк Сергей Тимурович ( sergey.kasyk@gmail.com ), Шамаева Татьяна Николаевна ( shamtan@rambler.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ КАРТ МЕСТНОСТИ

**Маслов Александр Александрович**

Аспирант, Балтийский федеральный университет  
имени Иммануила Канта  
mail@alexmaslov.com

### THE MODERN METHODS OF CONSTRUCTION OF 3D TERRAIN MAPS

**A. Maslov**

*Summary.* This article deals with the problem of the construction of three-dimensional terrain maps, types of 3D maps, the main computer programs and applications that can be used to create 3D maps of the area with the objects located on it, methods and scheme of construction of 3D models.

*Keywords:* terrain map, 3D map, 3D computer modeling, construction of three-dimensional objects and reliefs, map editor.

*Аннотация.* В данной статье рассматривается вопрос построения трехмерных карт местности, виды трехмерных карт, основные компьютерные программы и приложения, с помощью которых могут создаваться 3D карты местности с расположенными на ней объектами, методы и схема построения трехмерных моделей.

*Ключевые слова:* карта местности, трехмерная карта, компьютерное 3D моделирование, построение трехмерных объектов и рельефов, картографический редактор.

**Т**рехмерное моделирование и построение карт местности дает возможность максимально подробно и точно описать, и представить графически реальную местность, все объекты, находящиеся на определенной территории, и их расположение относительно друг друга. Реальная местность включает в себя как природные ландшафты (горы, реки, озера, леса и пр.), так и индустриальные (автомобильные и железные дороги, строения различного назначения и т.д.).

Трехмерные карты позволяют получить полное представление о выбранной местности, а также обращаться к отдельным находящимся на ней объектам для запроса подробной информации о них, определять точное географическое положение, совершать различные расчетные и измерительные действия и пр.

Трехмерные модели могут создаваться на основании разнообразных картографических материалов: планы городов и сельской местности, крупномасштабные карты, аэрофотоснимки, растровые изображения и прочие данные.

Обычные традиционные карты описывают местность и объекты на основе плоской (2D) системы координат. Высота является третьей пространственной координатой и обозначается на картах данного типа посредством цвета или изолиний.

Карты современных геоинформационных систем (ГИС) могут иметь различное назначение, например, инженерное, градостроительное, кадастровое. В связи с этим появляется необходимость преобразования

плоских двухмерных объектов в объемные трехмерные. Это касается различных участков местности, жилых и промышленных зданий, зеленых насаждений, коммуникации. В случае если на определенной территории планируется строительство новых зданий различного назначения или реконструкция старых объектов, то 3D карты местности значительно облегчают и позволяют максимально оптимизировать данный процесс:

- ◆ дают возможность подробно и детально визуализировать новые здания и сооружения;
- ◆ способствуют оперативному принятию решений относительно внесения корректировок в строительные и реконструкционные проекты;
- ◆ ускоряют проектирование и согласование проектов.

Трехмерное изображение применяется для объектов, которые находятся на разных уровнях над или под земной поверхностью. С целью компьютерного изображения различных объектов местности на двухмерных и трехмерных картах применяются библиотеки условных обозначений, имеющие уникальную архитектуру для ГИС разных производителей.

Компьютерное 3D моделирование выступает одним из наиболее сложных и в то же время перспективных направлений в компьютерных технологиях. 3D моделирование активно используется при разработке трехмерных карт местности и предполагает наличие у разработчика не только навыков работы в компьютерных программах и владения необходимым инструментарием, но и развитого пространственного геометрического мышления [2, с. 108–112].

Проведем обзор некоторых компьютерных программ, с помощью которых могут создаваться трехмерные карты местности.

Программа «3DS Max» предназначена для моделирования трехмерных объектов посредством векторной графики и обладает мощным функционалом. В освоении программа сложна, поэтому процесс ее изучения должен быть поэтапным:

1. приобретение общего навыка работы в программе (умение разбираться в основных настройках, навигации по сценам, создавать примитивы);
2. обучение работе с редактируемыми полигонами (создание наиболее простых объектов, например, стен зданий, а затем постепенный переход к работе с более сложными объектами);
3. знакомство с модификаторами, которые дают возможность пользователю усложнять и совершенствовать модели, а также с булевыми операциями, которые служат для создания, например, различных элементов зданий (ниш, проемов и пр.);
4. обучение работе со сплайнами — один из наиболее трудоемких этапов;
5. создание ландшафтов и экстерьеров (выбор цветовых решений, расположение объектов и их составляющих, декоративных элементов и т.д.);
6. работа с материалами и световыми схемами;
7. изучение правил и техник визуализации.

Программа «3DS Max» требует наличие у проектировщика высокопроизводительного компьютера с большим объемом оперативной памяти и мощным процессором. Еще одной проблемой, которая может возникнуть при освоении программы «3DS Max», является необходимость владения английским языком на достаточно продвинутом уровне, поскольку рекомендуется изучать именно англоязычную версию программы [4, с. 350–355].

Программа «AutoCAD» (Map 3D) представляет собой мощный современный инструмент и прикладную систему проектирования и автоматизированного черчения и рассматривается при изучении инженерной графики. Программа актуальна для инженеров, строителей, архитекторов, механиков, геодезистов, дизайнеров, часто используется в промышленном производстве и пр. Разработчики программы заложили в нее обширные и практически неисчерпаемые возможности, благодаря чему она может применяться в работе специалистов из самых разных областей. Главными задачами освоения программы являются следующие:

- ◆ приобретение знаний в области основ инженерной графики;
- ◆ изучение модификации объектов, в результате пользователи научаются создавать из исходных

объектов чертежей новые геометрические конфигурации;

- ◆ умение создавать новые системы координат и их пространственное положение по отношению к исходным данным;
- ◆ овладение формами стандартизации проектной документации;
- ◆ умение работать с подшивкой листов чертежей в электронном виде;
- ◆ навык обработки готовых чертежей и вывода на их печать для создания бумажной версии проекта.

Основная особенность программы «AutoCAD» и в то же время проблема при ее освоении состоит в том, что программа работает с геометрическим описанием объектов в отличие от художественных редакторов типа «PhotoShop» или «Paintbrush», работающими с изображением как таковым. Таким образом, к примеру, круг в программе «AutoCAD» представляется и описывается как центр и радиус. Подобное геометрическое описание объектов позволяет создавать в программе высокоточные геометрические модели и преобразования.

Сложность освоения программы «AutoCAD» состоит в том, что пользователь должен обладать профессиональными знаниями и изначально иметь достаточно четкое представление относительно результата работы, итогового варианта чертежного проекта, поскольку программа не может автоматически выбирать правильные элементы черчения — типы линий, размеры, символы и пр. [1, с. 283–285]. Умение создавать проектную документацию в сочетании с 3D моделингом и визуализацией в программе «AutoCAD» требует серьезного и длительного обучения, высокопроизводительного компьютера, развитого пространственного мышления у проектировщика.

Пошаговый алгоритм и системный подход к созданию чертежного проекта с помощью программы «AutoCAD» можно представить следующим образом:

- ◆ создание нового файла на основании шаблона;
- ◆ создание и настройка всех необходимых составляющих элементов: слоев, текстовых стилей, размерных стилей, стилей мультивыносок и таблиц, листов, блоков;
- ◆ отрисовка всей необходимой графики (разрезы, планы, виды и пр.) в пространстве модели с масштабом 1:1;
- ◆ размещение на листе всех необходимых элементов и видов с указанием нужных масштабов посредством видовых экранов;
- ◆ указание всех нужных размеров, надписей и выносок в области видового экрана в пространстве листа или модели, применяя при этом аннотативные стили размеров, текста и выносок [3, с. 88].

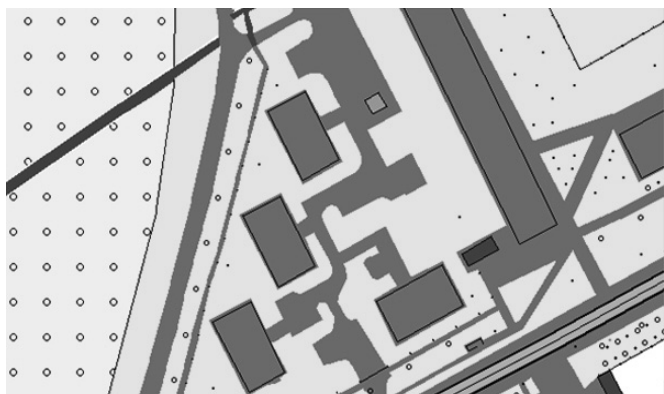


Рис. 1. План города и типовая трехмерная модель города

Также для проектирования трехмерных карт местности могут использоваться такие программные решения, как:

- ◆ «Lks MapEdit». Это картографический редактор, который предназначен для проектирования многослойных топографических карт. Программа поддерживает GPS протоколы и позволяет применять снимки карт местности как подложку в ходе работы.
- ◆ «MicroGISEditor». Данная программа служит для создания различных карт местности, которые впоследствии могут применяться в специальных приложениях, таких, например, как «Автоспутник», «7 дорог», «СитиГид» и пр.).
- ◆ «MapInfo Professional». Это программа для проектирования карт, имеющая множество разнообразных функций. Редактор совместим с другими программами и приложениями — «AutoCAD», ГИС-данные, кадастровые приложения.
- ◆ Помимо специализированных картографических редакторов, существуют различные онлайн сервисы, к которым также можно работать с картами: например, «Click2Map», «Animaps», «Umapper».

Трехмерные карты местности могут быть типовыми или детального вида. Типовые трехмерные модели включают в себя поверхность рельефа местности, зеленые насаждения и растительность, гидрографические объекты, здания, дорожные сети, светофоры и др. Они проектируются на основании топографических карт, обзорных карт или планов местности.

Типовые трехмерные модели местности могут использоваться для визуализации и оценки с учетом особенностей рельефа формы и высоты объектов, места расположения и расстояния между объектами и пр. Подобные карты, к примеру, могут применяться при проектировании различных трубопроводов или проведении кабелей электросетей. Построение типовой трехмерной

модели служит быстрым методом получения качественной 3D модели участка местности.

Трехмерные модели местности детального вида проектируются в соответствии с планами местности и отображают расположенные на местности объекты, имеющие индивидуальные настройки внешнего вида. Такие модели описывают не только поверхность рельефа местности, но и содержат объемное и максимально приближенное к реальности отображение объектов — зданий и сооружений (экстерьер зданий, архитектурные особенности, декоративные элементы и пр., а также близлежащие территории — дворы, палисадники, парковки и т.д.).

Технология построения трёхмерных моделей местности состоит из следующих основных этапов: подготовительные работы, подготовка классификатора, настройка кодового состава объектов.

В процессе подготовки карты местности к отображению в 3D виде требуется проведение анализа векторной карты с целью определения полноты кодового состава. Для объектов, имеющих один код и локализацию, проектируется общее 3D изображение. В случае, когда объекты относятся к одному типу и имеют разный внешний вид, целесообразно присвоить при создании 3D модели свой индивидуальный код каждому типу объектов. Таким образом, жилые здания, расположенные на проектируемом участке местности, могут быть, например, деревянными или панельными, и каждый тип домов должен обладать индивидуальным кодом. Новые кодовые обозначения типов объектов могут добавляться на любом этапе проектирования и редактирования трехмерной карты.

Еще одним действенным методом различения объектов по их внешним признакам и внешнему виду при создании трехмерных карт местности выступает ор-

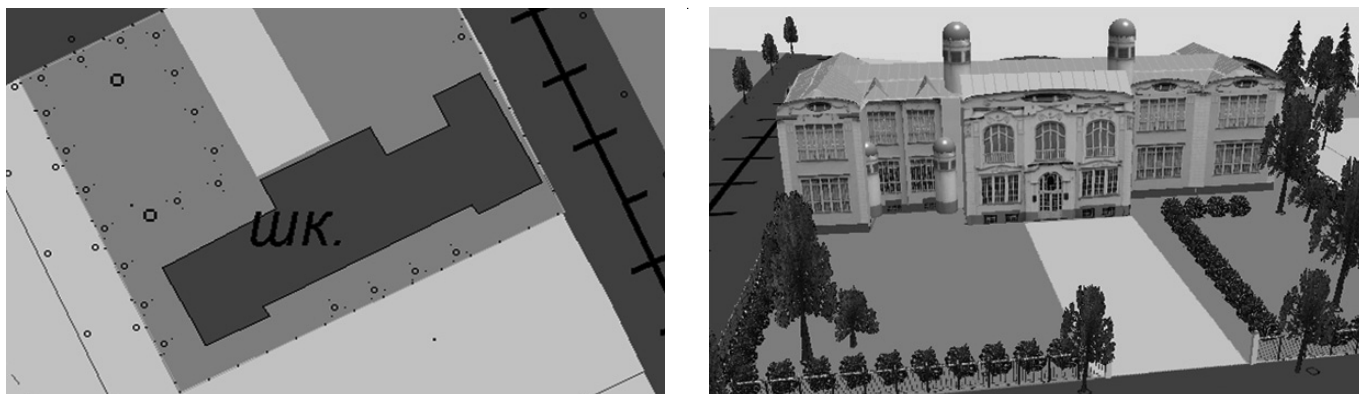


Рис. 2. План местности и трехмерная модель местности детального вида

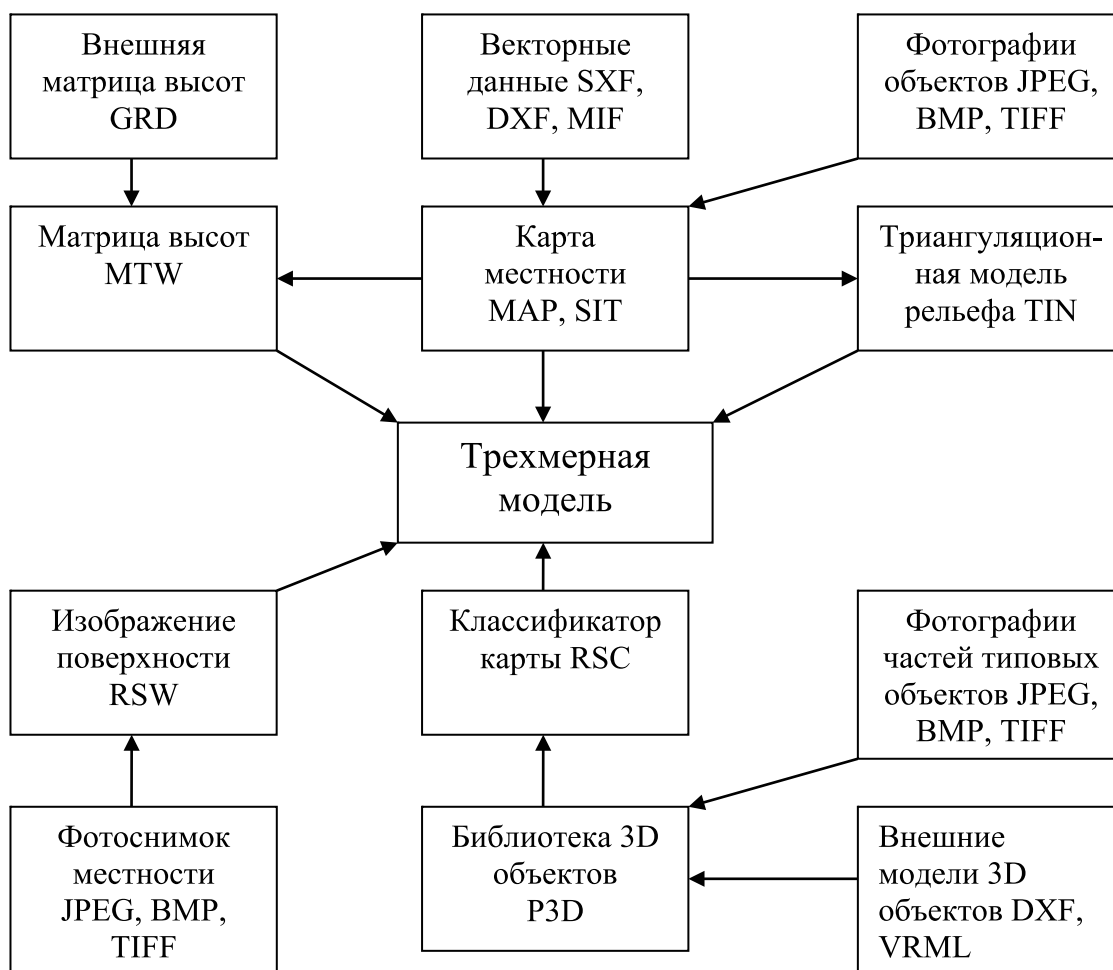


Схема 1. Построение 3D модели местности

ганизация и проектирование серии объектов с одним кодом в соответствии с выбранной семантикой. Так, внутри серии каждый объект может иметь свой внешний вид, отличающийся от других объектов. При этом любое внешнее или содержательное свойство объекта может

быть выбрано в качестве семантики, по которой будет определяться вид объекта. В данном случае, к примеру, может быть опять же выбран материал, из которого построено здание или сооружение (кирпич, панельные блоки, деревянные брусья, металлические листы и пр.).



Рассмотрим процедуру и особенности построения 3D модели местности посредством приложения ГИС «Панорама». Трехмерная модель создается с учетом рельефа местности и представляет собой поверхность, на которую осуществляется наложение изображений растровой, векторной или матричной карты участка местности. Модель может включать в себя объекты, находящиеся как на поверхности земли, так и под землей. Это полноценная 3D карта местности, на которой можно выбирать различные объекты и запрашивать подробную информацию о них, а также редактировать свойства и вид объектов.

Для проектирования 3D модели требуется наличие 2D карты местности и матрицы высот, на основании данных которых создается объемная трехмерная модель. Кроме того, для построения 3D модели с учетом находящихся на выбранном участке местности объектов требуется библиотека 3D изображений объектов, которая добавляется в классификатор любой карты. Библиотеки 3D изображений для различных масштабов поставляются совместно с классификаторами электронных векторных карт. В этом случае для создания объемной карты можно подключить необходимую библиотеку изображений к классификатору, после чего назначить для определенных объектов соответствующие изображения. Если же требуется индивидуальное и более детальное объемное изображение имеющихся объектов, то эту процедуру можно провести посредством «редактора условных знаков».

В качестве исходных данных для построения 3D модели местности могут применяться: библиотека объемных изображений объектов, классификатор карты, триангуляционная модель рельефа (TIN-модель), матрица высот, векторная карта, цифровые фотоснимки местности и находящихся на ней объектов [5, С. 695–697].

В заключение отметим, что современные компьютерные программы, с помощью которых можно создавать трехмерные карты местности, стремятся предоставить пользователю все большие функциональные возможности, которые обеспечивают максимально приближенное к реальности сходство проектируемых географических рельефов местности и расположенных на территории объектов.

«AutoCAD» является сложной, мощной и многофункциональной программой для создания трехмерных моделей, и главными проблемами при ее освоении выступают продолжительность, сложность и интенсивность обучения, а также необходимость наличия высокопроизводительного компьютера и развитого пространственного мышления ввиду необходимости четкого представления результата проекта заблаговременно.

Программа «3DS Max» обладает обширным функционалом и овладение работой в ней требует продолжительного обучения, наличие мощного компьютера и знания английского языка.

Различные онлайн сервисы имеют более простой интерфейс, тем не менее, также обладают многофункциональными возможностями для создания 3D карт местности.

Для построения трехмерной карты местности необходимы библиотека объемных изображений объектов, классификатор карты, триангуляционная модель рельефа (TIN-модель), матрица высот, векторная карта, цифровые фотоснимки местности и находящихся на ней объектов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенова Д. К. Особенности обучения AutoCAD в вузе / Д. К. Аксенова, М. С. Гусманова, А. Н. Имангалиева // Актуальные вопросы современной педагогики: материалы VIII Междунар. науч. конф. — Самара: Асгард, 2016. — С. 283–285.
2. Гакаев Р. А. Изображение рельефа горизонталями и построение профиля по топографической карте // Педагогика высшей школы. — 2016. — № 2. — С. 108–112.
3. Паклина В. М. Основы проектирования в системе AutoCAD2015 / В. М. Паклина, Е. М. Паклина. — Екатеринбург: УрФУ, 2014. — 198 с.
4. Сохатюк Ю. В. Выбор программного обеспечения для изучения инженерной графики / Ю. В. Сохатюк // Педагогическое мастерство: Материалы Междунар. науч. конф. — М.: Буки-Веди, 2012. — С. 350–355.
5. Шварц Д., Куприянов Д. В. Построение карт местности робототехническими средствами // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. — 2016. — Т. 59. — № 8. — С. 695–697.

© Маслов Александр Александрович ( mail@alexmaslov.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ГРАНИЦЫ «ГАЗ-ВАКУУМ» ВОСХОДЯЩЕГО ЗАКРУЧЕННОГО ПОТОКА С УЧЕТОМ ОДНОСТОРОННЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ВНЕШНЕЙ СИЛЫ

**MATHEMATICAL MODELING  
OF THE "GAS-VACUUM" BOUNDARY  
MOTION OF THE UPWARD SWIRLING  
FLOW TAKING INTO ACCOUNT  
THE UNILATERAL INFLUENCE  
OF THE HORIZONTAL EXTERNAL FORCE**

**A. Mezentsev  
S. Yagupov**

*Summary.* The paper considers three-dimensional flows of an ideal polytropic gas adjacent to a vacuum under the action of gravitational forces, Coriolis and horizontal external force. The flow of gas under the action of wind load in the vertical part of the upward swirling flow of the tornado type with low pressure in the central part is simulated [1–3]. The law of motion of the free surface — the gas-vacuum boundary and the behavior of gas-dynamic parameters on it are investigated. The system of equations of gas dynamics is used as a mathematical model [4–5]. The law of motion of the gas-vacuum boundary is determined in parametric form from the solution of systems of ordinary differential equations.

*Keywords:* Ideal polytropic gas, Coriolis force, system of equations of gas dynamics, the boundary "gas-vacuum".

**Мезенцев Алексей Владимирович**

К.ф.-м.н., Уральский государственный университет  
путей сообщения  
amezentsev@usurt.ru

**Ягунов Станислав Александрович**

К.ф.-м.н., Уральский государственный университет  
путей сообщения  
Sya\_s@mail.ru

*Аннотация.* В работе рассматриваются трехмерные течения идеального политропного газа, примыкающие к вакууму в условиях действия сил тяготения, Кориолиса и горизонтальной внешней силы. Моделируется течение газа под действием ветровой нагрузки в вертикальной части восходящего закрученного потока типа торнадо с пониженным давлением в центральной части [1–3]. Исследуется закон движения свободной поверхности — границы «газ-вакуум» и поведение газодинамических параметров на ней. В качестве математической модели используется система уравнений газовой динамики [4–5]. Закон движения границы «газ-вакуум» определен в параметрической форме из решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

*Ключевые слова:* Идеальный политропный газ, сила Кориолиса, система уравнений газовой динамики, граница «газ-вакуум».

## Введение

**Д**ля приближенного моделирования средней вертикальной части восходящих закрученных потоков типа торнадо рассматривается течение с зоной вакуума в окрестности вертикальной оси вихря [1–3].

Предполагается, что в начальный момент времени  $t = t_0$  трехмерная поверхность  $\Gamma_0$  с уравнением  $z = \phi(x, y)$ ,  $\mathbf{x} = (x, y, z)$ , отделяет идеальный политропный газ от вакуума. Газ находится снаружи, а внутри — вакуум. В момент времени  $t = t_0$  известны распределения параметров газа:  $\mathbf{V}_0(\mathbf{x}) = \{u_0(\mathbf{x}), v_0(\mathbf{x}), w_0(\mathbf{x})\}$  — вектора скорости газа,  $c_0(\mathbf{x})$  — скорости звука газа. Требуется найти закон движения границы  $\Gamma_0$ :  $z = z_0(t, x, y)$ .

Задача исследуется при условии, что скорость звука газа  $c$  во все моменты времени равна нулю на поверхности  $\Gamma_0$ . Функции  $\phi$ ,  $\mathbf{V}_0$ ,  $c_0$  предполагаются аналитическими. Вектор горизонтальной внешней силы  $\mathbf{f} = \rho\{-f, 0, 0\}$  во все моменты времени действует на восходящий закрученный поток только с наветренной стороны,  $\rho$  — плотность газа.

## Математическое моделирование движения границы «газ-вакуум»

Течение газа в восходящем закрученном потоке описывается системой уравнений (1), где

$$f = \begin{cases} f_1, & \text{наветренная сторона,} \\ 0, & \text{подветренная сторона,} \end{cases} \quad f_1 = \text{const} > 0,$$

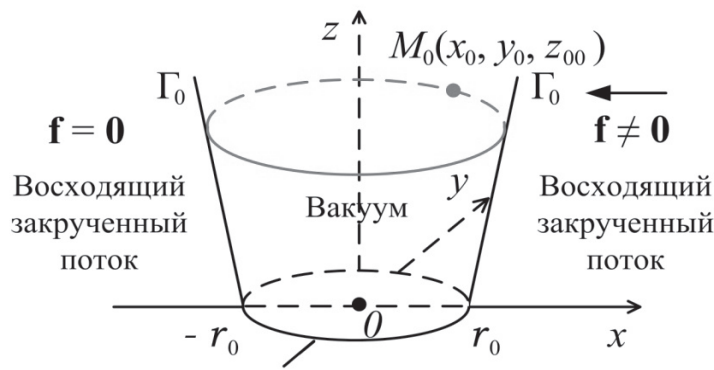


Рис. 1. Свободная поверхность  $\Gamma_0$  в момент времени  $t = t_0$

$$\begin{cases} c_t + c_x u + c_y v + c_z w + \frac{\gamma-1}{2} c(u_x + v_y + w_z) = 0, \\ u_t + u_x u + u_y v + u_z w + \frac{2}{\gamma-1} c c_x = 2\Omega_3 v - 2\Omega_2 w - f, \\ v_t + v_x u + v_y v + v_z w + \frac{2}{\gamma-1} c c_y = -2\Omega_3 u, \\ w_t + w_x u + w_y v + w_z w + \frac{2}{\gamma-1} c c_z = 2\Omega_2 u - g, \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} c_t + c_x u + c_y v + (w - z_{0t} - z_{0x} u - z_{0y} v) c_\eta + \frac{\gamma-1}{2} c(u_x + v_y + w_\eta - z_{0x} u_\eta - z_{0y} v_\eta) = 0, \\ u_t + u_x u + u_y v + (w - z_{0t} - z_{0x} u - z_{0y} v) u_\eta + \frac{2}{\gamma-1} c(c_x - z_{0x} c_\eta) = 2\Omega_3 v - 2\Omega_2 w - f, \\ v_t + v_x u + v_y v + (w - z_{0t} - z_{0x} u - z_{0y} v) v_\eta + \frac{2}{\gamma-1} c(c_y - z_{0y} c_\eta) = -2\Omega_3 u, \\ w_t + w_x u + w_y v + (w - z_{0t} - z_{0x} u - z_{0y} v) w_\eta + \frac{2}{\gamma-1} c c_\eta = 2\Omega_2 u - g, \end{cases} \quad (2)$$

$$\mathbf{V}(t_0, x, y, z) = \mathbf{V}_0(x, y, \eta + \phi(x, y)), c(t_0, x, y, z) = c_0(x, y, \eta + \phi(x, y)) \quad (3)$$

$$c(t, x, y, \eta)|_{\eta=0} = 0. \quad (4)$$

$$\begin{cases} z_{0t} + z_{0x} u + z_{0y} v = w, \\ u_t + u_x u + u_y v = 2\Omega_3 v - 2\Omega_2 w - f, \\ v_t + v_x u + v_y v = -2\Omega_3 u, \\ w_t + w_x u + w_y v = 2\Omega_2 u - g, \end{cases} \quad (5)$$

$\Omega_2 = \Omega \cos \psi, \Omega_3 = \Omega \sin \psi$  — координаты вектора угловой скорости вращения Земли  $\Omega = \{0; \Omega_2; \Omega_3\}$ ,  $\Omega = |\Omega|$ ,  $\psi$  — заданная широта,  $g$  — ускорение свободного падения.

В системе (1) вводится новая переменная  $\eta = z - z_0(t, x, y)$ . При таком введении независимой переменной поверхность  $\Gamma_0$  берется за новую координатную плоскость  $\eta = 0$ .

Система (1) в новых независимых переменных будет иметь вид (2) с начальными условиями (3) и условием равенства нулю скорости звука газа на поверхности  $\Gamma_0$  (4).

Для решения начально-краевой задачи (2)-(4) в системе (2) положим  $\eta = 0$ .

Учитывая условие (4), система (2) переписывается в виде системы квазилинейных дифференциальных уравнений в частных производных

Полученная система (5) с помощью характеристического параметра  $\tau = t - t_0$  сводятся к системе обыкновенных дифференциальных уравнений (6).

Начальные условия для системы (6) задаются в точке  $M_0(x_0, y_0, z_0)$ , в начальный момент времени лежащей на поверхности  $\Gamma_0$  (7).

Интегрирование системы (6) приводит к следующим соотношениям для координат (8) и для компонент вектора скорости (9).

$$\begin{cases} \frac{dt}{d\tau} = 1, & \frac{dx}{d\tau} = u, & \frac{dy}{d\tau} = v, & \frac{dz_0}{d\tau} = w, \\ \frac{du}{d\tau} = 2\Omega_3 v - 2\Omega_2 w - f, \\ \frac{dv}{d\tau} = -2\Omega_3 u, \\ \frac{dw}{d\tau} = 2\Omega_2 u - g. \end{cases} \tag{6}$$

$$\begin{aligned} x|_{t=t_0} &= x_0, & y|_{t=t_0} &= y_0, & z|_{t=t_0} &= z_0 = \phi(x_0, y_0), \\ u|_{t=t_0} &= u_0, & v|_{t=t_0} &= v_0, & w|_{t=t_0} &= w_0. \end{aligned} \tag{7}$$

$$\begin{aligned} x &= \frac{C_1}{2\Omega} \sin[2\Omega(t - t_0)] - \frac{C_2}{2\Omega} \cos[2\Omega(t - t_0)] + \frac{1}{2\Omega} \cos \psi g(t - t_0) + C_5, \\ y &= \frac{C_1}{2\Omega} \sin \psi \cos[2\Omega(t - t_0)] + \frac{C_2}{2\Omega} \sin \psi \sin[2\Omega(t - t_0)] - \frac{\sin 2\psi}{4} g(t - t_0)^2 + \\ &+ C_3(t - t_0) + C_6, \\ z_0 &= -\frac{C_1}{2\Omega} \cos \psi \cos[2\Omega(t - t_0)] - \frac{C_2}{2\Omega} \cos \psi \sin[2\Omega(t - t_0)] - \frac{\sin^2 \psi}{2} g(t - t_0)^2 + \\ &+ C_4(t - t_0) + C_7, \end{aligned} \tag{8}$$

$$\begin{aligned} u &= C_1 \cos[2\Omega(t - t_0)] + C_2 \sin[2\Omega(t - t_0)] + \frac{1}{2\Omega} \cos \psi g, \\ v &= -C_1 \sin \psi \sin[2\Omega(t - t_0)] + C_2 \sin \psi \cos[2\Omega(t - t_0)] - \frac{\sin 2\psi}{2} g(t - t_0) + C_3, \\ w &= C_1 \cos \psi \sin[2\Omega(t - t_0)] - C_2 \cos \psi \cos[2\Omega(t - t_0)] - g \sin^2 \psi (t - t_0) + C_4. \end{aligned} \tag{9}$$

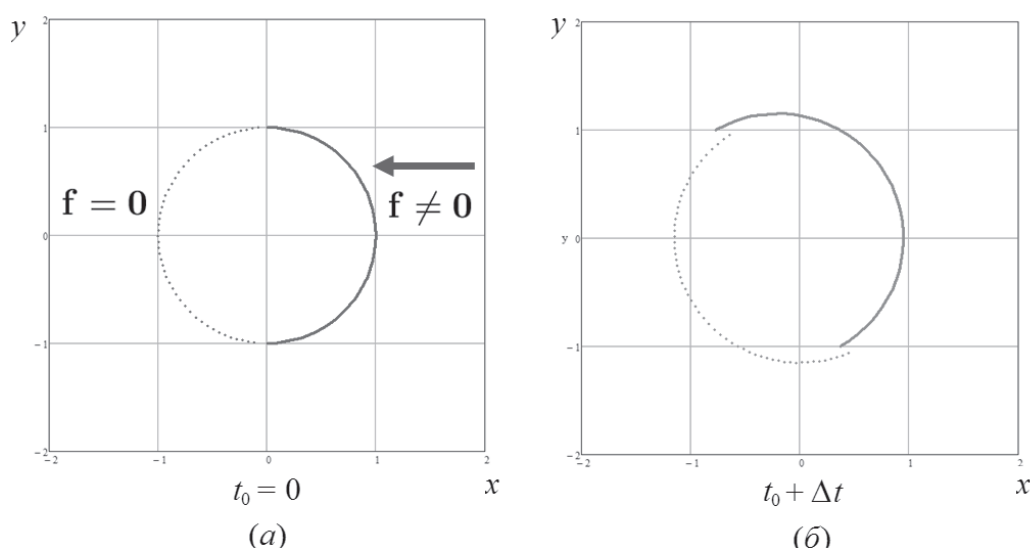


Рис. 2. Проекция в плоскость  $xOy$  точек траекторий в начальный момент времени лежащих на окружности радиуса  $r_0$  на высоте  $z = 0$ ; (а) — в начальный момент времени  $t_0 = 0$ ; (б) — в момент времени  $t_0 + \Delta t$

Константы интегрирования определяются из следующих рекуррентных соотношений:

$$C_1 = u_0 - \frac{1}{2\Omega} \cos \psi g, \quad C_2 = v_0 \sin \psi - w_0 \cos \psi - \frac{f}{2\Omega},$$

$$C_3 = v_0 - C_2 \sin \psi,$$

$$C_4 = w_0 + C_2 \cos \psi, \quad C_5 = x_0 + \frac{C_2}{2\Omega},$$

$$C_6 = y_0 - \frac{C_1}{2\Omega} \sin \psi, \quad C_7 = z_0 + \frac{C_1}{2\Omega} \cos \psi.$$

Расчеты по полученным формулам проводятся в безразмерных величинах, где в качестве масштаба скорости берется 1000/3 м/с. Для проверки достоверности модели в качестве масштаба расстояния берутся значения, равные радиусу торнадо или циклона из шкалы Фудзиты: 2.5, 8, 25.5, 80.5, 273.5, 804.5, 1000 метров.

В качестве начальных данных для системы (6) берутся координаты и скорости точек в начальный момент времени, лежащих на окружности радиуса  $r_0$  и высоте  $z = 0$ . При этом значения тангенциальных скоростей точек берутся равными скорости ветра для соответствующего радиуса  $r_0$  из шкалы Фудзиты, а значения вертикальных компонент скоростей точек равными 10 м/с.

Для того чтобы учесть разрыв функции  $f$  для точек траекторий, лежащих с разной стороны от ветра, предложен приближенный метод расчета, состоящий в следующем. В момент времени  $t = t_0$  точки на поверхности делятся на наветренную и подветренную части (рис. 2а).

Для точек наветренной части в расчетах координат и скоростей по формулам (8), (9) на отрезке  $[t_0, t_0 + \Delta t]$  значение  $f$  берется равным  $f_1$ , для точек подветренной стороны — 0. В момент времени  $t = t_0 + \Delta t$  для тех точек, которые вышли в наветренную сторону, значение  $f$  берется равным  $f_1$ , а для тех точек, которые зашли в подветренную сторону — 0 (рис. 2б). При таких значениях  $f$  расчеты траекторий точек и их газодинамических параметров проводятся на следующем отрезке времени  $[t_0 + \Delta t, t_0 + 2\Delta t]$  и т.д.

Координаты центра торнадо или циклона определяются как среднее арифметическое координат проекций точек траекторий в плоскость  $xOy$ . Результаты расчетов проекций в плоскость  $xOy$  точек траекторий с масштабом расстояния равным 2.5 метров с различным шагом  $\Delta t$  представлены на рисунках 3, 4.

Предполагается, что в начальный момент времени точки находились на окружности радиуса 2.5 метра на высоте  $z = 0$ . Безразмерное значение константы  $f_1$ , учитывающей силу горизонтальной ветровой нагрузки, берется равной  $f_1 = 0.00405$ . Скорость ветра воздействующего на восходящий закрученный поток —  $V = 30$  м/с. Тангенциальное значение начальной скорости точек бралось равным 19 м/с. Вертикальное значение начальной скорости — 10 м/с. Начальное положение точек в момент времени  $t = t_0$  соответствует малой окружности, положение проекций точек в плоскость  $xOy$  в момент времени  $t = 0.51$  с (безразмерное значение времени равно  $t = 68$ ) соответствует большой окружности. Условный радиус большой окружности 10.006 метров (безразмерное значение величины радиуса 4.002).

Классы торнадо	F0	F1	F2	F3	F4	F5
Радиус $r_0$ , (м)	2.5	8	25.5	80.5	273.5	804.5
Скорость ветра, (м/с)	19	33	51	71	93	117
Координаты центра $x(t_I), y(t_I)$ , (м) ( $t_I = 0.51$ с)	-11.71 $1.4 \cdot 10^{-4}$	-3.71 $5 \cdot 10^{-5}$	-1.17 $1.5 \cdot 10^{-5}$	-0.37 $4 \cdot 10^{-6}$	-0.18 $2.9 \cdot 10^{-6}$	-0.036 $1 \cdot 10^{-6}$
Средние скорости центра по осям $Ox, Oy$ (км/ч) ( $t_I = 0.51$ с)	-82.74 $1 \cdot 10^{-3}$	-26.34 $3.4 \cdot 10^{-4}$	-8.27 $1 \cdot 10^{-4}$	-2.61 $2.5 \cdot 10^{-5}$	-1.28 $2 \cdot 10^{-5}$	-0.26 $3.8 \cdot 10^{-6}$

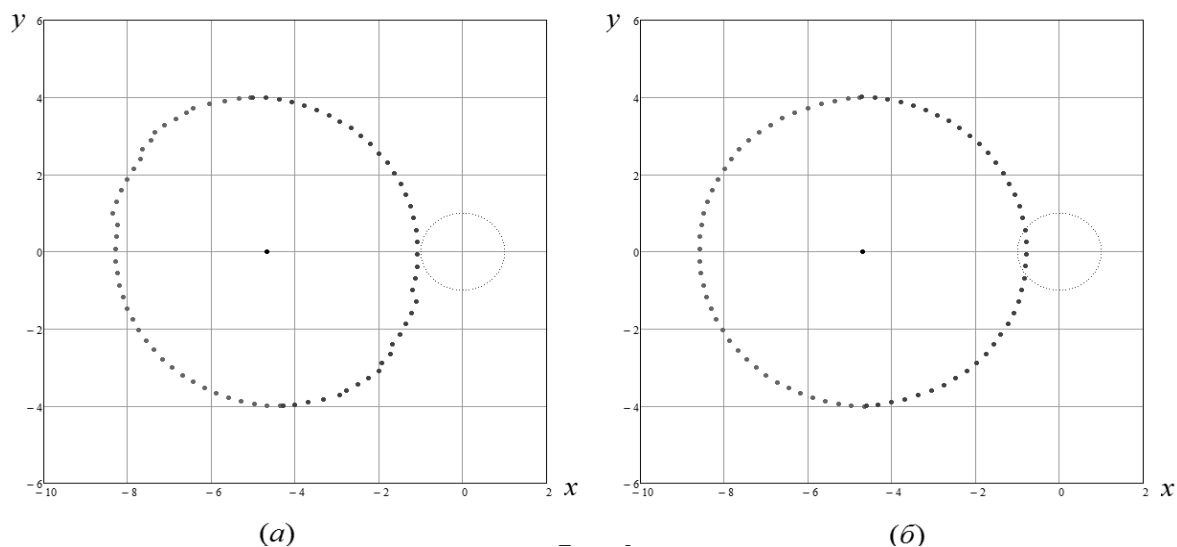


Рис. 3. Проекция в плоскость  $xOy$  точек траекторий в моменты времени.  $t_0 = 0$  — малая окружность и  $t = 68$  — большая окружность; (а) — при шаге  $\Delta t = 0.68$ , (б) — при шаге  $\Delta t = 0.068$

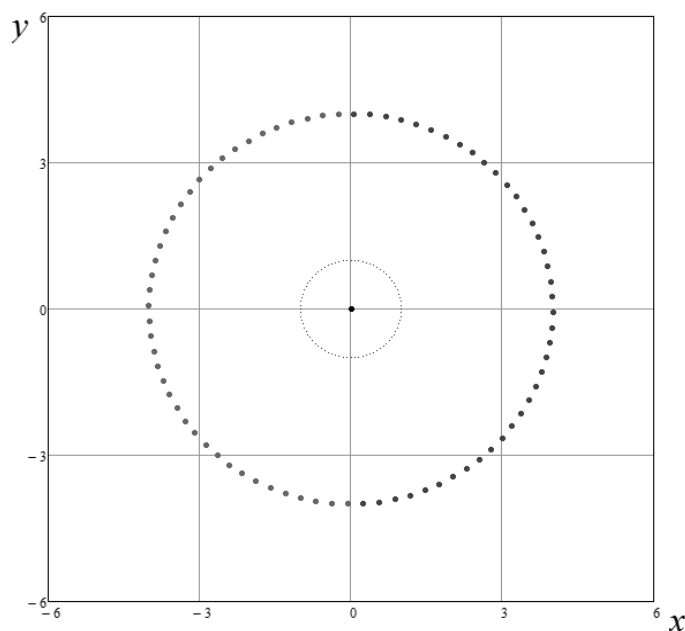


Рис. 4. Проекция в плоскость  $xOy$  точек траекторий в моменты времени.  $t_0 = 0$  — малая окружность и  $t = 68$  — большая окружность при отсутствии ветровой нагрузки  $f_i = 0$

Для оценки одностороннего воздействия горизонтальной внешней силы на границу восходящего закрученного потока на рисунке 4 приведены проекции точек траектории в плоскость  $xOy$  в отсутствие горизонтальной внешней силы  $f_i = 0$ , а только с учетом воздействия силы тяжести и Кориолиса. Движение центра незначительное: за время  $t = 0.51$  с. центр торнадо смещается на запад на  $5.25 \cdot 10^{-4}$  метра и на север на  $9.31 \cdot 10^{-7}$  метра.

### Заключение

Для различных типов торнадо и циклонов из шкалы Фудзиты в виде проекций точек траекторий в плоскость

$xOy$  построено движения свободной поверхности  $\Gamma_0$  в условиях действия силы тяжести, Кориолиса и горизонтальной внешней силы. В каждый момент времени определено положение центра восходящего закрученного потока (торнадо, циклона). Полученные значения координат позволяют рассчитать среднюю скорость движения центра восходящего закрученного потока. Так для торнадо типа F0 из шкалы Фудзиты средняя скорость движения центра по оси  $Ox$  равна 82 км/ч, для торнадо типа F1–26 км/ч. Движение центра вдоль оси  $Oy$  для всех типов торнадо оказалось незначительным. Результаты расчетов приведены в таблице. При нулевом значении горизонтальной внешней силы  $f_i = 0$  движения центра оказалось незначительным.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Баутин С. П. Торнадо и сила Кориолиса. — Новосибирск: Наука, 2008. — 92 с.
2. Баутин С. П., Обухов А. Г. Математическое моделирование разрушительных атмосферных вихрей. — Новосибирск: Наука, 2012. — 152 с.
3. Баутин С. П., Дерябин С. Л., Крутова И. Ю., Обухов А. Г. Разрушительные атмосферные вихри и вращение Земли вокруг своей оси. — Екатеринбург: УрГУПС, 2017. — 335 с.
4. Дерябин С. Л., Мезенцев А. В. Численно-аналитическое моделирование газовых течений, примыкающих к вакууму в условиях действия сил тяготения и Кориолиса // Вычислительные технологии. 2010. — № 5. — С. 51–71.
5. Баутин С. П., Дерябин С. Л., Мезенцев А. В., Чуев Н. П. Начально-краевые задачи для моделирования движения сплошной среды с особенностями на свободной границе. — Новосибирск: Наука; Екатеринбург: УрГУПС, 2015. — 191 с.

© Мезенцев Алексей Владимирович (amezentsev@usurt.ru), Ягулов Станислав Александрович (Sya\_s@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Уральский государственный университет путей сообщения

## РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕР ДЛЯ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ИНСАЙДЕРАМ

**Поляничко Марк Александрович**

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО ПГУПС (г. Санкт-Петербург)  
polyanichko@pgups.ru*

### DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL MEASURES COMPLEX FOR COUNTERING INSIDERS

**M. Polyanichko**

*Summary.* Insider threats to information security are threats posed by employees of the organization. The article examines the organizational measures for the detection of insiders and preventing their actions. Detection of insiders and counteraction to them as an internal threat to information security can be implemented through the introduction of a set of organizational measures that reduce the likelihood of insider's success.

*Keywords:* internal threats to information security, insider, classification of insiders, detection and counteraction to insiders.

*Аннотация.* Инсайдерские угрозы информационной безопасности — это угрозы, исходящие от работников организации. В статье рассматриваются организационные меры по обнаружению инсайдеров и предотвращению их действий. Обнаружение инсайдеров и противодействие им, как внутренней угрозе информационной безопасности, может быть реализовано за счет внедрения в работу комплекса организационных мер, снижающих вероятность успешной реализации инсайдерской угрозы.

*Ключевые слова:* внутренние угрозы информационной безопасности, инсайдер, классификация инсайдеров, обнаружение и противодействие инсайдерам.

**И**нсайдерская деятельность представляет собой значительный риск для организаций. Действия инсайдеров могут потенциально привести к инцидентам, угрожающим репутации, бренду или финансовому положению компании [1]. Международные аналитические обзоры и отчеты показывают, что в последние годы организации расширяют финансирование мероприятий по обеспечению информационной безопасности и активно работают в области противодействия атакам и все больше организаций уходят в сторону реализации принципа Security-by-design [6]. Тем не менее, результаты опросов показывают, что этого недостаточно. 87% опрошенных компаний отмечают, что средств, выделяемых для обеспечения желаемого уровня информационной безопасности и устойчивости к угрозам не хватает, применяемые средства защиты неоднородны и работают изолированно. На данный момент, число ор-

ганизаций, использующих передовые решения, относительно невелико [2].

При этом надо принимать во внимание, что курс, взятый на цифровую трансформацию экономики [7], толкает организации к быстрому освоению и внедрению новых технологий и бизнес-моделей, что повышает значение информационной безопасности и, со временем, может поставить ее в ряд ключевых факторов, обеспечивающих стабильность и непрерывность работы.

Несмотря на это, статистика показывает, что 77% организаций находятся на начальном этапе построения системы защиты информации, а многие организации даже не обладают полным пониманием того, какая информация и активы имеют для них принципиально важное значение и где они хранятся [3]. Тем не менее, глобальные



кибератаки, проводимые в последние годы дали понимание, что защита информации необходима не только для сохранения конфиденциальности данных, но и для обеспечения непрерывности деятельности организации.

Несмотря на риски, вызванные инсайдерскими угрозами, организации должны обеспечивать сотрудников доступом к корпоративной информации для выполнения своих рабочих обязанностей. Реализовать систему, способную обнаруживать и снижать риски инсайдерской угрозы очень сложно [4]. Тем не менее, существуют организационные меры, которые при использовании стандартных программных средств защиты информации и небольшой стоимости могут снизить вероятность успешной реализации инсайдерской угрозы.

Как говорилось ранее, инсайдерскую активность сложно засечь, тем не менее, определенные управленческие действия могут повысить шансы на обнаружение инсайдерской деятельности:

- ◆ Идентификация критичных информационных активов и выдача минимально необходимого уровня доступа к данным для сотрудников для увеличения шансов быстрого обнаружения инсайдерского поведения;
- ◆ Обеспечение соблюдения рабочего распорядка;
- ◆ Проведение регулярных инструктажей по информационной безопасности, в том числе доводящих до работников важность вопросов противодействия инсайдерским угрозам;
- ◆ Проведение обучения по использованию программных средств защиты информации, использования корпоративной почты и ее фильтрации, обучение правильной последовательности действий в случае обнаружения программ шифровальщиков;
- ◆ Мониторинг сетевого трафика, выявление необычных действий, таких как подключение к неизвестным внешним ресурсам, подключение в нерабочее время, передача большого объема данным и т.п.

Предотвращение реализации инсайдерской угрозы может быть таким же сложным как и обнаружение вредоносных действий инсайдеров, так как работники имеют легитимный доступ к информационным активам компании. Тем не менее, определенные управленческие действия могут снизить вероятность нарушения конфиденциальности, целостности или доступности данных:

- ◆ Использование принципа выдачи наименьшего количества прав, исключение доступа сотрудников к информации, которая им не требуется для выполнения их служебных обязанностей.

- ◆ Реализация мер, предотвращающих возможность распространения данных, таких как запрет на использование съемных носителей информации
- ◆ Внедрение системы, сканирующей и анализирующей почтовые отправления. Блокировка подозрительных исходящих сообщений снижает вероятность передачи корпоративных данных через интернет.
- ◆ Мониторинг исходящего трафика и анализ шифрованных потоков данных.
- ◆ Использование сегментирования сетей для отделения подсетей с конфиденциальной информацией и анализа фактов копирования информации из этих подсетей.
- ◆ Проведение регулярных инструктажей по работе с корпоративной почтой и выработки навыков проверки всех приложений к письмам перед их открытием.

Вместе с тем, организации должны рассматривать возможность проверки новых сотрудников до того, как они приступили к работе, и вводить контрактные положения об аналогичной проверке бизнес-партнёров. В первую очередь это касается тех лиц, которым будет предоставлен доступ к важной информации. Под проверкой понимается процедура скрининга. Скрининг — процедура верификации данных представленного кандидата на трудоустройство в своем резюме и заявлении, выполняемая работодателем (или сторонней организацией). Данная процедура может позволить выявить слабые стороны характера подчиненного и склонности к нелегальной деятельности, которые могут нанести ущерб организации и ее репутации или служить ограничением для эффективного выполнения своих обязанностей. Скрининг часто выполняется для того, чтобы определить, можно ли доверять работнику доступ к финансовым ресурсам и конфиденциальной информации. Также скрининг часто требуется для кандидатов на должности, требующие высокого уровня доверия, такие как работа в сфере образования, судах, медицинских учреждениях, аэропортах или правительстве. Данная проверка может выполняться частной компанией и быть дорогостоящей. В результате скрининга проверяются данные по прежним местам работы, кредитной истории и записях о судимостях. Цель такой проверки — обеспечение безопасности и защиты сотрудников организации [5].

Обнаружение и предотвращение инсайдерских угроз — сложная задача, но, если организации смогут определить наиболее критичные данные и обеспечить наблюдение за действиями, выполняемыми с этими данными, вероятность обнаружения неавторизованных действий значительно вырастет и снизит возможности инсайдера по реализации успешной атаки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Insider Threat Report: 2018 — CA Technologies // CA Technologies URL: <https://www.ca.com/content/dam/ca/us/files/ebook/insider-threat-report.pdf> (дата обращения: 18.07.2018).
2. Поляничко М. А. Использование технических индикаторов для выявления инсайдерских угроз // Кибернетика и программирование. — 2018. — № 6. — С. 40–47. DOI: 10.25136/2306-4196.2018.6.27970. URL: [http://e-notabene.ru/kp/article\\_27970.html](http://e-notabene.ru/kp/article_27970.html).
3. Поляничко М. А. Модель зрелости процессов противодействия внутренним угрозам // Естественные и технические науки. 2018. — № 11., Выпуск (125). — 2018 — с. 452–456.
4. Поляничко М. А. Моделирование действий инсайдеров на основе аппарата информатики поведения // Естественные и технические науки. 2018. — № 12., Выпуск (126). — 2018 — с. 446–449.
5. Холодный Ю. И. Применение полиграфа при профилактике, раскрытии и расследовании преступлений (генезис и правовые аспекты). Монография, — М., 2000.
6. Kessel P. Van Is cybersecurity about more than protection? // EY Global Information Security Survey 2018–19 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-la-cybersecurite-est-elle-seulement-une-affaire-de-protection-en/\\$FILE/ey-giss-2018-en.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-la-cybersecurite-est-elle-seulement-une-affaire-de-protection-en/$FILE/ey-giss-2018-en.pdf).
7. Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 N1632-р «Об утверждении программы „Цифровая экономика Российской Федерации“».

---

© Поляничко Марк Александрович (polyanichko@pgups.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



пгупс

## МЕХАНИЗМ ПОИСКА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КАДРОВОГО РЕЗЕРВА ВУЗА

### MECHANISM OF SEARCH AND DATA PROCESSING FOR FORMATION OF A PERSONNEL RESERVE OF UNIVERSITY

**E. Chekotilo  
O. Kichigina**

*Summary.* The priority task of the personnel policy of the University is to find and hire scientists with high scientific potential. As a support tools of management decision-making at the stage of search and selection of scientific and pedagogical personnel, a mechanism has been developed to automate the process of collecting and processing information from open Internet resources. At the end of the search procedures forms a database of scientists, the effectiveness of scientific activity which meets the modern requirements of the state system of certification of scientific and scientific-pedagogical personnel.

*Keywords:* support tools of decision-making, the system of the human resources management, mechanism of search and data processing, dissertation councils.

**Чекотило Елена Юрьевна**

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Самарский  
государственный технический университет»  
e\_chekotilo@mail.ru*

**Кичигина Ольга Юрьевна**

*К.т.н., доцент ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский  
государственный морской технический университет»  
olga1986kichigina@gmail.com*

*Аннотация.* Приоритетная задача кадровой политики вуза — поиск и приглашение на работу ученых с высоким научным потенциалом. В качестве инструмента поддержки принятия управленческих решений на этапе поиска и подбора научно-педагогических кадров разработан механизм, позволяющий автоматизировать процесс сбора и обработки информации с открытых интернет — ресурсов. По окончании поисковых процедур формируется база данных ученых, результативность научной деятельности которых соответствует современным требованиям государственной системы аттестации научных и научно-педагогических кадров.

*Ключевые слова:* инструмент поддержки принятия решений, система управления кадрами, механизм поиска и обработки данных, диссертационные советы.

**В** последние годы в государственной системе аттестации научных и научно-педагогических кадров РФ произошли существенные изменения, в том числе в части ужесточения требований к научной и публикационной активности организаций, на базе которых работают диссертационные советы, а также членов этих советов [1].

В 2016 г. Минобрнауки РФ утвердило план мероприятий (дорожную карту) оптимизации сети диссоветов, в результате реализации которой к концу 2019 г. показатели результативности организации (научный и кадровый потенциал), на базе которых действуют советы, и их членов (наукометрические показатели, публикации в Перечне ВАК, БД Scopus и WoS) должны удовлетворять критериальным требованиям на 100% и 90% соответственно. На текущий момент в целом по стране наблюдается значительное несоответствие уровня результативности представителей экспертного сообщества утвержденным показателям. Поэтому перед организациями, имеющими диссоветы, стоит первостепенная задача доведения их качественного состава до должного уровня.

В Самарском государственном техническом университете (далее — СамГТУ) средний возраст членов

диссоветов составляет 63 года, при этом половина ученых находится в возрастной категории 61–75 лет, что соответствует общероссийской тенденции «старения» научно-педагогических кадров [2], вызванной, в том числе, оттоком молодых ученых в коммерческие структуры.

Однако за последние 5 лет наблюдается положительная динамика в воспроизводстве научно-педагогических кадров за счет увеличения доли молодых (до 40 лет) ученых — соискателей степени доктора наук (средний возраст таких соискателей, защитившихся в советах вуза в 2013–2018 гг., составляет 45 лет, 44% из них — НПР в возрасте от 28 до 40 лет). НПР, защитившие докторские диссертации, как правило, остаются работать в вузах, руководят НИОКР в рамках направления диссертационного исследования, продолжают активно публиковаться, поэтому автоматически попадают в кадровый резерв кандидатов в члены диссоветов, но в настоящий момент не могут полностью обеспечить преемственность и ликвидировать кадровый «голод». Поэтому приоритетной задачей кадровой политики университета является поиск и приглашение на работу ученых с высоким научным потенциалом из вузов не только Самарской области, но и других регионов России.

Спецификой требований, предъявляемых к составу диссоветов, является недопустимость трудоустройства их членов на условиях внешнего совместительства. Поэтому отработанные в вузе практики привлечения ведущих ученых для чтения лекций, руководства магистратурой и аспирантурой на условиях частичной занятости и в рамках академической мобильности в данном случае нерезультативны. Система управления кадровым потенциалом вуза должна предусматривать комплекс мотивационных мер, обеспечивающих заинтересованность НПП в работе на постоянной основе. В силу особенностей набора работников на должности НПП в службах управления кадрами университетов не распространена практика обращения в кадровые агентства, а также поиска резюме соискателей в интернет — пространстве. Подбор кадров на открытые вакансии НПП зачастую ведется бессистемно, в ручном режиме.

Поэтому достаточно актуальной является задача создания и реализации механизма целевого поиска информации о научно-педагогических кадрах на открытых ресурсах, включая интернет — источники [3]. В основе предлагаемого механизма лежит поисковая процедура, состоящая из двух основных этапов:

- ◆ формирование первичного массива данных о предполагаемых членах диссертационных советов;
- ◆ формирование массива данных о наукометрических показателях и публикациях кандидатов в члены диссоветов, отобранных на 1 этапе.

Рассмотрим подробно каждый из этапов процедуры.

### 1. Формирование первичного массива данных о предполагаемых членах диссертационных советов

В качестве основного источника информации о потенциальных членах диссоветов рассматривался официальный сайт ВАК ([vak.minobrnauki.gov.ru](http://vak.minobrnauki.gov.ru)). Получаемая с данного электронного ресурса информация представляет собой перечень докторов наук, занимающихся научными исследованиями и разработками в рамках задаваемой научной специальности. Процесс сбора сведений можно описать тремя следующими алгоритмами получения списка ученых:

1. по первичному поисковому запросу;
2. по результатам обработки файла автореферата;
3. по результатам обработки информации о действующих диссоветах.

Первый алгоритм реализует цепочку запросов информации со страницы «Объявления о защитах» сайта ВАК. Данный ресурс позволяет осуществить поиск защитив-

шихся с 01.01.2012 года докторов наук по минимальному количеству исходных данных: шифру специальности, отрасли науки. В результате получаем перечень ссылок на объявления о защитах, которые необходимо отфильтровать по типу диссертации (докторская). Каждая ссылка предоставляет доступ к информации о соискателе степени доктора наук, включающей сведения о фамилии имени и отчестве ученого, названии темы исследования, а также к файлу автореферата диссертации. Для дальнейшего формирования детального поискового запроса полученных данных может быть недостаточно, зачастую их необходимо дополнять сведениями о месте работы ученого (месте, где выполнялась работа). Эта информация извлекается из автоматически скачиваемого файла автореферата.

Процедура извлечения данных из файла автореферата описывается вторым из рассматриваемых алгоритмов сбора информации. Интерес представляет вторая страница автореферата, содержащая сведения о научном консультанте и трех официальных оппонентах по диссертации с указанием их места работы. Эти ученые являются докторами наук, активно занимающимися исследованиями в рамках заданной ранее в поисковом запросе научной специальности и могут быть рассмотрены в качестве потенциальных кандидатов в члены диссовета. Однако следует отметить, что реализуемые в предлагаемом алгоритме процедуры обработки информации (распознавание текста автореферата) дают наибольшую погрешность из возможных на всем этапе формирования первичного массива данных.

Третий из представленных алгоритмов сложнее в реализации по сравнению с двумя предыдущими, так как предусматривает поиск информации не только на сайте ВАК, но и на других Internet-ресурсах. Первым шагом процедуры является получение перечня действующих диссертационных советов по требуемой специальности, который постоянно обновляется на странице «Действующие советы» сайта ВАК. В соответствии с требованиями Минобрнауки РФ организация, на базе которой работает диссертационный совет, выкладывает на его сайте актуальную информацию о составе совета. По исходному шифру диссовета формируется поисковый запрос, осуществляется переход на сайт данного совета, где приведен перечень входящих в его состав ученых, которые при условии участия не более чем в двух советах также могут быть рассмотрены в качестве кандидатур для включения в кадровый резерв.

Таким образом, по завершению первого этапа механизма поиска и обработки информации формируется массив первичных данных о потенциальных кандидатах в члены диссоветов вуза, включающий сведения о фамилии имени и отчестве, месте работы ученого.

Таблица 1.

Наименование показателя	Шифр специальности		
	05.09.01	05.09.03	05.09.10
<b>I этап поисковой процедуры</b>			
Доктора наук, защитившие диссертации в 2013–2018 гг.	9	39	6
в том числе работники вузов,	6	36	6
из них: сотрудники СамГТУ из г. Москва и г. Санкт-Петербург	3	2	0
	0	12	3
Количество нераспознанных авторефератов	1	5	0
Оппоненты — работники вузов (без учета г. Москва, г. Санкт-Петербург, СамГТУ)	11	29	4
Численность ученых, отобранных на 1 этапе	14	49	7
<b>II этап поисковой процедуры</b>			
Ученые, имеющие полных тезок	0	1	1
Ученые, имеющие более 5 публикаций в изданиях из Перечня ВАК в 2013–2018 гг.	10	45	5
Ученые, имеющие более 2 публикаций в изданиях БД WoS и Scopus в 2013–2018 гг.	11	34	5
Численность ученых, отобранных по результатам реализации механизма	10	34	5

## 2. Формирование массива данных о наукометрических показателях и публикациях кандидатов в члены диссоветов

Как отмечалось ранее, ключевым показателем результативности деятельности ученого — члена или кандидата в члены диссертационных советов является его публикационная активность в рамках заданной специальности. Поэтому сформированный на первом этапе рассматриваемой процедуры массив данных далее дополняется информацией о наукометрических показателях ученого (цитировании, индексе Хирша), а также перечнем его публикаций в рецензируемых изданиях (Перечень ВАК), а также научных журналах, индексируемых в международных реферативных базах данных Web of Science (далее — WoS) и Scopus. Эта процедура осуществляется за счет реализации системы последовательных запросов с электронных ресур-

сов ИАС «Российский индекс научного цитирования» (далее — ИАС РИНЦ, материалы научной электронной библиотеки eLIBRARY, elibrary.ru) и баз данных WoS (webofknowledge.com) и Scopus (scopus.com). Алгоритмы поиска и обработки информации с данных ресурсов схожи: основной поиск осуществляется во вкладках «Авторский указатель» (ИАС РИНЦ) и «Авторский поиск» (Author search) (WoS и Scopus) с дальнейшей выгрузкой по каждой персоне детализированного отчета о наукометрических показателях и списка публикаций. При этом в ИАС РИНЦ устанавливается фильтр, позволяющий выводить только публикации в изданиях, входящих в Перечень ВАК. Спецификой корректной работы с БД WoS и Scopus является необходимость правильной транслитерации фамилии и инициалов ученого, а также организации, где он работает. В соответствии с требованиями ВАК публикационная активность предполагаемых членов диссертационных советов оценивается за пятилетний период.

Для реализации предлагаемого механизма было разработано программное обеспечение, позволяющее осуществлять описанные поисковые процедуры. В таблице 1 приведены результаты его использования для подбора кандидатов в диссовет, действующий на базе СамГТУ по научным специальностям группы 05.09.00 — Электротехника. Одним из требований к выборке было условие работы кандидатов в нестоличных вузах.

Приведенные данные отражают процесс получения информации на каждом этапе поисковой процедуры с учетом погрешности обработки данных. Полученный перечень ученых нуждается в дополнительной обработке, а именно проверке НПР на предмет участия в других советах по защите диссертаций (по требованиям ВАК не допускается работа в более чем 3 советах).

Критериями оценки эффективности предложенного механизма являются: достижение максимального соответствия результатов поисковых процедур задаваемому набору требований — профилю ученого, минимизация времени работы системы и ошибки идентификации соискателя. Таким образом, целевая функция, описывающая механизм поиска и подбора кандидатов в члены диссоветов, может быть представлена в следующем виде:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K U_{ij} d(1 - \alpha_i)}{N \sum_{i=1}^N T_i} \rightarrow \max,$$

$$d = \begin{cases} 0, & \text{если ученый участвует в 3 диссоветах;} \\ 1, & \text{если ученый участвует в 2 и менее советах.} \end{cases}$$

где:

$U_{ij}$  — мера соответствия уровня  $j$  — го показателя публикационной активности  $i$  — го ученого заданному профилю;

$K$  — количество показателей оценки публикационной активности;

$N$  — количество соискателей, отобранных на первом этапе алгоритма;

$T_i$  — суммарное время работы поисковой процедуры на всех этапах обработки данных  $i$  — го претендента;

$\alpha_i$  — вероятность ошибки идентификации ученого. Ошибка может быть обусловлена погрешностью распознавания текста автореферата, некорректной транслитерацией, неверной аффилиацией авторов, а также наличием полных тезок ученого.

Предлагаемый механизм поиска и обработки информации и формируемая в результате его реализации база данных являются ключевыми компонентами системы принятия кадровых решений в университете и могут быть полезны административным службам, отвечающим за деятельность диссертационных советов вуза.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пахомов С.И., Кулямин О. В., Гуртов В. А., Пенние И. В. Динамика целевых индикаторов результативности научной деятельности членов диссертационных советов // Вестник Мордовского университета. 2017. Т. 27. № 4. С. 555–576.
2. Пахомов С.И., Гуртов В. А., Щёголева Л. В. Диссертационный совет как зеркало российской науки // Вестник Российской академии наук. 2013. № 12. С. 1092–1099.
3. Чекотило Е.Ю., Кичигина О. Ю. Механизм целевого поиска и сбора информации о наукометрических показателях как инструмент поддержки принятия управленческих решений при формировании кадрового резерва вуза // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки» 2018. № 4 (60). С. 41–51.

© Чекотило Елена Юрьевна ( e\_chekotilo@mail.ru ), Кичигина Ольга Юрьевна ( olga1986kichigina@gmail.com ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# КОМПЛЕКСНОЕ ЛЕЧЕНИЕ И ДИАГНОСТИКА РЕВМАТОИДНОГО АРТРИТА ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО СУСТАВА

## COMPLEX TREATMENT AND DIAGNOSIS OF RHEUMATOID ARTHRITIS OF THE TEMPOROMANDIBULAR JOINT

**A. Valitov  
K. Sivolapov**

*Summary.* Complex treatment of rheumatoid arthritis of the temporomandibular joint is aimed at reducing the progression of the disease. The combination of intra-articular injections of hyaluronic acid solutions and periarticular plasma, enriched with platelets, at I, II, III stages of development of diseases of the temporomandibular joint gives a good result of treatment in patients aged 20–79 years, the duration of the disease up to 15 years, mild, moderate, severe degree of severity, no complications, in the period of remission of the disease.

*Keywords:* rheumatoid arthritis, temporomandibular joint, hyaluronic acid, platelet-rich plasma.

**Валитов Артем Радикович**

Аспирант, НГИУВ — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
valitov-artem@yandex.ru

**Сиволапов Константин Анатольевич**

Профессор, НГИУВ — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
k.a.sivolapov@mail.ru

*Аннотация.* Комплексное лечение ревматоидного артрита височно-нижнечелюстного сустава направлено на снижение прогрессирования заболевания. Комбинирование внутрисуставного введения растворов гиалуроновой кислоты и параартикулярного введения плазмы, обогащённой тромбоцитами, на I, II, III стадиях развития заболеваний височно-нижнечелюстного сустава дает хороший результат лечения у больных в возрасте 20–79 лет, давностью заболевания до 15 лет, лёгкой, средней, тяжелой степени тяжести, отсутствии осложнений, в периоде ремиссии заболевания.

*Ключевые слова:* ревматоидный артрит, височно-нижнечелюстной сустав, гиалуроновая кислота, плазма обогащённая тромбоцитами.

**Р**евматоидный артрит (РА) — хроническое неспецифические воспалительные заболевание суставов с тенденцией к агрессивному прогрессированию, этиология которых неизвестна. Заболевание характеризуется аутоиммунным воспалением, деструктивно-дегенеративными и дегенеративно-дистрофическими процессами, протекающими в хрящевой ткани и субхондральной части кости, и значительной выработкой синовиальной ткани [4]. Ключевыми этапами патогенеза данных заболеваний являются: активный прогрессирующий иммуновоспалительный процесс; увеличения продукции цитокинов и протеолитических ферментов с подавлением синтеза протеогликанов и коллагена; нарушение обмена хондроцитов и матрикса суставного хряща из-за потери протеогликанов. Эти патологические процессы развиваются достаточно медленно, и длительное время протекают бессимптомно, соответственно меняя структуру суставного хряща. Изменённая хрящевая выстилка продуцирует изменённую внутрисуставную жидкость, в том числе меняется структура главного её компонента — гиалуроновой кислоты [13].

Базовая концепция лечения неспецифических воспалительных заболеваний височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) основана на раннем агрессивном подавлении воспалительного процесса [1, 9]. С целью обеспечения в достаточной степени регенерации собственного слоя синовиоцитов височно-нижнечелюстного сустава, восстановления баланса деструктивно-дегенеративных, дегенеративно-дистрофических и репаративно-регенераторных процессов в полости сустава, а также надежного восстановления кинематики движения нижней челюсти пациента, уменьшения чрезмерной механической и функциональной перегрузки внутрисуставных поверхностей и диска, превышающую таковую в норме, и повышения резистентности внутрисуставных элементов к обычной физиологической нагрузке было предложено использовать различные по составу эндопротезы внутрисуставной жидкости — растворы гиалуроновой кислоты и полиакриламидный гель [2; 3; 8; 10; 11; 12; 14]. На сегодняшний день, наиболее широкое применение получила гиалуроновая кислота в различных концентрационных растворах [5; 7].

## Цель исследования

Изучить эффективность медикаментозного артроцентеза и параартикулярного введения обогащенной тромбоцитами плазмы в комплексном лечении ревматоидного артрита височно-нижнечелюстного сустава.

## Материал и методы исследования

Проведено обследование и лечение 93 человек с ревматоидным поражением ВНЧС. У пациентов были I, II, III рентгенологические стадии развития заболеваний, подтвержденные врачами-ревматологами, вне обострения. Среди больных преобладали женщины (87,09%) в возрасте от 20 до 79 лет. Средний возраст пациентов составил  $55 \pm 12$  лет. Длительность заболевания РА ВНЧС составляла от 1 года до 15 лет; у большинства больных (56,5%) была до 10 лет. Средняя продолжительность заболевания составила  $8,7 \pm 1,5$  года.

Пациенты обеих групп получали базисную противовоспалительную терапию с использованием традиционных лекарственных средств.

Всем пациентам проведено клинико-лабораторное и лучевое обследование.

Лечение пациентов контрольной группы было комплексным и включало внутрисуставное введение раствора гиалуроновой кислоты и параартикулярное введение плазмы, обогащенной тромбоцитами 1 раз в 7 дней, 3 недели. Контрольная группа получала консервативную терапию — физиотерапевтическое лечение (электрофорез с гидрокортизоном, ультразвук, ДДТ, магнитотерапия, озокеритотерапия), проводилась миогимнастика. Курс лечения составлял 35 дней.

Осмотр пациентов проводился трёхкратно: до начала лечения, затем через 6 месяцев и через 1 год от начала лечения. При этом у пациентов оценивали характер боли в ВНЧС в покое и при открывании рта, наличие боли при пальпации жевательных мышц, головок ВНЧС, симптом нагрузки на нижнюю челюсть, оценивалась ширина открывания рта, наличие суставных акустических шумов, симптомов синовита и внутренних нарушений ВНЧС. Для оценки выраженности болевого синдрома в ВНЧС использовалась цифровая рейтинговая (числовая, ранговая) шкала боли величиной в 10 баллов, где 0 баллов соответствует отсутствию болевого синдрома, а 10 баллов означает наибольшую интенсивность боли.

Эффективность лечения оценивалась на основании определённых критериев: магнитно-резонансной томо-

графии (МРТ), спиральной компьютерной томографии (СКТ), ширины открывания рта (ШОР), а также цифровой рейтинговой шкалы (ЦРШ).

Статистическая обработка материала осуществлялась в свободной программной среде статистических вычислений R v.3.5.2. Вариационные ряды, составленные из числовых значений клинических, рентгенологических и других показателей, подвергались статистической обработке [6]. Проверка нормальности распределения показала, что ни один из показателей не распределён нормально в течение всего времени исследования в каждой из сравниваемых групп (кроме возраста пациентов до лечения). Для описательных статистик применялась медиана и интерквартильный размах. Одномоментное сравнение качественных признаков проводилось критерием Хи-квадрат, точным критерием Фишера, количественных — критерием Манна-Уитни.

Сравнение эффективности лечения в группах исследования в динамике проводилось с помощью робастного многофакторного дисперсионного анализа по усеченным 10% средним (пакет WRS2, функция `bwtream`) [15]. Апостериорные сравнения динамики показателей проводились тестом Миллера, межгрупповые сравнения критерием Манна-Уитни с поправкой Холма-Бонферрони. Статистически значимыми считались отличия, для которых уровень значимости был ниже 0,05.

Основную группу составили 58 ( $n=58$ ) больных неспецифическими воспалительными заболеваниями височно-нижнечелюстного сустава — ревматоидным артритом. По гендерному признаку больные разделились следующим образом: женщин, пораженных ревматоидным артритом ВНЧС — 51 (87,93%) и 7 мужчин (12,07%), возраст больных составил от 20 до 79 лет.

В контрольную группу включено 35 больных ( $n=35$ ) неспецифическими воспалительными заболеваниями височно-нижнечелюстного сустава, ревматоидным артритом, — 30 женщин (85,71%) и 5 мужчин (14,29%), возраст — от 24 до 73 лет.

Исследуемые группы больных были сопоставимы по полу и возрасту, а также всем анализируемым показателям.

В основной группе степень тяжести заболевания составила: легкая — 17,24%, средняя — 43,10% и тяжелая — 39,66% пациентов. В контрольной группе степень тяжести заболевания разделилась следующим образом: легкая — 17,14%, средняя — 42,86% и тяжелая — 40% пациентов соответственно.



Динамическое наблюдение пациентов позволило заполнить оценку эффективности проведённого лечения и провести анализ клинико-лабораторных данных.

### Результаты исследования и их обсуждение.

Из клинико-лабораторных данных в процессе лечения уровень С-реактивного белка (СРБ) в группах сравнения статистически значимо не различался ( $p=0,20$ ), однако выявлена статистически значимое изменение уровня СРБ в зависимости от периода исследования ( $p=0,002$ ), причём данная динамика в сравниваемых группах различна ( $p<0,001$ ). Через полгода после начала лечения уровень СРБ остался без статистически значимых изменений относительно уровня до лечения как в экспериментальной группе, так и в группе контроля. Но, через год после лечения, в группе контроля отмечается статистически значимый рост показателя СРБ: относительно уровня 6 месяцев в среднем на 4,6% и по сравнению с данными до лечения на 4,9%. Рост СРБ в группе контроля происходил в пределах диапазона изменения показателя в экспериментальной группе, в связи с этим не выявлено статистически значимых различий в группах сравнения в ключевых точках исследования.

Выявлены статистически значимые различия как между группами исследования ( $p<0,001$ ), так и в динамике показателя ревматоидного фактора (РФ) ( $p<0,001$ ), причём динамика показателя в группах исследования отличается статистически значимо ( $p<0,001$ ). Показатель РФ в экспериментальной группе остаётся стабильным на всём периоде исследования. В то время, как в группе контроля отмечается статистически значимый рост РФ: в первые (на 6,1%) и во вторые 6 месяцев исследования (на 12%), и в итоге, через год после проведённого лечения, РФ в группе контроля вырос статистически значимо по сравнению с уровнем до лечения (на 13,2%). За счёт этого роста уровень РФ в группе контроля статистически значимо выше, чем в экспериментальной группе через полгода после лечения — 39 (36; 44) Ед/мл и 32 (26,2; 41) Ед/мл соответственно, и через год — 47 (37,5; 55,5) Ед/мл и 33,5 (27; 41) Ед/мл соответственно.

В среднем, за рассматриваемый период, уровень антител к циклическому цитруллинированному пептиду (АЦЦП) в группах сравнения статистически значимо не различался ( $p=0,71$ ). Выявлена статистически значимое изменение уровня СРБ в зависимости от периода исследования ( $p=0,003$ ), причём данная динамика в сравниваемых группах различна ( $p<0,001$ ). Показатель АЦЦП в экспериментальной группе сопоставим с уровнем до лечения как через пол года после операции, так и через год. В группе контроля отмечается статистически значимый рост АЦЦП через год после проведённого

лечения: в среднем на 4,8% по сравнению с полугодичным уровнем и на 5,3% по сравнению с уровнем до лечения. Поскольку рост АЦЦП в группе контроля находился в диапазоне изменения показателя экспериментальной группы, статистически значимых различий между группами в ключевых точках не выявлено.

Выявлено, что уровень скорости оседания эритроцитов (СОЭ) зависит как от группы лечения ( $p=0,050$ ), так и от времени, прошедшего после проведённого лечения ( $p<0,001$ ), также было выявлено, что динамика СОЭ в группах исследования различается ( $p<0,001$ ). В группе контроля отмечается статистически значимый рост СОЭ через 12 месяцев после проведённого лечения: на 20,1% по сравнению с 6-ти месячным уровнем, так и на 46,4% по сравнению с уровнем до операции. В экспериментальной группе, напротив, через полгода после хирургического вмешательства уровень СОЭ статистически значимо снизился по сравнению с уровнем до лечения, и далее оставался без статистически значимых изменений. В итоге, уровень СОЭ в экспериментальной группе через 12 месяцев после лечения был ниже исходного уровня в среднем на 8%. За счёт разнонаправленной динамики показатель СОЭ статистически значимо ниже в экспериментальной группе, по сравнению с контролем как через 6 месяцев — 30,5 (22,2; 39,0) мм/ч и 38,0 (28,5; 55,0) мм/ч соответственно, так и через год после проведённого лечения — 34,0 (27,0; 43,0) мм/ч и 43,0 (33,0; 63,0) мм/ч соответственно.

Выявлено, что уровень циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) зависит как от группы лечения ( $p=0,03$ ), так и от времени, прошедшего после операции ( $p<0,001$ ), также было выявлено, что динамика ЦИК в группах исследования различается ( $p<0,001$ ). Динамика ЦИК аналогична динамике СОЭ: рост в контрольной группе через год после проведённого лечения: по сравнению с 6-ти месячным уровнем на 8,7%, по сравнению с уровнем до лечения на 15% и снижена на 11,8% в экспериментальной группе через 6 месяцев после лечения с последующей стабилизацией показателя. В итоге в экспериментальной группе через год после операции показатель ЦИК ниже исходного уровня на 6,7%. Уровень ЦИК в экспериментальной группе статистически значимо ниже контрольных значений, как через 6 месяцев после проведённого лечения — 30,5 (24,0; 39,0) Ед/мл и 35,0 (30,0; 44,0) Ед/мл соответственно, так и через год — 33,5 (26,0; 40,8) Ед/мл и 44,0 (35,5; 52,0) Ед/мл соответственно.

Выявлено, что уровень лейкоцитов зависит как от группы лечения ( $p<0,001$ ), так и от времени, прошедшего после проведённого лечения ( $p<0,001$ ), также было выявлено, что динамика лейкоцитов в группах исследования различается ( $p<0,001$ ). Выявлена разнонаправленная динамика уровня лейкоцитов в экспериментальной

и контрольной группах. Если в группе контроля отмечается статистически значимый рост уровня лейкоцитов в каждой контрольной точке: в 6 месяцев по сравнению с уровнем до лечения на 15,2%, через год по сравнению с 6-ти месячным уровнем на 13,5%, по сравнению с уровнем до лечения на 26,6%, то в экспериментальной группе отмечается снижение уровня лейкоцитов через 6 месяцев после лечения на 7,9% с последующей стабилизацией показателя, в результате чего через год после лечения уровень лейкоцитов в экспериментальной группе ниже исходного уровня на 7,6%. Вследствие разнонаправленной динамики уровень лейкоцитов в группах сравнения различается статистически значимо: как в 6 месяцев после лечения — 9,1 (6,8; 10,3) \*10<sup>9</sup>/л и 11,5 (10,9; 12,4) \*10<sup>9</sup>/л соответственно, так и через год — 8,9 (7,0; 9,8) \*10<sup>9</sup>/л и 13,4 (12,4; 14,0) \*10<sup>9</sup>/л соответственно.

В контрольной группе отмечается постепенное снижение показателя ШОР, в итоге через год после лечения данный показатель ниже исходного уровня (до лечения) на 28,6%. В экспериментальной группе, напротив, показатель ШОР растёт на всём анализируемом периоде: за 6 месяцев после лечения он вырос на 80% относительно уровня до операции, за год прирост составил 28,6% относительно 6-ти месячных значений и 129,2% относительно уровня до лечения. Вследствие разнонаправленной динамики показатель ШОР в группах сравнения различается статистически значимо как в 6 месяцев после лечения: в экспериментальной группе 3,5 (3,5; 4,0) см и 1,5 (1,0; 2,5) см в контрольной группе, так и через год — 5,0 (4,5; 5,5) см и 1,5 (0,8; 2,0) см соответственно.

Показатель ЦРШ в контрольной группе через год после лечения статистически значимо увеличился, на 20%, относительно уровня до операции. В то время как в экспериментальной группе показатель ЦШР демонстрирует статистически значимое снижение на всём промежутке исследования: через 6 месяцев по сравнению с уровнем до лечения 55,6%, через год по сравнению с полугодо-

вым уровнем на 60%, и по сравнению с уровнем до лечения на 84,5%. Вследствие этих изменений показатель ЦШР отличается статистически значимо в экспериментальной и контрольной группе во всех ключевых точках исследования: 6 месяцев — 4,0 (3,0;5,0) балла и 7,0 (6,0;10,0) баллов соответственно и год — 1,0 (1,0;2,0) балл и 9,0 (7,0;10,0) баллов соответственно.

Процент пациентов с признаками артрита ВНЧС на МРТ до лечения статистически значимо не отличался в группах сравнения, через 6 месяцев после лечения процент пациентов с положительной динамикой МРТ статистически значимо выше в экспериментальной группе по сравнению с контролем. Через 6 месяцев после медикаментозного артроцентеза количество пациентов с положительной динамикой в экспериментальной группе составил 94,8%, через 12 месяцев — 94,8%. В контрольной группе пациентов результаты были следующие: через 6 месяцев —14,3%, через 12 месяцев — 5,7%. Что статистически значимо ( $\chi^2(p)=58,4$  ( $<0,001$ ) — через 6 месяцев;  $\chi^2(p)=69,4$  ( $<0,001$ ) — через 12 месяцев.

Количество пациентов с лучевыми признаками артрита ВНЧС, полученными в результате проведения СКТ до лечения статистически значимо не отличается в сравниваемых группах. Через 6 месяцев после медикаментозного артроцентеза количество пациентов с положительной динамикой в экспериментальной группе составил 74,1%, через 12 месяцев — 77,6%. В контрольной группе пациентов результаты были следующие: через 6 месяцев — 5,7%, через 12 месяцев — 2,9%. Что статистически значимо ( $\chi^2(p)=38,23$  ( $<0,001$ ) — через 6 месяцев;  $\chi^2(p)=45,82$  ( $<0,001$ ) — через 12 месяцев.

## Резюме

Таким образом, доказана эффективность методики комплексного лечения пациентов с ревматоидным артритом ВНЧС, включающего в себя медикаментозный артроцентез и параартикулярное введение плазмы обогащенной тромбоцитами (PRP-массы).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бадюкин В. В. Диагностика и современная терапия ревматоидного артрита / В. В. Бадюкин // Медицинский совет. — 2010. — № 7–8. — С. 42–46.
2. Василенкайтис, В. В. Искусственная синовиальная жидкость для суставов / В. В. Василенкайтис // Ортопед., травматол. 1989. — № 10. — С. 11–15.
3. Зар В.В., Волошин В. П., Мартынов М. Д. Функциональная оценка результатов внутрисуставного введения полиакриламидного геля «Нолтрекс» при лечении пациентов с гонартрозом // Альманах клин. мед. 2012. — № 27. — С. 18–27.
4. Иорданишвили А. К. Заболевания, повреждения и опухоли челюстно-лицевой области: руководство по клинической стоматологии / под ред. Профессора А. К. Иорданишвили. — СПб.: СпецЛит, 2007. — 494 с.
5. Людчик Т. Б., Базык-Новикова О. М. Возможности использования вискоасплементарной терапии для симптоматического лечения артроза височно-нижнечелюстного сустава. // Медицинские новости. — 2011. — № 11. URL: <https://www.bsmu.by/files/e2e0bf4a0c25b0bd0b109ad2d8a10407> (дата обращения: 10.09.2017).
6. Сергиенко В. И., Бондарева И. Б. Математическая статистика в клинических исследованиях — М., 2001. — 256 с.

7. Сигаева Н. Н., Колесов С. В., Назаров П. В., Вильданова Р. Р. Химическая модификация гиалуроновой кислоты и ее применение в медицине. // Вестник Башкирского университета. — 2012. — Т. 17. — № 3. — С. 1220–1241.
8. Хасанов А. Г. и др. Разработка и применение имплантатов на основе гликозаминогликанов и комплексов метиленового синего в хирургии. Уфа: 2005. — 213 с.
9. Чичасова Н. В. Характеристика базисных средств, используемых в лечении ревматоидного артрита: Методическое пособие для последипломного образования / Н. В. Чичасова, Е. Л. Насонов. — Тула, 1997. — 44 с.
10. Шехтер А. Б., Зар В. В., Волошин В. П., Лопатин В. В. Тканевая и клеточная реакция синовиальной среды на внутрисуставное введение полимерного вископротеза «Нолтрекс» в условиях эксперимента // Альманах клин. мед. 2013. — № 28. — С. 20–24.
11. Balazs E. A., Denlinger J. L. Viscosupplementation: a new concept in the treatment of osteoarthritis // J. Rheumatol. 1993. — V.39. Suppl. — P. 3–9.
12. Guidolin D., Franceschi F. Viscosupplementation with high molecular weight native hyaluronan. Focus on a 1500–2000 KDa fraction (Hyalubrix®). Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci. — 2014. — V. 18. — № 21. — P. 3326–3338.
13. Tehranzadeh J., Booya F., Root J. Cartilage metabolism in osteoarthritis and the influence of viscosupplementation and steroid: a review // Acta Radiol. — 2005. — Vol. 46. — № 3. — P. 288–296.
14. Watterson J. R., Esdaile J. M. Viscosupplementation: therapeutic mechanisms and clinical potential in osteoarthritis of the knee. // J. Am. Acad. Orthop. Surg. — 2000. — V. 8. — P. 277–284.
15. Wilcox, R. Introduction to Robust Estimation and Hypothesis Testing. / R. Wilcox. — 4th edition. — Amsterdam: Elsevier/Academic Press, 2017. — P. 810.

© Валитов Артем Радикович (valitov-artem@yandex.ru), Сиволапов Константин Анатольевич (k.a.sivolapov@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕМЕДИКАМЕНТОЗНЫХ МЕТОДОВ В ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ ДИФфуЗНЫМ ТОКСИЧЕСКИМ ЗОБОМ

### EFFERENT AND QUANTUM METHODS IN THE TREATMENT OF DIFFUSE TOXIC GOITER PATIENTS

**A. Vilkov  
V. Davydkin  
A. Golubev  
I. Pryanikov  
A. Averina**

*Summary.* The effectiveness of the treatment and preoperative preparation (traditional and with ultraviolet irradiated blood autotransfusion and plasmapheresis) in 122 patients with diffuse toxic goiter, accompanied by severe and moderate thyrotoxicosis is confirmed on the basis of comparison of the clinical picture, biochemical changes in blood tests, thyroid hormone levels, immunity and endogenous intoxication, the presence and nature of postoperative complications. It is shown that drug therapy does not always allow to achieve euthyroid state and adequately conduct preoperative preparation, especially in patients with allergic reactions to thyrostatics. The inclusion of ultraviolet irradiated blood autotransfusion and plasmapheresis in the complex treatment allows to achieve an euthyroid state in a shorter time and to prepare the patient for surgery qualitatively.

*Keywords:* efferent and quantum methods, diffuse toxic goiter, indices of immunity and endogenous intoxication.

**Вилков Александр Владимирович**

К.м.н., доцент, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет  
им. Н. П. Огарёва  
vilkov\_a\_v@mail.ru

**Давыдкин Василий Иванович**

К.м.н., доцент, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет  
им. Н. П. Огарёва

**Голубев Александр Григорьевич**

К.м.н., доцент, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет  
им. Н. П. Огарёва

**Пряников Ильдар Ринатович**

Аспирант, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет  
им. Н. П. Огарёва

**Аверина Анна Вячеславовна**

К.м.н., ГБУЗ РМ «Республиканская Клиническая Больница № 4»

*Аннотация.* Подтверждена эффективность проводимого лечения и предоперационной подготовки (традиционной и с аутоутрансфузией ультрафиолетом облученной крови, плазмаферезом) у 122 больных диффузным токсическим зобом, сопровождающимся тиреотоксикозом тяжёлым и средней тяжести на основании сравнения клинической картины, биохимических изменений в анализах крови, уровня гормонов щитовидной железы, показателей иммунитета и эндогенной интоксикации, наличия и характера послеоперационных осложнений. Показано, что медикаментозная терапия не всегда позволяет достигнуть медикаментозного эутиреоза и адекватно провести предоперационную подготовку, особенно у больных с аллергическими реакциями на тиреостатики. Включение в комплексное лечение аутоутрансфузии ультрафиолетом облученной крови, плазмафереза позволяет в более короткие сроки достигнуть эутиреоидного состояния и качественно подготовить больного к операции.

*Ключевые слова:* эфферентные и квантовые методы, диффузный токсический зоб, показатели иммунитета и эндогенной интоксикации.

#### Актуальность

**Д**иффузный токсический зоб (болезнь Грейвса — Базедова) представляет собой аутоиммунное заболевание, развивающееся вследствие выработки антител к рТТГ, клинически проявляющееся пора-

жением ЩЖ с развитием синдрома тиреотоксикоза в сочетании с экстратиреоидной патологией. Общемировой тенденцией являются отсутствие снижения частоты встречаемости больных диффузным токсическим зобом (ДТЗ), а излечение больных ДТЗ до настоящего времени остается одной из актуальных проблем эндокринологии.

В практике лечения больных ДТЗ к настоящему времени отчетливо наметились основные направления: консервативное (прием антитиреоидных препаратов), хирургическое (тиреоидэктомия) и лечение радиоактивным йодом (РЙТ). Консервативное лечение назначается для достижения эутиреоза перед оперативным лечением или радиойотерапией, а также, в отдельных группах пациентов, в качестве базового длительного курса лечения, который, в некоторых случаях, приводит к стойкой ремиссии. Оперативное лечение показано при загрудинном расположении зоба, диффузных и узловых формах зоба с компрессионным синдромом, отказе пациента от РЙТ. Тотальная тиреоидэктомия является методом выбора хирургического лечения ДТЗ. Перед проведением тиреоидэктомии необходимо достижение эутиреоидного состояния на фоне терапии тиреостатиками. При исключительных обстоятельствах, когда достижение эутиреоидного состояния невозможно (аллергия на антитиреоидные препараты, агранулоцитоз) и существует необходимость в срочном проведении тиреоидэктомии, необходимо назначение эфферентных и квантовых методы лечения. В этом качестве нами применяются ауто-трансфузия ультрафиолетом облученной крови (АУФОК), плазмаферез (ПА).

### Цель исследования

Подтвердить эффективность проводимого лечения и предоперационной подготовки (традиционной и с АУФОК, ПА) больных ДТЗ на основании сравнения клинической картины, биохимических изменений в анализах крови, уровня гормонов щитовидной железы, показателей иммунитета и эндогенной интоксикации, наличия и характера послеоперационных осложнений.

### Материал и методы исследования

Под нашим наблюдением с 2013 года по 2018 год находилось 122 больных ДТЗ в возрасте от 15 до 72 лет, сопровождающимся тяжёлым тиреотоксикозом у 29 (24,5%) и средней степени у 93 (75,5%). Среди них 38 мужчин и 84 женщин.

Эфферентные и квантовые трансфузиологические операции (ЭКТО) были выполнены у 80 (65%) больных. Группу сравнения составили 42 (35%) больных, в лечении которых использовали традиционное медикаментозное лечение. Показанием к назначению эфферентных и квантовых методы лечения служил тиреотоксикоз средней и тяжёлой степени.

При поступлении проводили физикальное обследование больных, во время которого обращали внимание на жалобы на общую слабость, утомляемость, раздражи-

тельность, плаксивость, сердцебиение, боли в сердце, дрожь в теле, потливость, одышку, на наличие головных болей, нарушений сна, похудание. Затем определяли общее состояние больных, степень увеличения щитовидной железы, наличие тремора пальцев рук, экзофтальма и глазных симптомов, частоту сердечных сокращений и величину артериального давления с подсчетом пульсового давления.

Клинико-биохимические показатели определяли по стандартным методикам, уровень малонового диальдегида (МДА) по Колюховой С. Г. (1993), молекул средних масс (МСМ) по Габриэлян Н. И. с соавт. (1985).

Уровень гормонов: тироксина и трийодтиронина определяли на иммуноферментном анализаторе Stat Fax 2200 с помощью реактивов фирмы «ДИАТЕСТ».

Состояние иммунитета оценивали путем определения Т- и В-лимфоцитов и количества иммуноглобулинов М, G и А.

С помощью физикального обследования и ультразвукового сканирования определяли степень увеличения щитовидной железы. Данный признак имеет существенное значение в выборе лечебной тактики. Безуспешность и длительность консервативного лечения при второй степени увеличения и наличие узловых образований железы является показанием к хирургическому вмешательству в связи с деформацией шеи, сдавлением ее органов. Хирургическое лечение проводилось в основном у больных со II степенью увеличения ЩЖ (по ВОЗ), что составило 72% (87 больных).

Наличие сопутствующих заболеваний зачастую усугубляют течение ДТЗ и затрудняет достижение эутиреоидного состояния. В зависимости от частоты встречаемости больных разделили на две группы. Первую составили больные со специфическими осложнениями для ДТЗ — это эндокринная офтальмопатия, диагностированная у 36% больных, и тиреогенная миокардиодистрофия у 31%. Ко второй группе нами отнесены заболевания сердечно-сосудистой и дыхательной систем, желудочно-кишечного тракта, почек и другие. Сопутствующие заболевания, зачастую, усугубляют течение тиреотоксикоза и затрудняют лечение, что позволяет с большей уверенностью назначать эфферентные и квантовые методы. Степень тяжести тиреотоксикоза оценивалась по клинической картине заболевания, изменениям на электрокардиограмме, уровню тиреоидных гормонов.

При поступлении всем больным проводили полное клинико-инструментальное обследование, а также комплексное лечение, проводимое в трех направлени-

ях: психопрофилактическая подготовка, применение средств, нормализующих функцию щитовидной железы и внутренних органов. При достижении медикаментозного эутиреоза 28,9% больных были переведены в хирургическое отделение и в тот же день прооперированы.

Всех исследуемых больных разделили на 3 клинические группы в зависимости от проводимого консервативного лечения или предоперационной подготовки. Группу сравнения составили 42 больных, в лечении которых применялась традиционная медикаментозная терапия: тиреостатики,  $\beta$ -адреноблокаторы.

Аутотрансфузии ультрафиолетом облученной крови (АУФОК) в предоперационной подготовке или лечении больных ДТЗ выполняли с помощью аппарата «Юлия» по общепринятой методике у 40 больных, которые составили II группу. Облучение производили ртутно-кварцевой лампой ДРБ-8 с преимущественно коротковолновым (254 нм) ультрафиолетовым излучением. Доза облучения, с учетом вариабельности режима облучения и экстракорпоральной гемодинамики составила  $520 \pm 40$  Дж/м<sup>2</sup>.

У 40 больных III группы в лечении и предоперационной подготовке консервативная терапия дополнялась плазмаферезом (ПА), проводившимся дискретным способом. Общее количество сеансов от трех до пяти.

Технически проведение АУФОК, ПА не представляло трудностей. Основная проблема заключалась в хорошем доступе к периферическим венам. Для этого использовали пункции кубитальных вен, реже ЭКТО проводили с использованием катетера, установленного в подключичную вену.

## Результаты и их обсуждение

Во всех группах у больных уменьшалась тахикардия, нормализовалось артериальное давление и психоэмоциональное состояние, увеличивалась масса тела, но в разные сроки и с разной продолжительностью эффекта. В меньшей степени при применении медикаментозной терапии и ее комбинации с АУФОК и в большей степени при применении ПА.

На фоне проводимого лечения во всех группах происходило снижение уровня общего билирубина, в основном за счет непрямой фракции. В группе сравнения данные не достоверные. Во второй и третьей группах происходило снижение общего билирубина на 26,6% ( $P < 0,05$ ), 36,8% ( $P < 0,05$ ).

Под воздействием ПА происходило снижение уровня общего холестерина на 5,4% ( $P > 0,05$ ) и  $\beta$ -липопротеи-

дов 10,2% ( $P > 0,05$ ). В группе сравнения наблюдался рост данных показателей на 17,4% ( $P < 0,05$ ) и 16,9% ( $P < 0,05$ ). В группе с применением АУФОК уровень холестерина повысился на 4,5% ( $P > 0,05$ ), а уровень  $\beta$ -липопротеидов на 16,1% ( $P < 0,05$ ).

Анализ исходных данных показал, что во всех группах имелась выраженная диспротеинемия, за счет повышения уровня глобулинов, за счет  $\gamma$ -фракции и снижение уровня альбуминов, уровень общего белка оставался при этом в пределах нормы. Соответственно альбуминово-глобулиновый коэффициент снижается, когда его норма от 1,5 до 2.

После проведенного лечения происходило увеличение общего белка на 0,77% ( $P > 0,05$ ) в группе сравнения и на 4,15% ( $P < 0,05$ ) во второй группе, в группе с применением ПА происходило достоверное снижение на 12,47%.

Уровень альбуминов во всех группах повышался. Максимально при применении ПА на 11,26% ( $P < 0,05$ ), во второй и группе сравнения на 9,19% ( $P < 0,05$ ) и 7,55% ( $P < 0,05$ ) соответственно.

Учитывая метод определения белковых фракций, пропорционально происходит достоверное снижение уровня глобулинов во всех группах, соответственно альбуминово-глобулиновый коэффициент повышается.

Анализ данных по фракциям глобулинов показал, что происходит снижение всех фракций во всех исследуемых группах, максимально достоверно снижаются  $\gamma$ -глобулины.

В результате ускорения катаболизма в организме больных ДТЗ повышается МДА, МСМ, что подтвердили данные, полученные у больных до начала лечения.

Проведение лечения способствовало снижению к выписке в группе сравнения уровня МДА и МСМ на 17,92% ( $P > 0,05$ ) и 5,16% ( $P > 0,05$ ). Включение в лечение АУФОК приводило к незначительному их повышению на 5,16% ( $P > 0,05$ ) и 5,81% ( $P > 0,05$ ) соответственно.

Применение ПА позволило достоверно снизить уровень МДА на 28,15%, а МСМ на 23,93%, что свидетельствует о выраженном детоксикационном действии этих эфферентных методов.

Проведенный анализ полученных данных клеточного иммунитета показал, что у больных ДТЗ наблюдается незначительный лимфоцитоз, а в лимфоцитарном пуле — дисбаланс, в основном, за счет повышения В- и 0-лимфоцитов.

Применение консервативной терапии без медикаментозных иммуно-модуляторов, а также ее сочетание с ПА, не приводят к достоверным изменениям в пуле лимфоцитов. В группе сравнения наблюдалась тенденция к снижению содержания абсолютного количества лимфоцитов, в основном за счет Т-клеток на 12,7%. Это происходит, видимо, за счет иммуносупрессивного действия мерказолила. Включение в лечение ПА приводит к увеличению абсолютного количества лимфоцитов на 14,6% за счет Т- и В-клеток. Применение АУФОК позволило повысить процентное содержание Т- и В-лимфоцитов на 9,4% ( $P < 0,05$ ) и 25,4% ( $P < 0,05$ ), а абсолютное их количество на 10,3% ( $P > 0,05$ ) и 25,0% ( $P < 0,05$ ), при этом происходило снижение как процентного, так и абсолютного количества 0-лимфоцитов. Сочетание медикаментозной терапии и ПА оказывает выраженное иммуномодулирующее действие при ДТЗ. В лейкоцитарном пуле происходит увеличение процентного так и абсолютного количества: Т-лимфоцитов на 16,5% ( $P < 0,05$ ) и 35,7% ( $P < 0,05$ ); В-лимфоцитов на 27,1% ( $P < 0,05$ ) и 46,9% ( $P < 0,05$ ), что приводило к снижению процентного и абсолютного количества 0-лимфоцитов.

Медикаментозная терапия приводит к незначительному недостоверному снижению Ig A, Ig M и Ig G.

Включение в лечение эфферентных и квантовых методов позволили достоверно снизить количество всех исследуемых фракций Ig.

Во второй группе Ig A, Ig M и Ig G снизились на 22,7%, 28,5% и 15,5% соответственно. В третьей содержание Ig A уменьшилось на 49,7%, 25,3% и 54,1%, Ig M на 47,9%, 26,4% и 45,8%, Ig G на 39,4%, 19,2% и 38,9%.

После проведения традиционной медикаментозной подготовки отмечается снижение ТЗ на 37,97% ( $P > 0,05$ ), Т4 на 29,06% ( $P > 0,05$ ). Включение в предоперационную подготовку сеансов АУФОК приводит к выраженному снижению функциональной активности щитовидной железы: уровень ТЗ снизился на 57,34% ( $P > 0,05$ ), Т4 на 41,0% ( $P < 0,05$ ). Применение ПА способствовало снижению концентрации ТЗ на 67,4%, Т4 – на 52,1%.

При достижении эутиреоза у больных уменьшалась тахикардия, нормализовалось артериальное давление и психоэмоциональное состояние, увеличивалась масса тела, нормализовались уровни продуктов перекисного окисления липидов, молекул средних масс, показатели клеточного и гуморального иммунитета, тиреоидных гормонов.

По поводу диффузного токсического зоба проведена 71 операция. Достижение стабильного эутиреоидного состояния, уменьшение размеров щитовидной железы,

выраженности экзофтальма и глазных симптомов позволили воздержаться от проведения операции у 51 больного и выписать их на амбулаторное лечение на поддерживающих дозах тиреостатических препаратов.

В первой и второй группах в послеоперационном периоде наблюдали тиреотоксическую реакцию у 3 и 2 больных соответственно. В группе с ПА их не было. Развитие кровотечений, повреждения возвратного нерва, гипопаратиреоза в большей степени связаны с хирургическими погрешностями.

## Заключение

Таким образом, медикаментозная терапия у больных ДТЗ не приводит к существенным изменениям со стороны биохимических и других показателей крови и не всегда позволяет качественно подготовить больных к операции.

Включение в комплекс лечения АУФОК оправдано с иммуномодулирующей целью, но влияние на уровень интоксикации опосредованное и незначительное.

Дополнение медикаментозной терапии ПА обладает в большей степени детоксикационным эффектом, а иммуномодулирующее действие достигается за счет элиминации избытка иммуноглобулинов и деблокирующей макрофагальную систему эффекта.

Проанализировав результаты применения ЭКТО в лечении больных ДТЗ, мы сделали выводы, что современная медикаментозная терапия не всегда позволяет достигнуть медикаментозного эутиреоза и адекватно провести предоперационную подготовку, особенно у больных с аллергическими реакциями на тиреостатики. Включение в комплексное лечение АУФОК, позволяет улучшить результаты, но тоже не отвечает современным требованиям.

Обладая выраженным детоксикационным эффектом, ПА позволяют в более короткие сроки достигнуть эутиреоидного состояния и качественно подготовить больного к операции.

Рекомендуем при тиреотоксикозе средней тяжести в комплексе с традиционной медикаментозной терапией применять АУФОК в дозе 1,5 мл на кг массы тела, от 3 до 5 сеансов на курс лечения, через день.

При ДТЗ среднего и тяжелого течения, особенно при непереносимости тиреостатиков, следует отдавать предпочтение ПА. На курс лечения при средней тяжести тиреотоксикоза необходимо 3–5 и при тяжелой до 7 процедур через день.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ветчинникова О. П., Пиксин И. Н., Калинин А. П. Экстракорпоральное ультрафиолетовое облучение крови в медицине. — Москва: Медицина, 2002. — 263 с.
2. Гостимский А. В., Романчишен А. Ф., Передереев С. С. Применение плазмафереза для предоперационной подготовки ребёнка, больного с диффузным токсическим зобом Вестник хирургии им. И. И. Грекова. 2014. Т. 173. № 3. С. 82–83.
3. Пиксин И. Н., Романов М. Д., Бякин С. П., Давыдкин В. И. Вклад кафедры госпитальной хирургии Мордовского университета в разработку и создание новых эфферентных и квантовых технологий. Вестник Мордовского университета. 2015. Т. 25. № 2. С. 10–24.
4. Пиксин И. Н., Давыдкин В. И., Бякин С. П., Романов М. Д., Шибанова Е. И., Вилков А. В., Чапаев Н. А., Аверина А. В., Голубев А. Г., Паркина В. Н., Карпушкина П. И., Кисткин А. И. Экстракорпоральная гемокоррекция в хирургии. В сборнике: Актуальные проблемы современной клинической хирургии Материалы Межрегиональной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Чувашской Республики и Российской Федерации, заведующего кафедрой госпитальной хирургии № 1, доктора медицинских наук, профессора Волкова Владимира Егоровича. Министерство образования и науки РФ; ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова». 2015. С. 136–142.
5. Фролкин А. П. Эфферентные технологии в лечении больных диффузным токсическим зобом с непереносимостью тиреостатических препаратов автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Ульяновский государственный университет. Ульяновск, 2012. 21 с.
6. Kankara C. R., Browne D. Role of plasmapheresis in rapid preoperative stabilization of severe Grave's thyrotoxicosis//Endocrine Abstracts. 2012. № 28. P. 58.

---

© Вилков Александр Владимирович ( vilkov\_a\_v@mail.ru ), Давыдкин Василий Иванович,  
Голубев Александр Григорьевич, Пряников Ильдар Ринатович, Аверина Анна Вячеславовна.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва



# ОСОБЕННОСТИ ТОНУСА ЖЕВАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ У ПАЦИЕНТОВ С ГЛУБОКОЙ РЕЗЦОВОЙ ДИЗОККЛЮЗИЕЙ

## FEATURES TONE MASTICATORY MUSCLES IN PATIENTS WITH DEEP INCISOR DISOCCLUSION

**S. Galstyan**  
**S. Pavlova**  
**M. Puzireva**  
**A. Sevastyanov**  
**S. Fishchev**

*Summary.* Deep premaxillary disocclusion (GRD), accompanied by a decrease of the height of gnathic part of the person, leads to violations of the anatomical parameters of the cranio-facial complex and modynamical equilibrium of the masticatory muscles. Purpose. Examine the condition of the tonus of the masticatory muscles in patients with GRD depending on reducing the height of gnathic part of the person. Materials and methods. 35 patients aged from 21–35 years (women 20 people, men 15 people) with HRD accompanied by a decrease in the height of the gnathic part of the face (1 group) and 29 patients aged 21–35 years (women 19 people, men 10 people) with HRD and maintaining proportionality of the vertical parameters of the face (2 group) were examined. Patients of group 1 were treated with an increase in the height of the gnathic part of the face, and patients of group 2 — prosthetic treatment. The quality of treatment was assessed using myotonometry, measuring rest tone (TP) and tension tone (Tn) of the masticatory and temporal muscles proper. The comparison group consisted of 70 people aged 21–35 years (40 women, 30 men), with intact dentition and physiological types of bite. Results. Increased tone of the masticatory muscles of patients of the 1st group, before treatment was lower than that obtained in patients of group of comparison. In patients of group 2, these indicators were almost the same as in the comparison group.

*Keywords:* deep incisor disocclusion, reduction of the height of the gnathic part of the face, orthopedics, orthodontics, prosthetic treatment.

**Галстян Самвел Галустович**

Ассистент, Санкт-Петербургский государственный  
педиатрический медицинский университет  
Министерства здравоохранения РФ  
samvel.galstyan.2012@mail.ru

**Павлова Светлана Георгиевна**

К.м.н., ассистент, Санкт-Петербургский  
государственный педиатрический медицинский  
университет Министерства здравоохранения РФ  
svetap\_75@mail.ru

**Пузырева Маргарита Николаевна**

Ассистент, Санкт-Петербургский государственный  
педиатрический медицинский университет  
Министерства здравоохранения РФ  
seven-spb@yandex.ru

**Севастьянов Аркадий Владимирович**

Д.м.н., доцент, Санкт-Петербургский  
государственный педиатрический медицинский  
университет Министерства здравоохранения РФ  
ardy.dkr@mail.ru

**Фищев Сергей Борисович**

Д.м.н., профессор, Санкт-Петербургский  
государственный педиатрический медицинский  
университет Министерства здравоохранения РФ  
super.kant@yandex.ru

**Аннотация.** Глубокая резцовая дизоокклюзия (ГРД), сопровождающаяся снижением высоты гнатической части лица, приводит к нарушениям анатомических параметров кранио-фациального комплекса и миодинамического равновесия жевательных мышц. **Цель.** Изучить состояние тонуса жевательных мышц у пациентов с ГРД в зависимости от уменьшения высоты гнатической части лица. **Материалы и методы.** Обследовано 35 пациента в возрасте от 21–35 лет (женщин 20 человек, мужчин 15 человек) с ГРД сопровождающейся снижением высоты гнатической части лица (1 группа) и 29 пациентов в возрасте 21–35 лет (женщин 19 человек, мужчин 10 человек) с ГРД и сохранением соразмерности вертикальных параметров лица (2 группа). Пациентам 1 группы проводили лечение с увеличением высоты гнатической части лица, а пациентам 2 группы — протетическое лечение. Качество лечения оценивали с использованием миотонометрии, измеряя тонус покоя (Tp) и тонус напряжения (Tn) собственно жевательных и височных мышц. Группой сравнения являлись 70 человек в возрасте 21–35 лет (женщин 40 человек, мужчин 30 человек), с интактными зубными рядами и физиологическими видами прикуса. **Результаты.** Показатели тонуса жевательных мышц пациентов 1 группы, до лечения были ниже показателей, полученных у лиц группы сравнения. У пациентов 2 группы эти показатели были практически одинаковые с группой сравнения.

**Ключевые слова:** глубокая резцовая дизоокклюзия, снижение высоты гнатической части лица, ортопедия, ортодонтия, протетическое лечение

**В** современной стоматологии отмечен рост функционально и эстетически значимых вертикальных аномалий, в частности глубокой резцовой дизокклюзии (ГРД) [3, 5]. ГРД, сопровождающаяся снижением высоты гнатической части лица, приводит к нарушениям анатомических параметров кранио-фациального комплекса (аномалии формы и размеров челюстей, патология сустава, положение челюстей и их ротация относительно основания черепа).

В литературе недостаточно сведений о многофакторной оценке челюстно-лицевой области у лиц с завершившимся формированием зубных рядов и альвеолярных дуг, а также компенсированными предпосылками к развитию основных стоматологических заболеваний. Нуждаются в изучении параметры зубочелюстной системы у пациентов и патологические изменения жевательного аппарата при вертикальных аномалиях окклюзии [2, 4, 6]. Недостаточно изучен комплексный стоматологический статус у лиц со сформированными зубными и альвеолярными дугами. Отсутствуют четкие критерии для составления программ комплексной диспансеризации, реабилитации и профилактики основных стоматологических заболеваний у больных с ГРД.

Важнейшим фактором, определяющим развитие зубочелюстной системы, является развитость мышц челюстно-лицевой области для обеспечения полноценного дыхания, жевания, глотания, речи и состояния физиологического покоя нижней челюсти. Нормальное развитие зубочелюстной системы возможно при обеспечении миодинамического равновесия у антагонистических и синергистических мышц. Изменения в жевательной функции в результате потери миодинамического равновесия является основополагающим этиологическим фактором развития аномалий положения зубов и челюстей, с сопутствующими последствиями. Встречаются нарушения миодинамического равновесия между жевательной, щечной, височной мускулатурой, надподъязычными мышцами. Нарушения равновесия встречаются между круговой мышцей рта, мышцами дна ротовой полости, подбородка, а также между жевательной, щечной мускулатурой и всех перечисленных мышц сразу [1].

**Цель исследования:** изучить состояния тонуса жевательных мышц пациентов с ГРД в зависимости от уменьшения высоты гнатической части лица.

**Материалы и методы:** Обследовано 35 пациента в возрасте от 21–35 лет (женщин 20 человек, мужчин 15 человек) с ГРД и концевыми дефектами зубных рядов верхней и нижней челюстей, сопровождающейся снижением высоты гнатической части лица (1 группа) и 29

пациентов в возрасте 21–35 лет (женщин 19 человек, мужчин 10 человек) с ГРД и сохранением соразмерности вертикальных параметров лица с включенными дефектами зубных рядов верхней и нижней челюстей (2 группа). Пациентам 1 группы проводили лечение с увеличением высоты гнатической части лица, а пациентам 2 группы — протетическое лечение. Качество лечения оценивали с использованием миотонометрии, измеряя тонус покоя (Тп) и тонус напряжения (Тн) собственно жевательных и височных мышц. Группой сравнения являлись 70 человек (женщин 40 человек, мужчин 30 человек) в возрасте 21–35 лет, с интактными зубными рядами и физиологическими видами прикуса.

У пациентов 1 группы со снижением высоты гнатической части лица проводилось комплексное обследование с применением современных методов компьютерной диагностики и моделирования и лечение (ортодонтическое и ортопедическое). Пациенты 2 группы с сохранением соразмерности вертикальных параметров лица отказались от ортодонтического лечения и дополнительных методов исследования, ограничивались только замещением дефектов зубных рядов современными протетическими конструкциями без учета функционального состояния височно-нижнечелюстных суставов и нами рассматривались в качестве группы сравнения.

Эффективность применяемого лечения оценивали по средствам миотонометрии, с помощью миотонометра SZIRMA венгерской фирмы METRIMPEX. Щуп миотонометра помещали в моторные точки на правой и левой собственно жевательных мышцах и измеряли тонус покоя и тонус напряжения.

**Результаты исследования.** Результаты миотонометрического исследования пациентов 1 группы показали, что тонус покоя и тонус напряжения жевательных мышц был ниже нормы. У пациентов 2 группы эти показатели были практически в норме.

Результаты исследования тонуса (в граммах) височных мышц у пациентов обеих групп представлены в таблице 1.

Результаты исследования показали, что у пациентов с глубокой резцовой дизокклюзией и снижением высоты гнатической части лица в сочетании с дефектами зубных рядов, отмечалось уменьшение тонуса напряжения как височных, так и собственно жевательных мышц, вследствие ограничения движения нижней челюсти и уменьшения количества функционирующих контактов. Обращает на себя внимание недоверительность показателей между исследуемыми группами, что свидетельствует об их однородности по этому показателю.

Таблица 1. Результаты исследования тонуса жевательных мышц у пациентов 1 группы с нормой и 2 группы пациентов с нормой.

Состояние тонуса	Показатели тонуса жевательных мышц:			
	височных		собственно-жевательных	
	Норма	1 группа	Норма	1 группа
Тонус покоя	46,35 ± 2,8	42,15 ± 3,6	48,15 ± 3,3	44,35 ± 3,9
Тонус напряжения	165,4 ± 4,9	146,1 ± 4,9	167,3 ± 4,7	140,72 ± 4,8

Состояние тонуса	Показатели тонуса жевательных мышц:			
	височных		собственно-жевательных	
	Норма	2 группа	Норма	2 группа
Тонус покоя	46,35 ± 2,8	45,79 ± 3,9	48,15 ± 3,3	47,59 ± 4,2
Тонус напряжения	165,4 ± 4,9	163,9 ± 5,8	167,3 ± 4,7	166,85 ± 5,4

Таблица 2. Результаты исследования тонуса мышц у пациентов до и после применения комплексного лечения.

Состояние тонуса	Норма	До лечения	После лечения	P
<b>Показатели тонуса височных мышц</b>				
Тонус покоя	46,35 ± 2,8	42,15 ± 3,6	46,25 ± 2,8	< 0,05
Тонус напряжения	165,4 ± 4,9	146,1 ± 4,9	167,0 ± 3,8	< 0,05
<b>Показатели тонуса жевательных мышц</b>				
Тонус покоя	48,15 ± 3,3	44,35 ± 3,9	48,10 ± 3,3	< 0,05
Тонус напряжения	167,6 ± 4,7	140,72 ± 4,8	169,4 ± 2,7	< 0,05

Таблица 3. Результаты исследования тонуса мышц у пациентов до и после протетического лечения.

Состояние тонуса	Норма	До лечения	После лечения	P
<b>Показатели тонуса височных мышц</b>				
Тонус покоя	46,35 ± 2,8	42,15 ± 3,6	46,25 ± 2,8	< 0,05
Тонус напряжения	165,4 ± 4,9	140,1 ± 4,9	154,0 ± 3,8	< 0,05
<b>Показатели тонуса жевательных мышц</b>				
Тонус покоя	48,15 ± 3,3	44,35 ± 3,9	48,10 ± 3,3	< 0,05
Тонус напряжения	167,6 ± 4,7	137,72 ± 4,8	155,4 ± 2,7	< 0,05

Результаты исследования тонуса (в граммах) височных и жевательных мышц у пациентов 1 группы после лечения представлены в таблице 2

Результаты исследования показали, что тонус покоя височных мышц после нормализации высоты гнатической части лица и адаптации к протетическим конструкциям достоверно снизился. Тонус напряжения увеличился. Показатели тонуса височных мышц приближались к крайним границам показателей тонуса мышц, полученных у людей с физиологической окклюзией, что свидетельствовало об эффективности комплексного лечения.

У пациентов 1 группы через 3–6 месяцев после комплексного лечения и нормализации высоты гнатической части лица показатели тонуса собственно жевательных мышц приближались к крайним границам показателей тонуса мышц, полученных у людей с физиологической окклюзией, что свидетельствовало об эффективности комплексного лечения.

Пациенты 2 группы сохранёнными соразмерностями вертикальных параметров лица, отказавшиеся от ор-

тодонтического лечения и дополнительных методов исследования, ограничившиеся только замещением дефектов зубных рядов современными протетическими конструкциями без учета функционального состояния височно-нижнечелюстных суставов имели следующие результаты лечения (таблица 3).

Результаты исследования показали, что тонус покоя височных и собственно жевательных мышц до лечения были ниже нормы незначительно, после ортопедического лечения и адаптации к протетическим конструкциям стали почти как у нормы. Тонус напряжения увеличился, но был достоверно ниже показателей, полученных у лиц 1 группы.

### Заключение

Показатели тонуса жевательных мышц у пациентов 1 группы, до лечения были ниже показателей, полученных у лиц группы сравнения, а после лечения тонус покоя и напряжения стали в норме. У пациентов 2 группы эти показатели были практически одинаковые с группой сравнения до и после ортопедического лечения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Персин Л. С. Современные методы диагностики зубочелюстно-лицевых аномалий. М.: ИЗПЦ, «Информкнига»: 2007; 248.
2. Arat F. Z., Arat M., Acar M., Beyazova M., Tompson B. Muscular and condylar response to rapid maxillary expansion. Part 1: Electromyographic study of anterior temporal and superficial masseter muscles // *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics*. — 2008. — Vol. 133. — P. 815–822.
3. Bourzgui F., Sebbar M., Hamza M., Lazrak L., Abidine Z., El Quars F. Prevalence of malocclusions and orthodontic treatment need in 8- to 12-year-old schoolchildren in Casablanca, Morocco. *Prog Orthod*. 2012; 13 (2): 164–172.
4. Ferrario V. F., Sforza C., Colombo A., Ciusa V. An electromyographic investigation of masticatory muscle symmetry in normo-occlusion subjects // *Journal of Oral Rehabilitation*. — 2000. — Vol. 27. — P. 33–40.
5. Hafez H. S., Shaarawy S. M., Al-Sakiti A. A., Mostafa Y. A. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012; 142 (4): 443–450.
6. Vianna-Laraa M. S., Henrique P. Electromyographic activity of masseter and temporal muscles with different facial types // *Angle Orthodontist*. — 2009. — Vol. 79. — P. 515–520.

© Галстян Самвел Галустович ( samvel.galstyan.2012@mail.ru ), Павлова Светлана Георгиевна ( svetap\_75@mail.ru ),  
Пузырева Маргарита Николаевна ( seven-spb@yandex.ru ), Севастьянов Аркадий Владимирович ( ardy.dkr@mail.ru ),  
Фищев Сергей Борисович ( super.kant@yandex.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ТОЧЕЧНАЯ ЭЛАСТОГРАФИЯ СДВИГОВОЙ ВОЛНОЙ. ОШИБКИ ПРИ ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ ФИБРОЗА ПЕЧЕНИ ПРИ ДИФFUЗНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ПЕЧЕНИ

## POINT SHEAR WAVE ELASTOGRAPHY. MISTAKES IN ASSESSING THE DEGREE OF LIVER FIBROSIS IN DIFFUSE LIVER DISEASES

*D. Glushenko*

*Summary.* Shear wave elastography was performed to assess the stiffness of the liver parenchyma and the degree of liver fibrosis using ELASTPQ (point elastography) software. The existing principles for conducting shear point elastography to determine the degree of liver fibrosis are shown and method errors are established during the study. The conditions for obtaining accurate research results are determined. Introduced the concept of quality and low-quality acoustic window.

*Keywords:* Point shear wave elastography, principles and method errors.

**Глушенко Денис Евгеньевич**

Аспирант, Дальневосточный государственный медицинский университет, г. Хабаровск; врач высшей квалификационной категории по специальности «Ультразвуковая диагностика», ООО Медицинский Центр «Асклепий»  
deglush@gmail.com

*Аннотация.* Произведена эластография сдвиговой волной для оценки жесткости паренхимы печени и степени фиброза печени с помощью программного обеспечения ELASTPQ (точечная эластография). Показаны существующие принципы проведения точечной эластографии сдвиговой волной для определения степени фиброза печени и установлены ошибки методики при проведении исследования. Определены условия получения точных результатов исследования. Введено понятие качественного и некачественного акустического окна.

*Ключевые слова:* Точечная эластография сдвиговой волной, принципы и ошибки методики.

### Введение

**В** зарубежной и отечественной литературе появляются статьи о применении сдвиговой волны для оценки степени фиброза печени. В статьях описывается шкала оценки, рекомендуемая методика без особенностей осмотра. Толчком к написанию данной статьи послужила идея детального описания методики и пошаговой техники выполнения определения степени фиброза печени сдвиговой волной на программном обеспечении ELASTPQ. С одной стороны, методика проста и воспроизводима, что позволяет уже через несколько тренировок начать выполнять данное исследование. С другой стороны, требует от оператора соблюдения точности выполнения исследования и соблюдения всех условий визуализации. Даже небольшие отклонения от методики могут дать большую разницу в цифровых значениях и степени фиброза печени. В данной статье вводится понятие качественного и некачественного аку-

стического окна и описываются возможные ошибки проведения методики.

### Материалы и методы

На базе медицинского центра было обследовано 750 пациентов. Возраст от 18 лет до 76 лет. 456 пациентов женского пола и 294 пациента мужского пола. Пациенты с гепатитом С- 83% и с гепатитом В- 17%. Произведена эластография сдвиговой волной для оценки жесткости паренхимы печени и степени фиброза печени с помощью программного обеспечения ELASTPQ (точечная эластография). Всем пациентам предварительно проводилось ультразвуковое исследование брюшной полости по общепринятой методике, конвексным датчиком С5-1. Затем проводилась эластография сдвиговой волной также конвексным датчиком С5-1 по общепринятой методике в режиме ELASTPQ [1,2,3]. Согласно РАСУДМ, EFSUMB, WFUMB соблюдался



Рис. 1. Пример качественного акустического окна

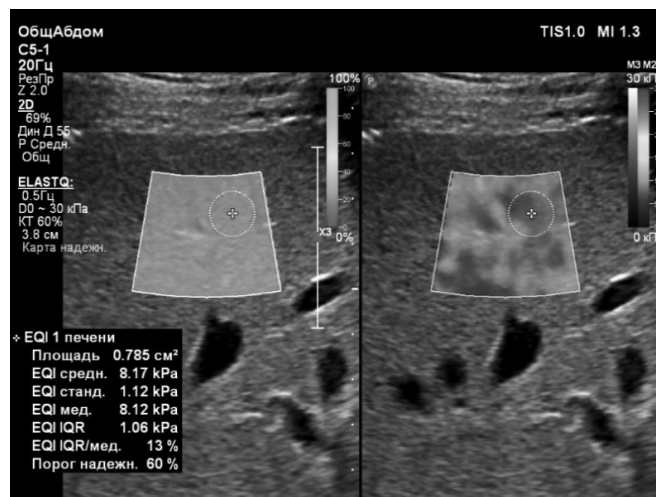


Рис. 2. Проверка мощности ультразвукового луча в определенном участке.

ряд основных рекомендаций для правильного проведения эластографии сдвиговой волной для оценки степени фиброза печени. Исследование проводилось на фоне голодания на протяжении 4–6 ч до исследования, обязательный отдых пациента в течении 10–20 минут перед исследованием. Позиция пациента — лежа на спине с запрокинутой за голову правой рукой для расширения межреберных промежутков. Датчик размещался в межреберном промежутке. Проводился поиск наилучшего акустического окна в условиях свободных дыхательных движений пациента и проведение измерения при задержке дыхания в нейтральной позиции (на середине вдоха). Оценка жесткости проводилась в VII или VIII сегментах печени. В случае цирроза печени, исследование проводилось в V сегменте печени в стороне от желчного пузыря. Контрольный объем размещался на 1,5–2,0 см (но не менее 10 мм) ниже капсулы Глиссона. Капсула печени визуализировалась в виде четкой белой линии перпендикулярно направлению ультразвукового луча. Контрольный объем располагался перпендикулярно капсуле печени. Избегалось наличие артефактов, сосудов, очаговых образований в проекции контрольного объема. Исключались потенциальные факторы риска для избегания переоценки результатов эластографии, включающие воспаление ткани печени, повышение уровня трансаминаз выше, чем в пять раз, билиарная обструкция, прием пищи менее чем за 4–6 часов. Далее автоматически с помощью программного обеспечения измерялось среднее значение сдвиговой волны из серии 10 измерений. Оценивали соотношение «интерквартильный размах/ медиана» [1,2,3]. По готовому результату определяли стадию патологии (фиброза) по шкале от 0 до 4 (F0–F4). Критерии системы оценки фиброза: F0–1- начальный

фиброз/нет фиброза 0–6,43 кПа; F2- умеренный фиброз 6,43–9,54 кПа; F3- выраженный фиброз 9,54–11,34 кПа; F4- более 11,34 кПа [4]. Дополнительно к рекомендациям нами использовалась карта достоверности режима ELASTQ для получения информации о качестве акустического окна.

### Результаты исследования

Опираясь на рекомендации и опыт проведенных нами исследований можем отметить ряд возможных ошибок и особенностей методики при проведении эластографии сдвиговой волной.

Правильное расположение пациента и подготовка к исследованию:

Пациент располагается на спине, правая рука расположена за головой (такое расположение позволяет сделать более широкими межреберные промежутки. При выражено узких межреберных промежутках, возможно попросить пациента повернуть туловище влево, для более лучшего раскрытия промежутков). Подготовка пациента: исследование проводится строго натощак, лучше в утренние часы, когда минимальные условия для газообразования.

Соблюдение методики исследования (поиск акустического окна):

Перед началом выполнения исследования, рекомендуется произвести исследование печени и селезенки, по стандартной методике, для понимания процессов, проходящих в этих органах. Для оценки степени фибро-



Рис. 3. Капсула печени расположена не параллельно датчику, что послужило не правильному результату.



Рис. 4. Пример не правильного расположения контрольного объема

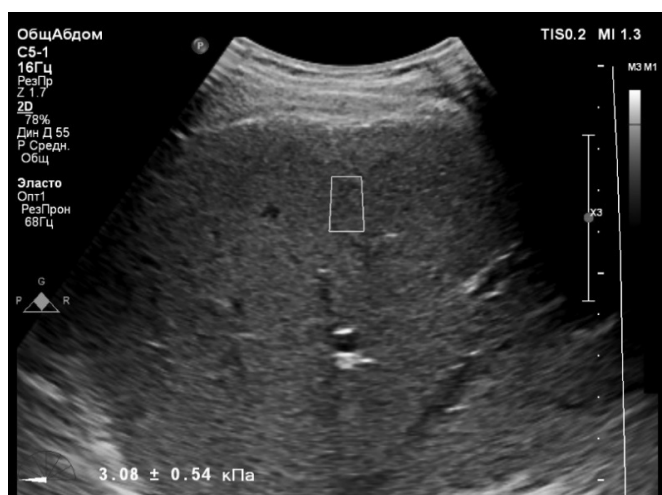


Рис. 5. Пример некачественного окна, что снизило результаты



Рис. 6. Пример некачественного акустического окна. В зоне контрольного объема сосуды.

за исследование проводится в правой доли печени, рекомендуемый сегмент 7 или 8. Возможно использовать сегмент 5, если не качественное акустическое окно на сегментах 7 и 8. Внимание: важно найти качественное акустическое окно. Для поиска качественного акустического окна выполняем следующее: в В-режиме с помощью датчика C5-1 выводим правую долю печени по средне- или задне- подмышечной линии и двигаемся в вертикальном положении сверху вниз, во время движения выбираем межреберный промежуток с качественным акустическим окном. Часто возникают артефакты от ребер, для устранения таких артефактов датчик

небольшим движением поворачиваем вдоль межреберных промежутков. (Рис. 1).

Перед тем как начать измерения в ELASTPQ, если в аппарате есть режим цветной эластографии ELASTQ, проверяем выбранный участок ткани печени, где будет проводиться измерение картой надежности в режиме ELASTQ. Карта надежности измерений показывает, что в данном сегменте мощность ультразвукового луча в достаточном количестве и не происходит рассеивания лучей. Окрашивание зоны зеленым цветом говорит о хорошей мощности ультразвукового луча.

В участке с желтым окрашиванием мощность ультразвукового луча недостаточная для проведения исследования. (Рис. 2).

При выборе контрольного объема для измерения, датчик должен располагаться параллельно капсуле печени. При непараллельном расположении датчика, мощность лучей теряется и происходит рассеивание лучей. Показатели становятся не достоверными. (Рис. 3).

Контрольный объем должен располагаться не ближе, чем 10 мм от капсулы печени. Рекомендуемое расположение 15–20 мм. (Рис. 4).

Капсула должна визуализироваться четко, в виде линии, чем четче линия и больше ее протяженность, тем качественнее акустическое окно. Нечеткая визуализация капсулы, говорит о неправильном наклоне датчика, что приводит к потере мощности лучей и рассеивания лучей, как итог показатели становятся недостоверными. Происходит снижение результатов. (Рис. 5).

Наличие сосудов в зоне контрольного объема способствует увеличению показателей. Так как сдвиговая волна идет горизонтально изображению, то все сосуды выше нижней точки объема должны быть исключены. Ниже приведен пример некачественного акустического окна. Сосуд в зоне сдвиговой волны и контрольного объема увеличил жесткость ткани печени. (Рис. 6).

Наличие артефактов, будь то тени от ребер при узких межреберных промежутках, пневматизированные петли кишечника или асцит — все это влияет на качество акустического окна и степень жесткости ткани печени. Асцит является главным ограничением при определении степени фиброза печени. Он отделяет печень от реберной дуги, что делает невозможным проведение исследования. Чтобы решить данную проблему: найдите участок ткани печени, где печень плотно подходит к реберной дуге и на задержке дыхания проведите исследование.

Обратите внимание, что отражение луча от ребер повышает результат жесткости печени в несколько раз. (Рис. 7).

### Оценка проводимых измерений

Во время проведения 10 измерений, обратите внимание на следующее. Показатель жесткости стандартных отведений при каждом измерении должен быть  $\leq 30\%$ , в идеальном варианте этот показатель  $\leq 10\%$ . Соотношение «интерквартильный размах/медиана» (IQR/мед/мед. жесткости) также используется как фактор качества, этот показатель должен быть  $\leq 30\%$ .

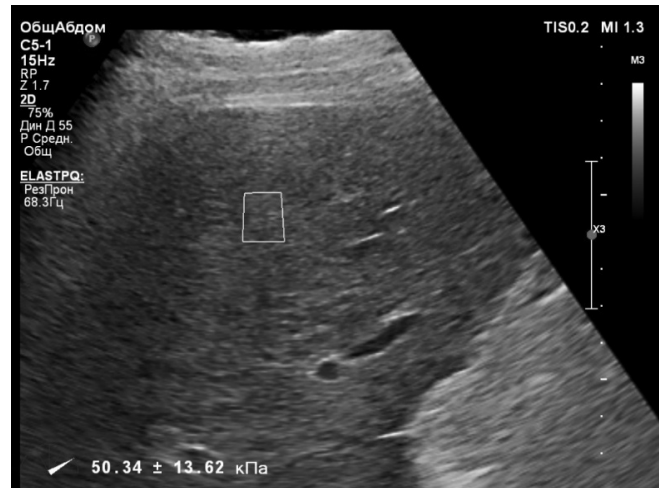


Рис. 7. Слева на рисунке тени от ребер.

Если вы видите, что показатели жесткости стандартных отведений или «интерквартильный размах/медиана» более 30%, то вы можете произвести доосмотр до 15 измерений, пока показатель не дойдет до 30%. Показатель жесткости стандартных отведений важно учитывать при сохранении каждого измерения.

### Обсуждение полученных результатов

Метод эластографии не сложен для выполнения, но, как и другие методы, имеет свои особенности, требует точного соблюдения методики во избежание ошибок диагностики. Зачастую мы имеем проблемы с качественным акустическим окном: узкие межреберные промежутки, повышенная масса тела, асцит, пневматизированные петли кишечника, не возможность задержки дыхания пациентом. На основании проведенных многочисленных исследований выведены следующие четыре главных условия для правильного определения степени фиброза печени и выставлены в порядке уменьшения значимости:

- ◆ Датчик должен располагаться перпендикулярно капсуле печени, капсула в виде четкой линии.
- ◆ Глубина расположения контрольного объема не менее 10 мм от капсулы печени.
- ◆ Отсутствие сосудов в поле контрольного объема.
- ◆ Артефакты.

### Выводы

Выявлен ряд возможных ошибок и способы устранения ошибок методики при проведении эластографии сдвиговой волной. Выявлены главные условия получения точных данных для правильного определения степени фиброза печени и выставлены в порядке уменьшения значимости. Введено понятие качественного и некачественного акустического окна.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Российская Ассоциация Специалистов Ультразвуковой Диагностики в Медицине. Рекомендации по проведению эластографии сдвиговой волной для оценки жесткости печени при использовании ультразвуковых аппаратов компании Филипс с примером протокола 30.05.2017. URL: <http://www.rasudm.org/recomendation/details.htm?id=15> (25.03.2019).
2. Cosgrove D., Piscaglia F., Bamber J. et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 2: Clinical applications // *Ultraschall Med.* 2013. V. 34. No. 3. P. 238–253.
3. Ferraioli G., Filice C., Castera L. et al. WFUMB Guide lines and Recommendations for Clinical Use of Ultrasound Elastography: Part 3: Liver // *Ultrasound Med. Biol.* 2015. V. 41. No. 5. P. 1161–1179.
4. Ferraioli G, Maiocchi L, Lissandrin R, Tinelli C, De Silvestri A, Filice C, and the Liver Fibrosis Study Group. Accuracy of the ElastPQ® Technique for the Assessment of Liver Fibrosis in Patients with Chronic Hepatitis C: a “Real Life” Single Center Study *Journal of gastrointestinal and Liver diseases.* *J Gastrointestin Liver Dis* 2016;25(3):331–5

© Глушенко Денис Евгеньевич ( [deglush@gmail.com](mailto:deglush@gmail.com) ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Хабаровск

## К ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ВЕРХУШЕЧНЫХ ПЕРИОДОНТИТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕКОТОРЫХ ПЛОМБИРОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### THE EFFECTIVENESS OF THERAPEUTIC TREATMENT OF APICAL PERIODONTITIS WITH THE USE OF CERTAIN FILLING MATERIALS

**Z. Yesayan  
T. Rakova  
M. Lunev**

*Summary.* The purpose of the research is the evaluation of the effectiveness therapeutic treatment of apical periodontitis with the using of certain filling materials.

Our researches have shown that the level of filling determines the results of periodontists treatment. However, to speak in general about the dependence of the treatment results on the level of filling, according to our ideas is impossible: this indicator turns out to be unique for each of the investigated filling materials. Therefore, each of them can be applied in their differentiated using.

*Keywords:* apical periodontitis, root canal filling (Siller).

**Есаян Завен Валерьевич**

Д.м.н., профессор, Курский государственный  
медицинский университет Министерства  
здравоохранения Российской Федерации  
Zaven1974@mail.ru

**Ракова Татьяна Владимировна**

К.м.н., доцент, Курский государственный  
медицинский университет Министерства  
здравоохранения Российской Федерации

**Лунев Михаил Анатольевич**

К.м.н., доцент, Курский государственный  
медицинский университет Министерства  
здравоохранения Российской Федерации

*Аннотация.* Целью исследования является оценка эффективности терапевтического лечения верхушечных периодонтитов с применением некоторых пломбировочных материалов.

Наши исследования показали, что именно уровнем пломбирования в конечном итоге определяется результат лечения периодонтита. Однако, говорить вообще о зависимости результатов лечения от уровня пломбирования по нашим представлениям нельзя, так как этот показатель оказывается своеобразным для каждого из исследованных пломбировочных материалов. Следовательно, каждый из них может быть применён при дифференцированном их использовании.

*Ключевые слова:* верхушечный периодонтит, корневая пломба (силлер).

### Введение

**В** практике врача стоматолога сравнительно большой процент составляют лица, страдающие хроническими верхушечными периодонтитами. По мнению большинства отечественных авторов более половины рабочего времени врач-стоматолог тратит на лечение периодонтита [5].

Терапевтическое вмешательство является одним из основных методов лечения больных с верхушечным периодонтитом. В настоящее время при этом заболевании применяют несколько направлений:

1. Совершенствование методов антибактериальной обработки каналов.[3,8]
2. Совершенствование материалов для пломбирования корневых каналов.[6]
3. Совершенствование методов и глубины пломбирования корневых каналов [2,7].

4. Совершенствование методов воздействия на ткань периодонта.[1,4]
5. Сокращение сроков лечения.[3,5]

Предложено большое количество модификаций по лечению периодонтитов, однако вопрос до настоящего времени остается актуальным и окончательно не разрешён.

Наконец, в стоматологии, которая всё больше и больше получает равноправие среди других медицинских дисциплин, изменился взгляд на существо периодонтита. Стало ясно, что периодонтальный очаг только локальная деструкция периодонта, которая приводит к нарушению функции причинного зуба, сколько очаг инфицирования, интоксикации и сенсibilизации организма. В связи с этим стоматологов интересовало уже не только клиническое благополучие вылеченного зуба, но и полная ликвидация заапекального очага с восста-

Таблица 1

Пломбировочный материал	Общий результат, абс. (%)		Непосредственный результат, абс. (%)		Ближайшие результаты, абс. (%)		Отдаленные результаты, абс. (%)									
	благоприятный	неблагоприятный	благоприятный	неблагоприятный	благоприятный	неблагоприятный	3–6 мес		7–12 мес		13–18 мес		19–24 мес		25–30 мес	
							благоприятный	неблагоприятный	благоприятный	неблагоприятный	благоприятный	неблагоприятный	благоприятный	неблагоприятный	благоприятный	неблагоприятный
АН plus	47 (35,07)	5 (22,72)	50 (35,46)	2 (13,33)	44 (31,43)	8 (36,36)	41 (34,17)	15 (35,71)	41 (35,34)	1 (11,11)	34 (32,69)	8 (57,14)	34 (61,82)	-	34 (100)	-
Endomethason	46 (34,32)	4 (18,18)	49 (34,75)	1 (6,67)	47 (33,57)	3 (13,64)	34 (28,33)	8 (19,04)	35 (30,17)	1 (11,11)	36 (34,62)	-	-	-	-	-
Sealarex	41 (30,59)	13 (59,09)	42 (29,79)	12 (80,0)	49 (35,0)	11 (50,0)	45 (37,5)	19 (45,24)	40 (34,48)	7 (77,78)	34 (32,69)	6 (42,86)	21 (38,18)	3 (100)	-	-
ВСЕГО	134	22	141	15	140	22	120	42	116	9	104	14	55	3	34	-



Рис. 1. Периапикальное разрезание

новлением нормальной иммунобиологической реактивности организма.

**Целью исследования** является оценка терапевтического лечения верхушечных периодонтитов с применением некоторых пломбировочных материалов (АН plus, Endomethasone-N и Sealapex).

### Материалы и методы

Настоящая работа выполнена на базе кафедры терапевтической стоматологии КГМУ. Для решения поставленной задачи нами проведено лечение 156 зубов у 114 больных, мужчин и женщин в возрасте от 18 до 50 лет. По анатомическим особенностям зубы распределялись следующим образом: на верхней челюсти — 89, на нижней — 67, однокорневых зубов — 92, многокорневых — 64.

В соответствии с задачей работы, нами укомплектовано 3 группы больных. В первой группе из 37 человек (52 зуба) пломбирование проводилось "АН plus". Во второй группе из 39 человек (50 зубов) каналы пломбировали "Endomethasone-N". В третьей группе 38 человек (54 зуба) в качестве пломбировочного материала использовали "Sealapex".

Изучались непосредственные (в первые 7 дней), ближайшие (в первые 3 месяца) и отдаленные (от 3-х до 30 месяцев) результаты. Ближайшие и непосредственные результаты оценивались клинически по количеству обострений, т.е. имелось ввиду появление признаков острого воспаления — боль при накусывании, а при оценке отдаленных результатов — рентгенологически, т.е. признаки резорбции кости.(рис1).

Участники исследования подписывали информированное согласие на проведение медицинского вмешательства. Методы, используемые в данном исследовании одобрены комитетом по этике ФГБОУ ВО КГМУ.

Для статистической обработки результатов использована программа STATISTICA 6.1

### Результаты исследования и обсуждение.

Изучение показало, что все 3 пломбировочных материала являются эффективными. В  $81,6 \pm 2,4\%$  получены удовлетворительные результаты лечения верхушечных периодонтитов. При этом положительный исход непосредственно после пломбирования, это отсутствие обострений после лечения, наблюдалось у  $92,9 \pm 4,1\%$  больных. В первые 3 месяца после лечения из всех проверенных зубов благополучный исход отмечался в  $89,7 \pm$

$2,1\%$  наблюдений. Отдаленная проверка позволила выявить только  $12,6 \pm 3,0\%$  осложнений, где положительный исход лечения был равен  $87,4\%$ . Приведенные данные являются статистически достоверными ( $P > 0,95$ ).

Однако, зависимость результатов лечения во многом определялась и характером материала, использованного для заполнения корневых каналов (Таб.1)

Так "АН plus", несколько ухудшил общие исходы лечения. Положительные результаты мы наблюдали в  $61,5\%$  однокорневых зубов и в  $45\%$  многокорневых. Однако это различие не оказалось существенным. Клинико-рентгенологическое изучение полученных данных показало, что результаты зависели не столько от анатомической особенности зуба, сколько от глубины пломбирования корневых каналов. При пломбировании каналов до верхушки положительный исход мы наблюдали в  $93,2 \pm 3,8\%$  случаев. Однако, выведение материала за верхушку приводило к благоприятным исходам только в  $64,7 \pm 8,2\%$  случаев. Таким образом, полученные данные позволяют вскрыть характер действия "АН plus" и со всей очевидностью можно говорить, что раздражающим влиянием на ткани не обладает. Даже выведенный в завершечную область, он в  $2/3$  случаев не привёл ни к обострению процесса, ни к разрастанию грануляций. Однако при неполном пломбировании корневых каналов этим составом в  $64,4 \pm 12,9\%$  случаев наступило ухудшение. Следовательно, "АН plus" не обладает выраженным антибактериальным свойством и незапломбированная часть корневого канала продолжала оставаться депо инфекции. Мы не ставили целью выяснения таких результатов: кроются ли они в составе "АН plus" или в некачественном препарировании корневого канала. Нами констатирован факт о характере влияния "АН plus" и установлено, что он может быть применен только для пломбирования хорошо проходимых корневых каналов при качественном их заполнении и при гарантии, что пломбировочный материал не будет выведен в завершечную зону.

Более высокий эффект нами получен после пломбирования "Endomethasone-N". Положительный исход отмечен в  $81\%$  случаев на однокорневых и  $76\%$  на многокорневых зубах. Но наиболее существенным оказалось различие, опять-таки, в зависимости от глубины пломбирования корневых каналов. Полное заполнение каналов приводило во всех наблюдениях к положительным исходам. Даже выведение материала за верхушку корня позволило выявить только  $1,5\%$  осложнений (Рис 2).

Это свидетельствует об отсутствии раздражающего действия на периодонт указанного материала. Более того, подавлением воспаления "Endomethasone-N" почти полностью купирует возможность обострений процесса после раздражения периодонта. Таким образом

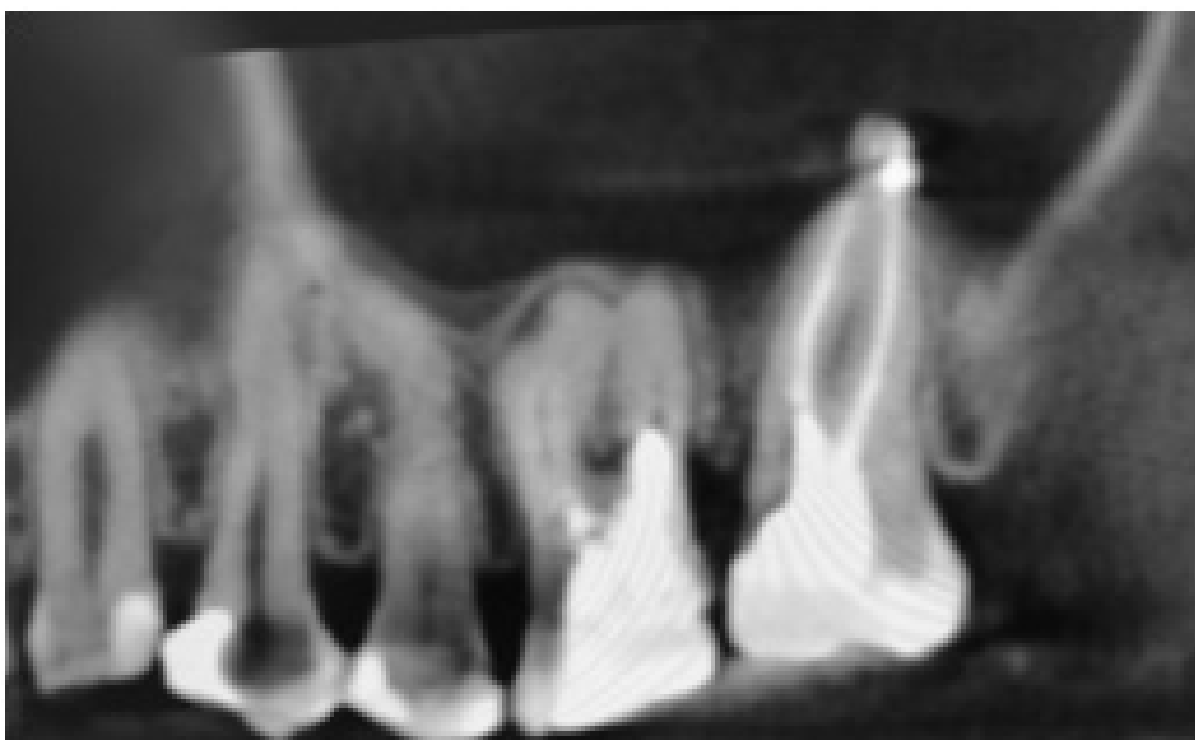


Рис. 2. Перепломбировка корневого канала

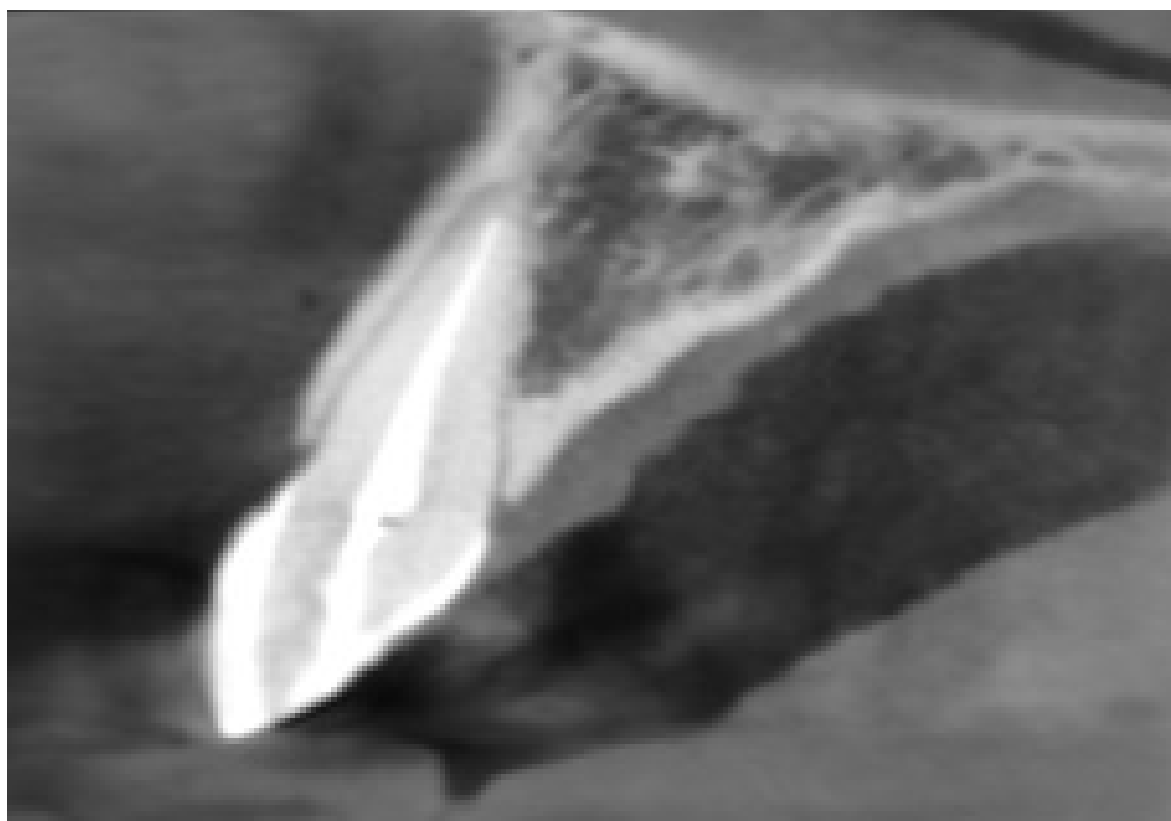


Рис. 3. Недопломбировка корневого канала

препарат оказывает активное действие и это различие статистически достоверное.

Резко противоположные результаты получены при неполном заполнении каналов: осложнения составили  $88,0 \pm 11,4\%$  (рис 3) т.е. выше, чем при лечении другим силлером.

Прежде всего, это свидетельствует о недостаточной бактерицидности у "Endomethasone-N". Но у "АН plus", также отсутствует бактерицидность, однако, осложнения встречались в 3 раза реже. Подмеченный факт мы склонны объяснять тем, что недостаточная бактерицидность у "Endomethasone-N" в сочетании со свойством подавлять воспаление инактивирует защитную реакцию периодонта и замедляет скорость регенерации тканей.

Значительные отличия нами получены также в результате пломбирования каналов "Сеалапекс". В однокорневых зубах положительный исход наблюдался в 66,8% случаев, в многокорневых в 62,6%. При пломбировании до верхушки исход был несколько ниже, чем с другими каналонаполнителями  $87,4 \pm 6,9\%$ . Однако, при не полностью заполненных каналах осложнения отсутствовали, а при завершительном пломбировании осложнения составляли  $57,2 \pm 10,8\%$  случаев. Следо-

вательно, "Sealapex". раздражает периодонт. Вероятно, этим определяется стимулирующее влияние. В тоже время "Sealapex". обладает резко бактерицидным действием: неполное пломбирование не приводит к осложнениям.

## ВЫВОДЫ

1. Таким образом, нам удалось дополнить существующие представления о влиянии уровня пломбирования каналов на исход лечения и о выборе материала для пломбирования каналов.
2. Нам не удалось высказать определённых суждений, при какой форме периодонтита какой из материалов применить, так как эти различия оказались несущественными.
3. Наши исследования показали, что именно уровнем пломбирования в конечном итоге определяется результат лечения периодонтита. Однако, говорить вообще о зависимости результатов лечения от уровня пломбирования по нашим представлениям нельзя: этот показатель оказывается своеобразным для каждого из исследованных пломбировочных материалов. Следовательно, каждый из них может быть применён при дифференцированном их использовании.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Боровский Е. В. Оценка обоснованности диагноза и надёжности пломбирования корневых каналов при эндодонтическом лечении / Е. В. Боровский, Л. Ю. Мылзенова // Клиническая стоматология. 2000. — № 3. — С. 46–49.
2. Воробьев Ю. И. Рентгенография в практике стоматолога в условиях поликлиники, рентгеноанатомия зубов и челюстей: метод, рекомендации / Ю. И. Воробьев, В. П. Трутень. М., 1999. — 15 с.
3. Денискина Е. В. Клиническая эффективность использования традиционных методов в комплексном лечении верхушечного периодонтита / Е. В. Денискина, М. М. Пожарицкая, Л. В. Волчкова // Стоматология. 2002. — № 1. — С. 19–20.
4. Казимирский В. А. Опыт применения пасты эндометазон при лечении верхушечного периодонтита / В. А. Казимирский др. // Вестник Рос. акад. мед. наук. 2000. — № 1. — С. 99–100.
5. Николаев А. И. Цепов Л. М. Практическая терапевтическая стоматология: учебное пособие. М.: ГОУ ВПО Московская медицинская академия им. И. М. Сеченова 2014–921с.
6. Николаев А. И. Цепов Л. М., Шаргородский А. Г. Пути повышения качества эндодонтического лечения. // Клиническая стоматология. 1999. -№ 2.-С. 14–17.
7. Madison S. Medication and temporaries in endodontic treatment/ S. Madison, R. W. Andreason // Dent. Clin. North. Amer. 1992. -Vol. 36, N2. -P. 343–356
8. European Society of Endodontology. Consensus report of the European Society of Endodontology on quality guidelines for endodontic therapy. Int Endod J 2006;39:921–930.

# СКРИНИНГОВАЯ ДИАГНОСТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ РТА НА АМБУЛАТОРНОМ ПРИЕМЕ ВРАЧА СТОМАТОЛОГА ТЕРАПЕВТА

## AUTOFLUORESCENT DIAGNOSTICS IN THE IDENTIFICATION OF PRECARIOUS ORAL CAVITY DISEASES

**A. Zelenova  
Y. Osipova  
L. Ostovskya  
T. Gerasimova  
E. Karpovich**

*Summary.* The article analyzes the results of the inspection of pathological foci of the oral mucosa using autofluorescence spectroscopy. The method allows to differentiate various diseases based on endogenous radiation between normal tissues and pathological foci when excited in the ultraviolet and blue regions of the spectrum. Using this method, 570 residents of Saratov were surveyed. Inflammatory, precancerous and cancerous diseases prevailed in the structure of diseases in the examined patients, which, when illuminated with the APS LED device, had different luminescence options. Oncoscreening with the use of the device "AFS" is advisable to use in the daily practice of a dentist, as it allows for the initial examination of the mucous membrane to differentiate inflammatory and neoplastic processes.

*Keywords:* oral mucosa diseases, autofluorescent diagnostics, oncoscreening.

**Зеленова Анастасия Владимировна**

Заведующий лечебно-хирургическим отделением  
ГАУЗ «Саратовская стоматологическая поликлиника  
№ 3»

**Осипова Юлия Львовна**

Д.м.н., доцент, Саратовский ГМУ  
им. В. И. Разумовского  
osipova-sgtm@mail.ru

**Островская Лариса Юрьевна**

Д.м.н., профессор, Саратовский ГМУ  
им. В. И. Разумовского

**Герасимова Татьяна Викторовна**

Ассистент, Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского

**Карпович Екатерина Анатольевна**

Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского

*Аннотация.* В статье проанализированы результаты осмотра патологических очагов слизистой рта с помощью аутофлуоресцентной спектроскопии. Метод позволяет дифференцировать различные заболевания на основе эндогенного излучения между нормальными тканями и патологическими очагами при возбуждении в ультрафиолетовом и синем областях спектра. С помощью данного метода было обследовано 570 жителей Саратова. В структуре заболеваний у обследованных преобладали воспалительные, предраковые и раковые заболевания, которые при освещении светодиодным аппаратом «АФС» имели различные варианты свечения. Онкоскрининг с использованием аппарата «АФС» целесообразно применять в повседневной практике врача-стоматолога, так как он позволяет при первичном осмотре слизистой оболочки дифференцировать воспалительные и неопластические процессы.

*Ключевые слова:* заболевания слизистой оболочки рта, аутофлуоресцентная диагностика, онкоскрининг.

## Введение

**К**омплекс мероприятий, направленных на раннее и своевременное обнаружение злокачественных поражений полости рта является важнейшим видом деятельности врача-стоматолога. В настоящее время продолжает расти частота онкологических заболеваний, а ранняя их диагностика не повышается. В Российской Федерации данные о распространенности злокачественных новообразований полости рта в 2017 году, составили — 27,2 случаев, красной каймы губ — 30,6 случаев на 100~<000 населения [1]. Такая ситуация обусловлена недостаточной онкологической настороженностью врачей, отсутствием эффективных скрининговых методов ранней диагностики предраковых и раковых заболеваний полости рта и губ.

Трудность диагностики заболеваний слизистой оболочки рта обусловлена многообразием нозологических форм и значительной схожестью клинических проявлений. Злокачественные новообразования следует дифференцировать с воспалительными и предраковыми поражениями полости рта и губ. В связи с этим становится актуальной внедрение скрининговых методов исследования позволяющих уже при первичном осмотре стоматологического пациента дифференцировать воспалительные и неопластические процессы.

На современном этапе широкое применение получили методы скрининговой диагностики, в основе которых лежит флюоресценция. Это явление было открыто в 1852 году Джоржом Стоксом, который обнаружил, что минерал флюорит под действием ультрафиолетовых лучей излучает свечение. Ученый интерпретировал открытие как флюоресценцию. в основе которой лежит поглощение света электронами с переходом их в возбужденное состояние на более высокую спираль. В возбужденном состоянии электроны пребывают несколько секунд и возвращаются обратно на свою орбиталь, испуская при этом квант света с большей длиной волны. Существует два вида флюоресценции: экзогенная; эндогенная или аутофлюоресценция. Экзогенная регистрируется при нанесении на биологическую ткань фотосенсибилизатора, а аутофлюоресценция возникает за счет флюорофоров собственных тканей. Известно, что ткани человека содержат большое число природных флуорофоров, у которых разные спектральные области, что обуславливает различную интенсивность свечения интактных или воспаленных тканей или новообразований.

Этот свет можно увидеть, используя различные светофильтры. Создание специализированных очков позволяет исследователю и врачу увидеть флюоресценцию тканей глазом в видимой части спектра.

В медицине это явление впервые использовал Policard, в начале XX — века, изучив свечение злокачественной опухоли молочной железы. Изучение методов диагностики на основе флюоресценции в нашей стране происходило благодаря совместной работе онкологов МНИО им. П. А. Герцена и физиков института общей физики им. А. М. Прохорова. В настоящее время аутофлюоресцентное свечение используется при обследовании начальных форм рака мочевого пузыря, гортани, шейки матки, желудка и кишечника. В нашей стране выпускаются российские фотосенсибилизаторы: «Алласенс»; «Фотогем»; «Ра-дахлорин»; «Фотосенс». Фундаментальные исследования показали, что интенсивность аутофлюоресценции в неопластических очагах различных органов резко снижается, в связи с чем этот эффект получил название эффекта «темного пятна».

Для стоматологии разработан аппарат аутофлюоресцентной диагностики основанный на различной интенсивности спектрального состава эндогенного излучения между интактными и патологическими тканями при возбуждении в ультрафиолетовом и синем областях спектра [2,3].

Преимуществом метода является высокая точность, позволяющая выявлять и дифференцировать воспалительные или предраковые процессы, а так же новообразования слизистой оболочки полости рта губ [3,4, 5].

## Цель исследования

Повышение эффективности ранней диагностики предраковых заболеваний красной каймы губ и слизистой рта, с применением метода аутофлюоресцентной диагностики на приеме врача-стоматолога терапевта.

## Материалы и методы

Обследование проводилось на базах: ГАУЗ «Саратовская стоматологическая поликлиника № 3», и кафедры стоматологии терапевтической Саратовского ГМУ им. В.И.Разумовского. Проведено комплексное стоматологическое обследование 570 жителей Саратова и Саратовской области с различной патологией слизистой оболочки полости рта и красной каймы губ, в возрасте от 35 до 75 лет.

Всем пациентам проводилось исследование челюстно-лицевой области, включающее в себя: внешний осмотр; исследование лимфатических узлов; осмотр слизистой оболочки полости рта и языка, при котором отмечался цвет, влажность, отечность, наличие патологических морфологических элементов, травматических факторов. Определяли тип дефектов зубных рядов, вид прикуса; оценивали патологическую стираемость твердых тканей



зуба, наличие патологии пародонта, скученность зубов, оценивалось качество пломб и ортопедических конструкций. Исследование выявленных патологических элементов слизистой оболочки рта и губ проводилось с помощью медицинского прибора «АФС» (регистрационное удостоверение № ФСР 2011/106669). Комплект состоит из аппарата для флуоресцентной диагностики; флуоресцирующий раствор для обработки полости рта; защитные очки для пациента и специальные очки для врача-стоматолога со светофильтром позволяющим наблюдать аномальное свечение патологически измененных участков слизистой оболочки рта. Для нанесения на слизистую оболочку полости рта применим любой отечественный фотосенсибилизатор класса порфиринов или хлоринов: «Аласенс»; «Фотодитазин»; «Фотолон», который позволяет определить очаги флуоресценции под воздействием лазера с длиной волны  $400 \pm 10$  нм.

### Результаты исследования и их обсуждение

Средний возраст обследованных составил  $45,5 \pm 1,2$  года. Среди них: 218 человек — лица мужского пола, (средний возраст —  $47,7 \pm 2,7$ ) и 352 женщин (средний возраст —  $52,1 \pm 2,3$  лет).

При объективном осмотре 48 (8,4%) пациентов, не выявлено патологических изменений, при этом интактная слизистая флуоресцировала зеленое свечением. Осмотр 522 (91,6%) пациентов обнаружил морфологические элементы, требующие дополнительных специальных методов исследования.

Воспалительные заболевания пародонта выявлены у 346 (75,4%) пациентов; патологические поражения с преобладанием процессов гиперкератоза встречались у 58 (10,2%) человек; предраковые состояния полости рта — 110 (19,5%); доброкачественные новообразования 5 (0,9%); злокачественные образования обнаружены у 3 (0,5%) обследованных.

Клинические признаки воспалительных процессов пародонта (катаральный гингивит и хронический пародонтит в стадии обострения) встречались у 200 (35%) пациентов, и подтверждались красным свечением маргинальной и альвеолярной десны. У 36 (6,3%) человек ткани пародонта имели зеленое свечение, идентичное флуоресценции здоровой слизистой оболочки, что подтверждало клинические признаки ремиссии. В структуре воспалительных заболеваний преобладал кандидоз полости рта — 50 (18,5%) человек; хронический рецидивирующий афтозный стоматит — 40 (7,0%) пациентов; обострение рецидивирующего герпетического стоматита 10 (1,7%) человек. Реже встречались: декубитальная язва 5 (0,8%); язвенно-некротический стоматит Венсана

5 (0,9%); эксфолиативный хейлит 4 (0,7%). Все воспалительные процессы флуоресцировали определялись различными оттенками красного свечения, обусловленного наличием «порфиринов» — продуктов жизнедеятельности патогенной микрофлоры. Патологические очаги с процессами пара и гиперкератоза обнаружены у 58 (10,2%) обследованных с плоской лейкоплакией и 30 (5,2%) с лейкоплакией Таппейнера. Красный плоский лишай выявлен у 21 (3,7%) пациента с типичной формой и 7 (1,2%) с гиперкератотической формами. В свете флуоресценции гиперкератоз характеризовался различными оттенками розово-красно-коричневого цветов, что обусловлено различной степенью выраженности гиперкератоза и наличием воспалительного процесса.

Среди предраковых состояний полости рта и губ диагностированы нозологические формы лейкоплакии: веррукозная — 10 (1,7%); эрозивная — 15 (2,6%). Предраковые формы красного плоского лишая: 2 (0,4%) пациента с гиперкератотической формой, 3 (0,5%) с эрозивной формой. Единичные папилломы выявлены у 50 (8,7%) пациентов; папилломатоз твердого неба 25 (4,4%); ограниченный предраковый гиперкератоз красной каймы нижней губы 3 (0,5%); преинвазивный хейлит Манганотти обнаружен у 2 (0,4%) человек. Свечение очагов предрака у 110 (19,5%) больных визуализировалось в виде темных очагов с неоднородностью слоев, неровными или ровными краями. При дальнейшем обследовании этих пациентов цитологическое исследование не выявило признаков атипии в обнаруженных очагах. Только у 3 (0,5%), пациентов, с эрозивной лейкоплакией, хейлитом Манганотти, ограниченным предраковым гиперкератозом нижней губы очаги поражения не имели свечения (темные пятна с четкими границами) располагались на зеленом фоне флуоресценции, однако методы цитологической и гистологической диагностики верифицировали плоскоклеточный рак.

### Выводы и заключение

Полученные в работе данные показали, что метод изучения слизистых оболочек на основе аутофлуоресцентного свечения обладает высокой чувствительностью, а эффективность методики может достигать 90% и более результатов, что позволяет минимизировать число ложноположительных результатов в поиске скрытых очагов рака. Положительными качествами метода являются его неинвазивность; компактное оборудование (аппарат, очки для врача и пациента, препарат «Аласенс»); отсутствие дорогостоящих комплектующих и реактивов; минимальное время осмотра (3–4 минуты).

Онкоскрининг с использованием аппарата «АФС» дает возможность обнаруживать, оценивать и наблюдать очаги аномального свечения, связанные с наличием

воспалительных, предраковых и раковых заболеваний. Выявление рака в ротовой полости на ранних сроках заболевания позволяет уменьшить количество пациентов, нуждающихся в сложном лечении, повышает порог

выживаемости, способствует снижению смертности, что решает важную медико-биологическую и социальную задачу Национальной стратегии по борьбе с онкологическими заболеваниями.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Каприн А. Д., Старинский В. В., Петрова Г. В. Состояние онкологической помощи населению России в 2017 году. М.: МНИОИ им. П. А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России. 2018. 236 с.
2. Максимовская Л. Н., Эрк А. А., Булгакова Н. Н., Зубов Б. В. Применение аутофлуоресцентной стоматоскопии для онкоскрининга заболеваний слизистой оболочки полости рта // Стоматология для всех. 2016. № 4. С. 34–37.
3. Булгакова Н. Н. Аутофлуоресцентная стоматоскопия как метод онкоскрининга заболеваний слизистой оболочки рта // Российский стоматологический журнал. 2015. Т. 19. № 1. С. 27–30.
4. Позднякова Т. И., Смирнова Ю. А. Скрининговые методы диагностики онкологических заболеваний слизистой оболочки полости рта // Dental forum. 2013. № 1. С. 34–37.
5. Волков Е. А., Позднякова Т. И., Булгакова Н. Н. Клинический опыт применения аутофлуоресцентной визуализации для выявления заболеваний слизистой оболочки рта // Материалы Всероссийского стоматологического образовательного форума, Российская стоматология. М. 2015. С. 11–12.

© Зеленова Анастасия Владимировна, Осипова Юлия Львовна (osipova-sgmu@mail.ru),  
Островская Лариса Юрьевна, Герасимова Татьяна Викторовна, Карпович Екатерина Анатольевна.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Саратов

# ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОГО ПОДХОДА К ЛЕЧЕНИЮ ПАЦИЕНТОВ С РАСПРОСТРАНЕННЫМ ГНОЙНЫМ ПЕРИТОНИТОМ

## BASES OF A MODERN APPROACH TO THE TREATMENT OF PATIENTS WITH DISSEMINATED PURULENT PERITONITIS

**A. Karsanov**  
**A. Kultciev**  
**E. Berseneva**  
**E. Perisaeva**  
**A. Morozov**

*Summary.* The article, on the basis of modern arguments, substantiates a strategic approach to the treatment of patients with common purulent peritonitis and abdominal sepsis (AS). As criteria for the differentiation of local and systemic intra-abdominal infection, a combination of confirmed organ dysfunction and intestinal insufficiency syndrome (ISS) is considered. The most important condition for the successful treatment of AS is the need to ascertain and promptly stop ISS.

*Keywords:* purulent peritonitis, abdominal sepsis, intestinal failure.

**Карсанов Алан Мухарбекович**

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная Медицинская академия» (г. Владикавказ)  
 karsan@inbox.ru

**Кульчиев Ахсарбек Агубеевич**

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная Медицинская академия» (г. Владикавказ)  
 kulchiev.ahsarbek@yandex.ru

**Берсенева Евгения Александровна**

Д.м.н., ФГБНУ «Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья им. Н. А. Семашко» (г. Москва)  
 eaberseneva@gmail.com

**Перисаева Элина Акимовна**

Старший лаборант, ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная Медицинская академия» (г. Владикавказ)  
 perisaeva.elinka@yandex.ru

**Морозов Алексей Анатольевич**

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная Медицинская академия» (г. Владикавказ)  
 docentmorozov@yandex.ru

*Аннотация.* В статье, на основе современных аргументов, обоснован стратегический подход к лечению пациентов с распространенным гнойным перитонитом и абдоминальным сепсисом (АС). В качестве критериев дифференцировки локальной и системной внутрибрюшной инфекции рассматривается сочетание подтвержденной органной дисфункции и синдрома кишечной недостаточности (СКН). Важнейшим условием успешного лечения АС является необходимость констатации и скорейшего купирования СКН.

*Ключевые слова:* гнойный перитонит, абдоминальный сепсис, кишечная недостаточность.

**О**дной из наиболее сложных задач мировой хирургии является проблема качественного улучшения результатов пациентов с распространенным гнойным перитонитом (РГП) [1, 2, 3].

На современном этапе развития хирургической инфектологии стратегический подход к лечению пациентов с РГП принято рассматривать в рамках понятия "осложненной внутрибрюшной хирургической инфекции" (ВБИ), под которой следует понимать широкий спектр патологических состояний, развивающихся при воздействии микроорганизмов, колонизирующих желудоч-

но-кишечный тракт и проникающих в другие, обычно стерильные области брюшной полости [6].

Принципы оценки готовности медицинской организации к оказанию качественной медицинской помощи, а хирургической — особенно (как высокотехнологичной и высокорисковой по определению), предполагают обязательность создания достаточной структуры хирургической службы, налаживание прогрессивных клинических процессов и обеспечение высокой требовательности к наилучшему результату лечения [4, 7].

Таблица 1. Расширенные клинико-лабораторные критерии сепсиса [14]

Инфекция, предполагаемая или подтвержденная, в сочетании с несколькими из следующих критериев	
Общие критерии	Гипертермия (температура > 38,3 °С); Гипотермия (температура < 36 °С); ЧСС > 90/мин, или > 2 стандартных отклонений от нормального возрастного диапазона); Тахипноэ; Нарушение сознания; Необходимость инфузионной поддержки (> 20 мл/кг за 24 ч); Гипергликемия (> 7,7 ммоль/л) в отсутствие сахарного диабета
Критерии воспаления	Лейкоцитоз > 12 x 10 <sup>9</sup> /л; Лейкопения < 4 x10 <sup>9</sup> /л; Сдвиг в сторону незрелых форм (> 10%) при нормальном содержании лейкоцитов; Содержание С-реактивного белка в плазме крови > 2 стандартных отклонений от нормы; Содержание прокальцитонина в плазме крови > 2 стандартных отклонений от нормы
Гемодинами-ческие критерии	Артериальная гипотензия: АД сист. < 90 мм рт. ст., САД < 70 мм рт. ст., или снижение АД сист. более чем на 40 мм рт. ст. (у взрослых), или снижение АД сист. как минимум на 2 стандартных отклонения ниже возрастной нормы; Сатурация SvO <sub>2</sub> < 70%; Сердечный индекс > 3,5 л/мин/м <sup>2</sup>
Критерии органной дисфункции	Артериальная гипоксемия PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> < 300; Острая олигурия < 0,5 мл/кг/ч; Повышение креатинина в плазме крови более чем на 44 мкмоль/л (0,5 мг%); Нарушения коагуляции: АЧТВ > 60 сек или МНО > 1,5; Тромбоцитопения < 100 x 10 <sup>9</sup> /л; Гипербилирубинемия > 70 ммоль/л; Парез кишечника (отсутствие кишечных шумов)
Показатели тканевой гипоперфузии	Гиперлактатемия > 1 ммоль/л; Симптом замедленного заполнения капилляров, мраморность кожи конечностей

*АД сист.* — систолическое артериальное давление;

*САД* — среднее артериальное давление;

*АЧТВ* — активированное частичное тромбопластиновое время;

*МНО* — международное нормализованное отношение.

Проблема лечения пациентов с РГП не может быть успешно решена вне четкой дефиниции его клинико-морфологических форм и без установления внутренних связей между локальными и генерализованными механизмами развития воспаления. Вынуждены признать, что на данном этапе развития учения об осложненной ВБИ пока четко не установлены закономерности и затруднен прогноз исходов различных способов контроля над источником внутрибрюшного воспаления [1, 5, 6, 8, 9].

Помимо этого следует не забывать, что улучшить результаты лечения РГП невозможно без реализации современных диагностических и лечебных стратегий у этого крайне сложного, а потому — особого, контингента хирургических стационаров, поскольку абдоминальный сепсис (АС) был и остается потенциально смертельной проблемой глобального здравоохранения [10, 11].

Проблема АС не ограничивается высоким уровнем острой смертности непосредственно при первичной го-

Таблица 2. Корреляция между разными интегральными шкалами при перитоните и абдоминальном сепсисе

	APACHE II	SAPS	MODS	SOFA
Отсутствие сепсиса	< 10	0–4	< 8	< 8
Сепсис	10–15	5–8	9–12	9–12
Тяжелый сепсис	16–25	9–12	13–16	13–16
Септический шок	> 26	> 13	> 17	> 17

спитализации, а состоит ещё и в том, что частота повторной 30-дневной госпитализации у септических пациентов достигает 19,9–23,4%, из которых 66,9–78% были обусловлены инфекционными причинами [10–12], причем в течение года они имеют многократно повышенный риск рецидива угрожающей их жизни инфекции [12].

Для адекватной дефиниции критериев РГП, АС и тяжелого сепсиса (ТС) важно понимать, что доминирующая в мире концепция локальной и генерализованной хирургической инфекции [13] существенно устарела [11, 14].

Этому в немалой степени способствовало общее понимание ученых, что, несмотря на низкую специфичность параметров синдрома системной воспалительной реакции (ССВР), попытка их слепой экстраполяции на модель пациента с осложнённой ВБИ, обречена на гипердиагностику АС, поскольку септическими могут оказаться почти все 100% пациентов с РГП [2, 6, 11]. Чтобы это преодолеть требуется учесть целый ряд взаимосвязанных факторов.

Во-первых, универсальные диагностические критерии РГП без сепсиса, АС, ТС и септический шок, которые, если следовать логике стратификации диагноза осложнённой ВБИ, должны быть положены в основу классификации перитонита и его генерализованных форм, были предложены более 25 лет назад по итогам Согласительной конференции ACCP/SCCM (1991) в Чикаго [13].

Во-вторых, в 2001 г. состоялась вторая международная конференция по дефиниции сепсиса, по результатам которой критерии ССВР были признаны специалистами низко-специфичными, однако для того, чтобы предложить им адекватную альтернативу, на тот момент достаточных аргументов не было представлено [14]. Тем не менее, важнейшим итогом конференции 2001 г. следует признать вынесение на обсуждение и апробацию

расширенных клинико-лабораторных критериев сепсиса (РКС) (табл. 1).

Среди РКС особо следует выделить важность признака значимости гипергликемии (>7,7 ммоль/л) в отсутствие сахарного диабета, признаков нарушения сознания, гиперлактатемии >1 ммоль/л, острой олигурии <0,5 мл/кг/ч, креатининемии более 44 мкмоль/л, нарушения коагуляции: АЧТВ >60 сек или МНО >1,5, тромбоцитопении <100 x 10<sup>9</sup> /л, гипербилирубинемии >70 ммоль/л, пареза кишечника. Целесообразность применения РКС была подтверждена последними согласительными рекомендациями [15].

В-третьих, несмотря на несомненную гетерогенность популяции пациентов с септическим синдромом, крайне важное значение имеет сохраняющееся несовершенство дефиниции и отсутствие унификации в определении понятия “абдоминальный сепсис”, как в контексте разных исторических периодов, так и среди представителей различных национальных научных школ [15, 16].

В-четвертых, критерии ССВР при такой абдоминальной катастрофе бывают более выражены, как по количеству вовлеченных категорий признаков, так и по степени глубины нарушений, чем при иных источниках сепсиса [17]. Однако, достаточно высокая частота успешного лечения осложнённой ВБИ после однократной санации источника, позволяет сомневаться в том, что столь широкое использование дефиниции генерализованной ВБИ обосновано и очевидно [18].

В-пятых, первичная диагностика АС, а особенно дифференцировка АС от РГП без такового, согласно предложенным в Российских национальных рекомендациях “Абдоминальная хирургическая инфекция” [6], интегральным критериям (табл. 2), остается спорной и не решенной задачей [1, 5, 8, 9]. В них предложено в качестве отсутствия сепсиса, при оценке по шкале SOFA,



Рис. 1. Схема формирования синдрома кишечной недостаточности при перитоните

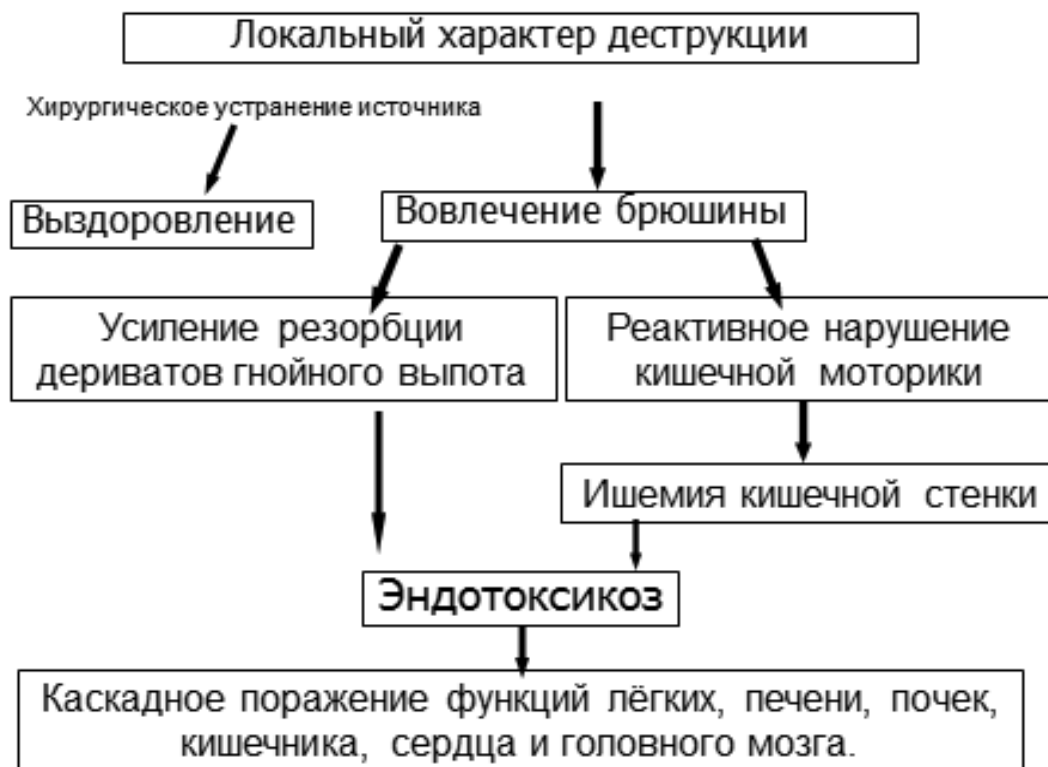


Рис. 2. Схема формирования синдрома полиорганной недостаточности при распространенном гнойном перитоните

исходить из показателя, не превосходящего 8 баллов. В то же время, если обратиться к самой шкале SOFA, то балл  $\leq 8$  с легкостью набирается при полной декомпенсации двух систем либо органной дисфункции любой степени при вовлечении 3-х и более систем органов.

Из сказанного выше следует, что наблюдалась очевидная дискорреляция в вопросах объективизации критериев РГП и АС, что, наряду с серьезными методологическими недостатками, способствует избыточной субъективности при выборе тактических решений и затрудняет интерпретацию результатов хирургического лечения осложнённой ВБИ.

Вторым важнейшим условием успешного лечения РГП и АС является необходимость констатации, детализации и скорейшего купирования синдрома кишечной недостаточности (СКН). Давно установлено, что при формировании распространенных форм гнояного, в особенности высоко-контаминированного толстокишечной микрофлорой, перитонита достаточно рано формируется СКН [5, 19].

В генезе СКН при РГП индуцирующее значение имеет первично-бактериальный механизм формирования. При формировании СПОН роль кишечной недостаточности приобретает первоочередное значение, как по наиболее ранним темпам вовлечения в патологический каскад, так и по абсолютно доминирующей роли нарушений функций кишечника в генезе транслокации эндотоксина и иных компонентов системной токсемии (рис. 1).

#### Стадии синдрома кишечной недостаточности [19]:

I стадия — угнетение моторики без нарушения всасывания;

II стадия — резкое нарушение всасывания жидкости и газов, растяжение кишки, венозный стаз, размножение микрофлоры с колонизацией проксимальных участков;

III стадия — нарушение микроциркуляции и отек стенки кишки, транслокация токсинов и микробов в кровь, лимфу, брюшную полость, метаболические расстройства. Клиническим выражением этой стадии синдрома являются АС и СПОН.

Логика формирования современного диагноза РГП должна строиться на основе ряда положений типологии [5, 19, 20]. Согласно им, перитонит без сепсиса на момент его выявления не должен иметь органно-системных нарушений. Для такой формы внутрибрюшного воспаления допустимо лишь возникновение т.н. "дисфункции" одного органа/системы, купируемой комплексом лечебных мероприятий: однократной санацией источника РГП, адекватной антибактериальной, системной и адьювантной терапией.

Появление кишечной дисфункции (в виде нарушения моторной функции) должно являться наиболее ранним из проявлений формирующегося каскада поражения жизненно-важных систем организма пациента. Трактовать такое состояние следует как СКН I стадии.

Для гнойного перитонита с АС должно быть характерно присутствие СКН II–III стадий (развёрнутого или клинически значимого СКН), а также необходимо возникновение органной недостаточности одного органа/системы, соответствующее по шкале SOFA 1–3 баллам. Критериям абдоминального ТС соответствует ситуация, когда констатировано наличие СПОН, оценённого по шкале SOFA в  $\geq 4$  баллам.

На практике констатация проявлений СКН разной степени не всегда однозначна. Однако, в большинстве случаев нарушения моторной, эвакуаторной (СКН I стадии), секреторной, резорбтивной функций кишечника (СКН II стадии), вполне адекватно могут быть диагностированы по дооперационным клиническим, лучевым визуализационным критериям и результатам интраоперационной ревизии. Во время лапаротомии выявляются: отсутствие перистальтических движений, дилатация кишки, инфильтрация и утолщение её стенки, секвестрация жидкости в её просвете.

При СКН III стадии, когда нарушается барьерная функция кишечника при макроскопическом сохранении его целостности, согласно интраоперационным данным, в брюшной полости появляется значительное количество мутного экссудата, инфильтрация мезоколической и ретроперитонеальной клетчатки. При назоинтестинальной интубации либо наружном стомировании констатируется реализация СКН-III по диарейному типу, с обильными (более 3–7 литров) потерями тонкокишечного содержимого типичного состава. Главным признаком СКН-III является СПОН, который усугубляется несмотря на адекватную санацию полости брюшины (рис. 2).

Таким образом, основами современного подхода к лечению пациентов с распространенным гнойным перитонитом, осложненным абдоминальным сепсисом, являются четкая дифференцировка локального и генерализованного пути развития внутрибрюшного воспаления. Основопологающим принципом дефиниции этих форм является констатация полиорганной дисфункции по интегральным шкалам и верификации развернутого, клинически выраженного синдрома кишечной недостаточности.

Для повышения эффективности лечения этой категории пациентов необходимы всеобъемлющие и комплексные усилия всего хирургического сообщества по получению современных многоцентровых научных данных по всему спектру детализации основного заболевания и осложненной распространенной внутрибрюшной инфекции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдоминальная хирургическая инфекция. Российские национальные рекомендации / Под ред. Б. П. Гельфанда, А. И. Кириенко, Н. Н. Хачатрян. — М.: МИА, 2018. — 164 с.
2. Sartelli M., Chichom-Mefire A., Labricciosa F. M. et al. The management of intra-abdominal infections from a global perspective: 2017 WSES guidelines for management of intra-abdominal infections // World J. Emerg. Surg. — 2017. — Vol.12. — P. 29. — Режим доступа: <https://doi.org/10.1186/s13017-017-0141-6>.
3. Маскин С.С., Гольбрайх В. А., Дербенцева Т. В. и др. Программные и экстренные релапаротомии в лечении распространенного перитонита // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. — 2012. — № 4. — С. 105–107.
4. Сажин В.П., Маскин С. С., Карсанов А. М. Структурированный взгляд на проблему безопасности пациентов в хирургии // Хирургия. — 2016. — № 11. — С. 59–63.
5. Маскин С.С., Карсанов А. М., Дербенцева Т. В. и др. Дифференцированный выбор тактических решений при генерализованной внутрибрюшной инфекции // Московский хирургический журнал. — 2015. — № 1. — С. 36–40.
6. Абдоминальная хирургическая инфекция (классификация, диагностика, антимикробная терапия): Российские национальные рекомендации / Под ред. Савельева В. С., Гельфанда Б. Р. — М.: Борнес, 2011. — 98 с.
7. Кубышкин В. А. Безопасная хирургия и клинические рекомендации // Хирургия. — 2014. — № 5. — С. 4–6.
8. Карсанов А.М., Маскин С. С., Климович И. Н. и др. Варианты тактических решений при осложненной интраабдоминальной инфекции // Московский хирургический журнал. — 2014. — № 2. — С. 67–72.
9. Бокарев М.И., Мамыкин А. И., Варданян А. В. и др. Сравнительная оценка различных способов лечения абдоминальной инфекции, осложнённой распространённым перитонитом // Хирург. — 2013. — № 8. — С. 28–35.
10. Donnelly J. P., Hohmann S. F., Wang H. E. Unplanned Readmissions After Hospitalization for Severe Sepsis at Academic Medical Center-Affiliated Hospitals // Crit. Care Med. — 2015. — № 9. — P. 1916–1927.
11. Сепсис: классификация, клинко-диагностическая концепция и лечение. Практическое руководство / Под ред. Б. П. Гельфанда // М.: МИА, 2017; 406 с.
12. Prescott H. C. Toward a Nuanced Understanding of the Role of Infection in Readmissions After Sepsis // Crit Care Med. — 2016. — № 3. — P. 634–635.
13. Bone R.C., Sibbald W. J., Sprung C. L. The ACCP-SCCM consensus conference on sepsis and organ failure // Chest. — 1992. — № 6. — P. 1481–1483.
14. Levy M.M., Fink M. P., Marshall J. C. et al. International Sepsis Definitions Conference. 2001 SCCM/ESICM/ACCP/ATS/SIS International Sepsis Definitions Conference // Intensive Care Med. — 2003. — № 4. — P. 530–538.
15. Dellinger R. P., Levy M. M., Rhodes A. et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2012 // Crit. Care Med. — 2013. — № 2. — P. 580–637.
16. Shankar-Hari M., Deutschman C. S., Singer M. Do we need a new definition of sepsis? // Intensive Care Med. — 2015. — № 5. — P. 909–911.
17. Gsge C., Schwab R., Willms A. Therapy concepts for diffuse peritonitis: When laparoscopic lavage and when open abdomen? // Chirurg. — 2016. — № 1. — P.34–39.
18. Ларичев А. Б. Снова о сепсисе: философия диалектического единства дефиниции и клинической практики // Хирургия. — 2015. — № 10. — С. 84–87.
19. Попова Т.С., Тамашивили Т. Ш., Шестопалова А. Е. Синдром кишечной недостаточности в хирургии. М.: Медицина, 1991. — 240 с.
20. Гольбрайх В.А., Маскин С. С., Матюхин В. В. и др. Патогенез синдрома эндогенной интоксикации при острой кишечной непроходимости // Астраханский медицинский журнал. — 2013. — № 3. — С. 8–12.

© Карсанов Алан Мухарбекович ( karsan@inbox.ru ), Кульчиев Ахсарбек Агубеевич ( kulchiev.ahsarbek@yandex.ru ),  
 Берсенева Евгения Александровна ( eaberseneva@gmail.com ), Перисаева Элина Акимовна ( perisaeva.elinka@yandex.ru ),  
 Морозов Алексей Анатольевич ( docentmorozov@yandex.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



## ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ БЕЗБОЛЕВОГО ИНФАРКТА МИОКАРДА (КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ)

**Мишкин Илья Александрович**

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»,  
 медицинский институт  
 ilya.mischckin@yandex.ru

### FEATURES OF THE DIAGNOSIS OF PAINLESS MYOCARDIAL INFARCTION (CLINICAL CASE)

**I. Mishkin**

*Summary.* Despite the active introduction of programs for the prevention of risk factors for cardiovascular disease (CVD), this pathology still remains in first place in mortality in the world. In this connection, timely diagnosis of CVD symptoms is a priority. The most common disease in this group is myocardial infarction (MI). Approximately 0.14% of the world's population, or more than 9 million people, die each year. The presence of typical complaints characteristic of an acute attack of myocardial ischemia, in most cases, easily make it possible to make the correct diagnosis. However, not always typical clinical manifestations of IM comes to the fore. According to statistics, from 5 to 50% of clinical cases of MI occurs in pain-free form. These atypical manifestations are a great danger for both cardiologists and general practitioners. Untimely diagnosis and treatment can lead to serious complications up to death. In this connection, it would be relevant to consider the main diagnostic signs of a painless myocardial infarction on a cynical example.

*Keywords:* diagnosis of pain-free form of myocardial infarction, painless myocardial ischemia, atypical forms of myocardial infarction.

*Аннотация.* Несмотря на активное внедрение программ профилактики факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), данная патология по-прежнему остается на первом месте по смертности населения в мире. В связи с чем, своевременная диагностика симптомов ССЗ является приоритетной. Наиболее часто встречающееся заболевание из этой группы — это инфаркт миокарда (ИМ). Приблизительно 0,14% населения мира, или более 9 млн. человек, ежегодно умирают от ИМ. Наличие типичных жалоб, свойственных для острого приступа ишемии миокарда, в большинстве случаев без труда дают возможность поставить верный диагноз. Однако не всегда типичные клинические проявления ИМ выступают на первый план. По данным статистики, от 5 до 50% клинических случаев ИМ могут протекать в безболевогой форме. Данные атипичные проявления представляют большую опасность как для кардиологов, так и для врачей общей практики. Несвоевременно поставленный диагноз и начатое лечение могут привести к серьезным осложнениям вплоть до летального исхода. В связи с чем актуальным бы было рассмотреть основные диагностические признаки безболевого инфаркта миокарда на киническом примере.

*Ключевые слова:* диагностика безболевогой формы инфаркт миокарда, безболевогой ишемия миокарда, атипичные формы инфаркта миокарда.

**Н**есмотря на многолетнюю борьбу с факторами риска (ФР), приводящими к развитию сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), смертность от данной патологии по-прежнему остается на первом месте в мире. По последним данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) на 2015 год в странах со средним и высоким уровнем дохода граждан смертность от ишемической болезни сердца (ИБС) стоит на первом месте, что составляет 140 смертельных слу-

чаев на 100 тыс. человек, при этом данный показатель вырос на 27% с 2000 года [17].

Несомненно, приоритетным остается осуществление программ многофакторной профилактики по снижению среди населения распространенности таких типичных ФР, как высокое артериальное давление (АД), курения, гиперлипидемия, высокий уровень глюкозы крови и тд. Однако, как показывает практика, данные мероприятия

приносят далеко не 100% результат [7]. Следовательно, вторым ключевым звеном становится своевременная диагностика возникшей патологии.

При наличии у пациента типичных симптомов ишемии миокарда, необходимо провести строгую дифференциальную диагностику между стабильной и нестабильной формами стенокардии, поскольку последняя может перерасти в *инфаркт миокарда* (ИМ) [5]. Однако возможны случаи развития безболевого формы ишемии, диагностические критерии которой отличаются от типичных правил выявления данной патологии, что значительно затрудняет своевременную постановку диагноза [3,9].

Первое упоминание о существовании *безболевого инфаркта миокарда* (БИМ) датируется 1957 годом, когда *P. Wood* [19] сообщил, что у 100 обследуемых им больных, изменения на ЭКГ не сопровождались болевым синдромом. Более подробное описание БИМ дал *P. H. Cohn* [6]. Согласно его определению, БИМ — это нарушение перфузии, метаболизма, функциональной или электрической активности миокарда, которое не сопровождается признаками стенокардии. Он выделил 3 типа БИМ. *I* — у лиц, с доказанными гемодинамическими нарушениями перфузии миокарда, не имеющих в анамнезе приступов стенокардии, ИМ, нарушения ритма, застойной сердечной недостаточности. *II* — у лиц, имеющих в анамнезе ИМ, но с отсутствием болевого синдрома. *III* — встречается у лиц с типичными симптомами стенокардии.

Тяжело дать объективную оценку распространённости БИМ, поскольку в связи с бессимптомным течением большинство случаев не подвергаются учету. Однако, средняя распространённость колеблется в пределах от 5 до 57%. Такой широкий диапазон объясняется неоднородностью исследуемых групп, использованием различных методов диагностики и различием применяемых диагностических критериев [6,9].

Основное звено патогенеза, как и при большинстве вариантов ИБС, обусловлено нарушением кровотока в коронарных сосудах, вызванного сужением просвета артерии в следствии её стеноза, облитерации или спазма. Для БИМ свойственно поражение ствола левой коронарной артерии или проксимального отдела правой коронарной артерии [10].

На данный момент существует несколько теорий, приводящих к отсутствию боли во время приступа ишемии. *D. Manzella* [18] в своей работе указывает на влияние сахарного диабета, в результате которого происходит атрофия афферентных нервных волокон, локализованных в миокарде. Иные авторы [1,14] связывают безболевою ишемию с токсическим влиянием лекарственных средств, действием вирусов, патогенным влиянием никотина и алкоголя. Однако наиболее частой причиной возникновения БИМ является перене-

сенный обширный ИМ. Некроз сердечной мышцы приводит к поражению симпатических нервных волокон, которые играют ключевую роль в передаче болевых импульсов [9].

Поскольку в ранней диагностике БИМ традиционные критерии не информативны, необходимо выделять людей, относящихся к группам риска. В исследовании [15] у 65% пациентов, госпитализированных с БИМ, в анамнезе присутствовала *хроническая сердечная недостаточность* (ХСН) со сниженной фракцией выброса ишемического генеза. Также БИМ чаще встречается у пациентов с желудочковыми нарушениями ритма, курящих и у пациентов с *сахарным диабетом* (СД) [9].

По данным ВОЗ данная патология «омолаживается» с каждым годом в связи с распространением ожирения среди детей и подростков. Это несомненно приводит к пересмотру представлений о группах риска возникновения как ИМ, так и БИМ в частности. [17].

Наиболее распространённым и доступным методом функциональной диагностики является ЭКГ исследование. В острой стадии развития крупноочаговой ишемии миокарда будет наблюдаться элевация сегмента *S-T* [8]. Однако более информативным методом диагностики является *холтеровское мониторирование* (ХМТ), которое позволяет установить точное время начала ишемии. Чувствительность и специфичность данного метода составляет до 60% и 90% соответственно. При малой информативности данных, полученных в покое, ХМТ может проводиться при нагрузочных тестах, таких как велоэргометрия и тридмил-тест [11].

Однако «золотым» методом диагностики БИМ является *коронарная ангиография* (КАГ). Данный метод позволяет выделить точную локализацию стеноза коронарных артерий и его степень, что позволяет выбрать объем и тактику проводимых лечебных мероприятий. При проведении КАГ, врач вводит рентгенконтрастное вещество в кровеносное русло пациента. Точкой доступа выступают сосуды руки или бедренная артерия. Вводимое вещество быстро распределяется по кровотоку, достигая сосудов сердца, тем самым предоставляя четкую рентгенологию картину состояния коронарных артерий. Процедура, как правило, проводится под местной анестезией. Число осложнений не превышает 1% [2].

Также наиболее распространённым методом функциональной диагностики является *эхокардиография* (ЭхоКГ). Даная процедура проводится в амбулаторных условиях и позволяет визуализировать объем полостей, морфологическое и функциональное состояние миокарда и клапанного аппарата. Наиболее частыми признаками БИМ на ЭхоКГ выступают дилатация полости *левого желудочка* (ЛЖ), нарушение систолической и диастолической функции ЛЖ, митральная недостаточность.

Методами выбора являются *перфузионная сцинтиграфия* (ПСГ), *внутрисосудистое ультразвуковое исследование* (ВСУЗИ) и *чреспищеводная электростимуляция* (ЧПЭС). ПСГ позволяет определить не только зону нарушения кровотока, но также степень повреждения кардиомиоцитов, благодаря накоплению введенных радиофармацевтических препаратов. Чувствительность и специфичность данного метода превышают 90%.

Благодаря ВСУЗИ, в отличие от КАГ, мы можем получить не только изображение просвета артерии, но и оценить ультразвуковую структуру ее стенки в различных участках. Это даёт возможность провести детальный качественный анализ атеросклеротической бляшки [15].

ЧПЭС может выступать как превентивное исследование у пациентов, входящих в группу риска. Суть метода заключается в стимуляции миокарда биполярным электродом, помещенным в кардиальный отдел пищевода, и одновременной ЭКГ регистрацией. Благодаря ЧПЭС исследуется реакция миокарда на нагрузку, основанная на принципе увеличения потребностей миокарда в кислороде при увеличении ЧСС в процессе электростимуляции [4].

При лабораторных исследованиях важно обращать внимание на липидный спектр крови. При обнаружении ЛПНП выше 3 ммоль/л, ТГ выше 1,7 ммоль/л и *общего холестерина* (ОХ) выше 5 ммоль/л, данного пациента следует отнести к группе повышенного риска. Стабильное содержание глюкозы плазмы крови выше 7 ммоль/л также свидетельствует о наличии у пациента СД [12].

Основными маркерами острой стадии БИМ являются: подъем КФК в крови выше 4 МЕ/л через 3–5 часов после начала приступа ишемии, тропонинов  $T$  и  $I$  выше 0,10 мкг/л, фракции миоглобина выше 60 мкг/л [13].

В связи с актуальностью диагностики данного типа ИМ, рассмотрим клинический случай данного заболевания. Пациент Н. 66 лет, обратился в поликлинику к терапевту с жалобами на одышку, чувством нехватки воздуха, головокружение. Со слов пациента данная симптоматика появилась рано утром. При попытке встать с кровати, отметил ухудшение состояния. Пациенту была назначена ЭКГ, в результате на которой был обнаружен подъем сегмента  $S-T$  в  $aVR$  и  $V_1$  отведениях. Пациент был экстренно госпитализирован в отделение неотложной кардиологии ТОКБ для проведения коронарного стентирования.

Пациенту была произведена КАГ, в результате которой был обнаружен стеноз в огибающей ветви левой коронарной артерии. Из анамнеза жизни выяснено, что пациент является пенсионером, всю жизнь проработал преподавателем в школе. Особенности в условиях быта

обнаружено не было. Исходя из данных анамнеза болезни следует, что пациент с 2004 года страдает СД 2 типа, была назначена терапия Метформина, с последующей коррекцией через полтора года. В 2007 году был поставлен диагноз АГ 2 степени, 2 стадии, риск 4, назначена терапия ингибиторами АПФ. Пациент отмечает, что нерегулярно соблюдал назначенное лечение.

При объективном обследовании больного, состояние средней тяжести, положение пассивное, сознание ясное, телосложение гиперстеническое. Избыточное питание, *индекс массы тела* (ИМТ) — 31. Кожные покровы и видимые слизистые бледной окраски. Температура тела нормальная. Периферические лимфатические узлы не увеличены. Опорно-двигательный аппарат без видимых особенностей. Тонус мышц сохранен, движения в полной амплитуде, нарушение чувствительности не отмечается. Грудная клетка обычной формы, равномерно участвует в акте дыхания. Во время осмотра у пациента наблюдалась инспираторная одышка с частотой дыхания 22 в минуту. При аускультации легких выслушивалось ослабленное везикулярное дыхание. Границы сердечной тупости не изменены, тоны сердца ритмичные, ЧСС 88 ударов в минуту. АД при поступлении 159/90 мм. рт. ст. При пальпации живот мягкий, безболезненный.

Показатели общего анализа крови находились в пределах нормы. При биохимическом исследовании крови: глюкоза — 10,3 ммоль/л; ЛПНП — 5,6 ммоль/л; ТГ — 3,7 ммоль/л; общий холестерин — 8,5 ммоль/л, АЛТ — 21,1 Ед/л; АСТ — 29 Ед/л. Качественный лабораторный анализ на наличие в крови острофазных биохимических маркеров некроза миокарда дал положительный результат на миоглобин.

Таким образом жалобы на одышку и наличие СД и АГ в анамнезе позволили врачу предположить наличие кардиоваскулярной патологии, в результате чего было произведено ЭКГ исследование, которое подтвердило острую стадию инфаркта миокарда. Пациенту было произведено стентирование сосудов сердца. Процедура перенесена без осложнений. Назначены антиагреганты и статины с дальнейшим наблюдением за динамикой общего состояния.

БИМ, несомненно, является самым опасным видом инфаркта. Отсутствие типичных жалоб, возникающих во время ишемии, может привести к несвоевременной диагностики и отсрочить лечение. В связи с чем необходимо учитывать не только клинические проявления, но и данные анамнеза с выявлением степени риска у конкретного пациента. Также обязательным является проведение ЭКГ исследования, для подтверждения диагноза. В комплексе данные мероприятия помогут сохранить множество жизней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдрахманова А. И. Безболевая ишемия миокарда (обзор литературы) / А. И. Абдрахманова, Н. Б. Амиров, Г. Б. Сайфуллина // Вестник современной клинической медицины. 2015. Т. 8, № 6. С. 103–115.
2. Бояринцев В. В., Закарян Н. В., Ардашев В. Н., Пасько В. Г., Кубенский Г. Е., Ланцева Д. К., Тихонравов А. В., Давтян А. Г., Донецкая О. П. Первичное чрескожное коронарное вмешательство при инфаркте миокарда: успешность и теневые моменты // Лечение и профилактика. 2016. № 3 (19). С. 10–16.
3. Ватутин Н. Т., Тарадин Г. Г., Столика О. И., Костогрыз В. Б., Глинская Н. А., Дмитриев А. В. Об атипичной локализации боли при ишемии миокарда // Вестник интенсивной терапии. 2016. № 3. С. 70–75.
4. Вёрткин А. Л., Грицанчук А. М., Юдина Д. Ю. Электрокардиостимуляция: показания, режимы, предостережения // Заместитель главного врача. 2015. № 3 (106). С. 90–101.
5. Внутренние болезни: учебник: в 2 т. / Под ред. В. С. Моисеева, А. И. Мартынова, Н. А. Мухина. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: ГОЭТАР-Медиа, 2012. Т. 1. 960 с.
6. Горюва Н. Н. Распространенность безболевого ишемии миокарда среди стационарных больных кардиологического отделения военно-морского клинического госпиталя // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2016. № 1 (64). С. 41–46.
7. Гундаров И. А. Профилактическая медицина на рубеже веков. От факторов риска — к резервам здоровья и социальной профилактики. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. 256 с.
8. Карпов Ю. А., Кухарчук В. В., Лякишев А. А., Лупанов В. П., Панченко Е. П., Комаров А. Л., Ширяев А. А., Самко А. Н., Соболева Г. Н., Сорокин Е. В. Диагностика и лечение хронической ишемической болезни сердца // Кардиологический вестник. 2015. Т. 10. № 3. С. 3–33.
9. Козлов К. Л., Хубулава Г. Г., Шишкевич А. Н., Абдуллаев З. М., Михайлов С. С., Воликов О. О., Бобровская Л. А., Бобровская Е. Е. Безболевая форма ишемии миокарда: патогенез, механизмы развития, диагностика и лечение (научный обзор) // Профилактическая и клиническая медицина. 2018. № 4(69). С. 78–84.
10. Маянская С. Д. Особенности поражения коронарного русла у пациентов с безболевого ишемией миокарда / С. Д. Маянская, Д. Р. Тавкаева // Вестник современной клинической медицины. 2013. Т. 6. № 4. С. 74–79.
11. Олейников В. Э., Лукьянова М. В., Душина Е. В. Предикторы внезапной сердечной смерти у больных, перенесших инфаркт миокарда, определяемые при холтеровском мониторировании, ЭКГ // Российский кардиологический журнал. 2015. Т. 20. № 3. С. 108–116.
12. Петрухин А. В. Методы диагностики инфаркта миокарда в современной медицине // Синергия Наук. 2018. № 22. С. 1182–1193.
13. Тумаренко А. В., Скворцов В. В. Тропонины в диагностике инфаркта миокарда // Медицинский алфавит. 2013. Т. 1. № 3. С. 12–14.
14. Arnim T. Silent ischemia: current concepts and management / T. Arnim, A. Maseri. D.: Steinkopff Verlag. 2012. 140 p.
15. Arques S., Ambrosi P., Gelisse R., et al. Prevalence of angiographic coronary artery disease in patients hospitalized for acute diastolic heart failure without clinical and electrocardiographic evidence of myocardial ischemia on admission // Am J Cardiol. 2004. № 94. P. 133–5. 8.
16. Cohn P. Asymptomatic coronary artery disease / P. Cohn // Mod. Concepts. Cardiovasc. Dis. 1981. № 50. P. 55–60.
17. GBD2017 Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 // Lancet. 2018. № 392(10159). P. 1736–1788.
18. Manzella D. Cardiac autonomic activity and Type II diabetes mellitus / D. Manzella, G. Paolisso // Clinical Science. 2005. № 108 (2). P. 93–99.
19. Wood P. The Eisenmenger syndrome or pulmonary hypertension with reversed central shunt // I. Br Med J. 1958. № 2 (5098). P. 701–709.

© Мишкин Илья Александрович (ilya.mischkin@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЕСШИХ ХИРУРГИЧЕСКУЮ КОРРЕКЦИЮ СТЕНОЗА АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА

## FUNCTIONAL STATE OF PATIENTS MOVED BY SURGICAL CORRECTION OF AORTAL VALVE STENOSIS

**A. Molchanov  
V. Romashkin  
I. Urvantseva**

*Summary.* The purpose of the study is a comparative analysis of the functional state of patients after surgical correction of aortic stenosis, who underwent transcatheter aortic valve replacement, with the results of patients who underwent aortic valve replacement using seamless biological prostheses under artificial blood circulation.

*Keywords:* aortic valve stenosis, transcatheter aortic valve replacement, functional state.

**Молчанов Андрей Николаевич**

К.м.н., доцент, Сердечно-сосудистый хирург,  
Бюджетное учреждение Ханты-Мансийского  
автономного округа — Югры «Окружной  
кардиологический диспансер «Центр диагностики  
и сердечно-сосудистой хирургии»  
amolchanov432@gmail.com

**Ромашкин Валерий Викторович**

Сердечно-сосудистый хирург, Заместитель главного  
врача по медицинской части, Бюджетное учреждение  
Ханты-Мансийского автономного округа — Югры  
«Окружной кардиологический диспансер «Центр  
диагностики и сердечно-сосудистой хирургии»  
romashkin@cardioc.ru

**Урванцева Ирина Александровна**

К.м.н., доцент, Главный врач ОКД «ЦД и ССХ»,  
Бюджетное учреждение Ханты-Мансийского  
автономного округа — Югры «Окружной  
кардиологический диспансер «Центр диагностики  
и сердечно-сосудистой хирургии»  
urvantseva@cardioc.ru

*Аннотация.* Цель исследования — сравнительный анализ функционального состояния пациентов после хирургической коррекции стеноза аортального клапана, перенесших транскатетерное протезирование аортального клапана, с показателями пациентов, перенесших протезирование аортального клапана бесшовным биологическим протезам в условиях искусственного кровообращения.

*Ключевые слова:* стеноз аортального клапана, транскатетерное протезирование аортального клапана, функциональное состояние.

## Введение

**П**ациенты пожилого возраста отличаются полиморбидностью, что значительно изменяет общую картину заболевания, диагностики и подбора оптимального лечения. Таких пациентов следует выделять в особую группу, что поможет значительно улучшить диагностику и лечение, а также качество жизни больных [1, 2].

Как известно, в последнее время, значительно возросло число пожилых пациентов в общей популяции. В связи с данным фактом ожидается увеличение количества пациентов с сердечно-сосудистых патологий [3]. Кардиохирурги в своей профессиональной деятельности отмечают повышение доли пациентов пожилого возраста с клапанной патологией. При этом лечение и реабилитация данных пациентов имеют ряд особенно-

стей, связанные с особенностями, как основного заболевания, так и сопутствующих [4, 5]. Проведение протезирования клапана аорты у пожилых пациентов является довольно сложным и рискованным оперативным вмешательством. Кроме того, активно обсуждаются, выбор метода оперативного вмешательства, а также способов защиты миокарда [6]. Немаловажная роль в процессе лечения должна отводиться и послеоперационному качеству жизни пациента, т.к. именно данный показатель в большинстве случаев свидетельствует о положительном результате операции, а также позволяет оценить состояние здоровья пациента в динамике.

## Цель исследования

Сравнительный анализ функционального состояния пациентов после хирургической коррекции стеноза аортального клапана, перенесших транскатетерное

Таблица 1. Динамика выраженности степени сердечно-сосудистой недостаточности после протезирования аортального клапана

Период наблюдения	Функциональный класс по NYHA	Группа I				Группа II	
		Группа А		Группа В		Абс.	%
		Абс.	%	Абс.	%		
30 дней	I	0	0	0	0	0	0
	II	14	25,0*	20	27,8**	10	8,1
	III	34	60,7*	44	61,1*	98	79,7
	IV	5	8,9	6	8,3	8	6,5
6 месяцев	I	0	0	2	2,8	2	1,6
	II	35	62,5	57	79,2**	61	49,6
	III	18	32,1	10	13,9	16	13,0
	IV	0	0	0	0	2	1,6
1 год	I	19	33,9	28	38,9	24	19,5
	II	23	41,1*	36	50,0	78	63,4
	III	11	19,6	4	5,6	11	8,9
	IV	0	0	0	0	0	0
2 года	I	23	41,1*	31	43,1**	25	20,3
	II	23	41,1*	33	45,8*	76	61,8
	III	7	12,5	3	4,2	9	7,3
3 года	I	25	44,6	30	41,6	25	20,3
	II	23	41,1*	34	47,2*	76	61,8
	III	4	7,1	2	2,8	6	4,9
4 года	I	26	46,4**	35	48,6**	26	21,1
	II	23	41,1**	28	38,9**	75	60,9
	III	3	5,4	1	1,4	5	4,1
5 лет	I	28	50,0**	37	51,4**	26	21,1
	II	22	39,3*	26	36,1*	75	60,9
	III	2	3,6	0	0	3	2,3

Примечание: \* — наличие статистически значимых различий по сравнению с группой II:  
\* —  $p < 0,05$ , \*\* —  $p < 0,01$ . Критерий  $\chi^2$  и точный критерий Фишера.

протезирование аортального клапана, с показателями пациентов, перенесших протезирование аортального клапана бесшовным биологическим протезам в условиях искусственного кровообращения.

### Материалы и методы

Для достижения поставленной цели проведено комплексное обследование, лечение и динамическое наблюдение 251 пациента со стенозом аортального клапана, госпитализированных и пролеченных в Центре сердца и сосудов им. М.С. Савичевского Государственного бюджетного учреждения здравоохранения Свердловской области «Свердловская областная клиническая больница № 1» г. Екатеринбург, с 2012 по 2018 гг. в плановом порядке. Основной диагноз выставлялся в соответствии с российскими и американскими рекоменда-

циями на основании анамнеза, данных физикального обследования, лабораторных данных, результатов инструментальных методов диагностики.

В группу I вошло 128 пациентов, которым было выполнено транскатетерное протезирование аортального клапана. В свою очередь, данная группа была разделена на две подгруппы. В подгруппу А вошли 56 пациентов, которым вследствие тяжести основного заболевания, сопутствующей патологии и выраженности сердечно-сосудистой недостаточности было противопоказано протезирование аортального клапана стандартным открытым способом в условиях искусственного кровообращения (EuroSCORE II более 20% и STS SCORE более 10%). В подгруппу В вошли 72 пациента с риском исхода оперативного вмешательства на сердце с EuroSCORE II менее 20% и STS SCORE менее 10%. Всем пациентам было

Таблица 2. Основные показатели 6-ти минутного теста ходьбы после протезирования аортального клапана

Период после операции	Расстояние, пройденное за 6 минут, м	Группа I				Группа II (n=123)	
		Подгруппа А		Подгруппа В		Абс.	%
		Абс.	%	Абс.	%		
30 дней	>551	0	0	0	0	0	0
	426–550	0	0	0	0	0	0
	301–425	8	14,3**	13	18,1***	2	1,6
	151–300	25	44,6^	49	68,1	69	57,7
	<150	10	17,9	4	5,6*	27	21,9
	Досрочное прекращение теста	8	14,3	4	5,6	18	14,6
6 месяцев	>551	0	0	0	0	0	0
	426–550	0	0	4	5,6	0	0
	301–425	36	64,3	53	73,6*	64	52,0
	151–300	11	19,6	10	13,9	35	28,5
	<150	0	0	0	0	2	1,6
	Досрочное прекращение теста	4	7,1	2	2,8	14	11,4
1 год	>551	0	0	0	0	0	0
	426–550	20	35,7	28	38,9**	20	16,4
	301–425	23	41,1	36	50,0	75	60,9
	151–300	8	14,3	4	5,6	9	7,3
	<150	0	0	0	0	2	1,6
	Досрочное прекращение теста	0	0	0	0	7	5,7
2 года	>551	0	0	0	0	0	0
	426–550	25	44,6*	31	43,1**	25	20,3
	301–425	20	35,7*	33	45,8*	76	61,8
	151–300	6	10,7	3	4,2	9	7,3
	<150	0	0	0	0	0	0
	Досрочное прекращение теста	0	0	0	0	7	5,7
3 года	>551	0	0	0	0	0	0
	426–550	27	48,2*	33	45,8**	25	20,3
	301–425	19	33,9*	31	43,1*	76	61,8
	151–300	4	7,1	2	2,8	6	4,9
	<150	0	0	0	0	0	0
	Досрочное прекращение теста	0	0	0	0	3	2,4
4 года	>551	0	0	0	0	0	0
	426–550	31	55,4**	38	52,8**	26	21,1
	301–425	16	28,6**	26	36,1**	75	60,9
	151–300	3	5,4	0	0	5	4,1
	<150	0	0	0	0	0	0
	Досрочное прекращение теста	0	0	0	0	1	0,8
5 лет	>551	0	0	0	0	0	0
	426–550	33	58,9**	42	58,3**	26	21,1
	301–425	15	26,8*	21	29,2**	75	60,9
	151–300	2	3,6	0	0	3	2,4
	<150	0	0	0	0	0	0
	Досрочное прекращение теста	0	0	0	0	1	0,8

Примечание: \* — наличие статистически значимых различий по сравнению с группой II: \* —  $p < 0,05$ , \*\* —  $p < 0,01$ , ^ — наличие статистически значимых различий между группами А и В: ^ —  $p < 0,05$ .

Критерий  $\chi^2$  и точный критерий Фишера

противопоказано протезирование аортального клапана открытым способом в условиях искусственного кровообращения.

Пациенты группы II (n=123) были сопоставимы с группой I по возрасту (старше 60 лет), тяжести основного заболевания (EuroSCORE II менее 10% и STS SCORE менее 5%). Всем пациентам было проведено протезирование аортального клапана бесшовным биологическим протезам в условиях искусственного кровообращения. Тактика ведения оперативного вмешательства, послеоперационного сопровождения у всех пациентов, включенных в исследование, соответствовала общепринятым стандартам, принятым в Российской Федерации. Помимо стандартных методов обследования, для оценки толерантности к физической нагрузке и объективизации функционального статуса пациентов применяли 6-ти минутный тест ходьбы

### Результаты и их обсуждение.

На этапе дооперационного обследования у всех 251 пациента (100%) регистрировалось выраженное ограничение физической активности вследствие развития сердечно-сосудистой недостаточности на фоне аортального стеноза. Большинство пациентов всех групп (98,6%) имели тяжелую сердечно-сосудистую недостаточность III–IV класса по NYHA. Протезирование аортального клапана позволило существенным образом улучшить состояние большинства пациентов, включенных в исследование. Позитивная динамика проявления сердечно-сосудистой недостаточности регистрировалась уже в первые дни после операции. Однако наиболее прогрессивная динамика отмечалась в группе пациентов с транскатетерным протезированием аортального клапана, имеющих более низкий уровень хирургического риска. Уже на госпитальном этапе у 76,8% пациентов группы В регистрировалось существенное улучшение показателей гемодинамики (табл. 1). В группе пациентов с высоким хирургическим риском также удалось достичь высокой эффективности лечения и улучшения функции сердечно-сосудистой системы, однако очевидный прогресс у большинства пациентов этой группы отмечался несколько позже, что, вероятно, могло быть связано с наличием серьезной коморбидной патологии. В группе пациентов с открытым протезированием аортального клапана восстановление функции сердца требовало более длительного периода времени. Возможной причиной данного явления может быть травматичность открытого вмешательства, а также влияние искусственного кровообращения.

Восстановление функции сердечно-сосудистой системы обуславливало повышение толерантности к физическим нагрузкам, что является важнейшим крите-

рием в оценке эффективности лечения аортального стеноза. На госпитальном этапе большинство пациентов подгрупп А и В отмечали значительное повышение физической активности, в отличие от пациентов с открытым протезированием аортального клапана, двигательная активность которых была минимальной вследствие наличия болевого синдрома. В более позднем периоде пациенты данной группы также демонстрировали значительное улучшение показателей гемодинамики и увеличение толерантности к физическим нагрузкам. В отдаленные сроки после операции все пациенты, включенные в исследование, самостоятельно обслуживали себя.

Уже на госпитальном этапе большинство пациентов подгрупп А и В были в состоянии выполнить тест 6-ти минутной ходьбы, в то время как пациенты с открытым протезированием аортального клапана испытывали трудности при выполнении данного теста, многие отказывались его проходить, ссылаясь на выраженный болевой синдром (табл. 2). В результате проведенного тестирования, мы установили, что протезирование аортального клапана транскатетерным методом способствует быстрому восстановлению физической активности. При этом наилучшие результаты были зарегистрированы в группе пациентов с низким риском по шкале EuroSCORE II.

Через один год после протезирования аортального клапана средняя дистанция ходьбы пациентов подгруппы В составила 435 м. В группе пациентов, имеющих высокий риск по шкале EuroSCORE II, также были получены удовлетворительные результаты 6-ти минутного теста — 405,5 м. У пациентов с открытым протезированием процесс восстановления протекал значительно медленнее.

Таким образом, протезирование аортального клапана способствовало улучшению состояния сердечно-сосудистой системы всех выживших пациентов. При этом в группе пациентов с транскатетерным протезированием в подгруппе В, динамика восстановления утраченной функции была более выраженной. Однако у пациентов высокого хирургического риска с транскатетерным протезированием аортального клапана в подгруппе А, также были получены высокие результаты лечения, но на улучшение функции сердечно-сосудистой системы и повышение толерантности к физической нагрузке требовался более продолжительный период времени, что может быть обусловлено наличием тяжелой сопутствующей не кардиальной патологии. Результаты проведенного исследования продемонстрировали значительное преимущество транскатетерного протезирования аортального клапана по сравнению с открытым хирургическим вмешательством, в том числе у пациентов, имеющих высокие риски по шкале EuroSCORE II.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Качество жизни пациентов старшего возраста после сочетанных операций протезирования аортального клапана и каротидной эндартерэктомии / И. Е. Олофинская [и др.] // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. — 2014. — № 4. — С. 39–44.
2. Долгих В. Т. Динамика функционального состояния миокарда у больных острым коронарным синдромом / В. Т. Долгих, А. В. Торопов, А. В. Ершов // Российский кардиологический журнал. — 2009. — Т. 14, № 3. — С. 10–14.
3. Вишневский А. Г. Демографические вызовы нового века / А. Г. Вишневский // Демографический ежегодник России. — 2010. — № 159. — С. 110–115.
4. Качество жизни больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями: современное состояние проблемы / Н. В. Погосова [и др.] // Кардиология. — 2010. — Т. 50, № 4. — С. 66–78.
5. Орлинская В. А. Оценка отдаленных результатов и качества жизни больных после хирургической коррекции аортальных пороков сердца с помощью аллографтов: автореф. дис. . . . канд. мед. наук / В. А. Орлинская. — Москва. — 2010. — 104 с.
6. Анализ качества жизни больных старше 80 лет с критическим аортальным стенозом после операции протезирования аортального клапана в условиях искусственного кровообращения / И. Е. Олофинская [и др.] // Клиническая физиология кровообращения. — 2015. — № 3. — С. 27–33.

© Молчанов Андрей Николаевич (amolchanov432@gmail.com),

Ромашкин Валерий Викторович (romashkin@cardioc.ru), Урванцева Ирина Александровна (urvantseva@cardioc.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Ханты-Мансийск

## ОСТЕОПОРОЗ, КАК МЕДИКО-СОЦИАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА. ИНФОРМАТИВНОСТЬ ОЦЕНКИ ГОРМОНАЛЬНОГО СПЕКТРА ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ОСТЕОПОРОЗА У ЖЕНЩИН

OSTEOPOROSIS,  
AS A MEDICO-SOCIAL PROBLEM.  
INFORMATIVE ASSESSMENT  
OF THE HORMONAL SPECTRUM  
FOR THE EARLY DIAGNOSIS  
OF OSTEOPOROSIS IN WOMEN

**A. Pateyuk**  
**M. Maximenya**  
**P. Tereshkov**  
**M. Zhilyaeva**  
**E. Kosyakova**

*Summary.* In the blood serum of women suffering from osteopenia and osteoporosis (during menopause), concentrations of free thyroxin (T4) were determined by ELISA, free triiodothyronine (T3), cortisol, parathyroid hormone (PTH), the precursor of calcitriol (25-OH vitamin D) and estrater eteromer (PTH); — by the method of chemiluminescent immunoassay. A decrease in estradiol and an increase in the amount of parathyroid hormone, as well as an increase in the metabolite of vitamin D (25 (OH) D), were found. In addition, estradiol / PTH values decrease in this category of persons. Using multivariate analysis, it was established that the most significant factors for the formation of osteopenia and osteoporosis in women are the quantities of parathyroid hormone, 25-OH vitamin D, estradiol, and the value of the indicator estradiol / PTH.

*Keywords:* Osteoporosis, medico-social problem, hormones, women.

**Патеев Андрей Владимирович**

*Д.м.н., профессор, Забайкальский государственный университет, Чита;*  
*pateykand@yandex.ru*

**Максименя Мария Владимировна**

*К.м.н., с.н.с., Читинская государственная медицинская академия, Чита;*

**Терешков Павел Петрович**

*К.м.н., Читинская государственная медицинская академия, Чита;*

**Жилева Марианна Сергеевна**

*К.псх.н., доцент, Забайкальский государственный университет, Чита;*

**Косякова Елена Сергеевна**

*Ординатор, Читинская государственная медицинская академия, Чита*

*Аннотация.* В сыворотке крови женщин, страдающих остеопенией и остеопорозом (в период менопаузы) были определены концентрации свободного тироксина (Т4) методом ИФА, свободного трийодтиронина (Т3), кортизола, паратиреоидного гормона (ПТГ), предшественника кальцитриола (25-ОН витамина D) и эстрадиола — методом хемилюминесцентного иммунного анализа. Было выявлено снижение уровня эстрадиола и повышение количества паратгормона, а также рост величин метаболита витамина D (25(ОН) D). Кроме того, у данной категории лиц снижаются значения показателя эстрадиол / ПТГ. С помощью многофакторного анализа установлено: наиболее значимыми факторами формирования остеопении и остеопороза у женщин являются величины паратиреоидного гормона, 25-ОН витамина D, эстрадиола и значение показателя эстрадиол / ПТГ.

*Ключевые слова:* Остеопороз, медико-социальная проблема, гормоны, женщины.

**О**стеопороз относится к системным заболеваниям, характеризуется прогрессирующим снижением минеральной плотности костной ткани и развитием низкоэнергетических переломов [3, 4]. Экстраполяция приведенных данных на всё население России позволяет предположить, что остеопорозом страдают 14 млн. человек (10% населения страны). Еще у 20 млн. жителей России регистрируется остеопения, которая, также может являться высоким фактором деструкции костной ткани. Таким образом, в целом, 34 млн. жителей

России составляет группу риска спонтанных переломов [14, 15].

На сегодняшний день остеопороз представляет собой медико-социальную проблему, связанную не столько с высокой его распространённостью, как среди женщин, так и мужчин, сколько с трагичностью последствий — тяжелые переломы, значительно снижающие качество жизни, наиболее часто происходящие в позвонках, в проксимальных отделах бедренной, плечевой

костей, а также в дистальном отделе предплечья [18, 19, 23]. При этом, согласно статистике, смертность в течение 1-го года после перелома бедренной кости достигает 45–52%, а 78% больных через 1 год и 65,5% через 2 года после перелома нуждаются в уходе [5, 7, 11, 20, 26, 29].

Кроме того, согласно прогнозам, в последующие годы численность больных остеопорозом будет расти вследствие «старения» нации (по данным Центра демографии и экологии человека РАН лица старше 60 лет в России составляют около 20%), за период 1981–2017 гг. количество людей пенсионного возраста увеличилось более чем на 55% и в ближайшие годы прирост будет продолжаться) [15].

В связи с этим ключевыми задачами практической медицины являются своевременная диагностика, патогенетически обоснованная профилактика и лечение остеопороза и его осложнений.

Для ранней диагностики и мониторинга течения данной патологии используются биохимические методы, которые позволяют характеризовать активность процессов формирования и резорбции костного матрикса.

Рост и созревание костной ткани происходят с рождения до пожилого возраста. Основными компонентами костного матрикса служат кальций и фосфор. Процессы метаболизма этих элементов в организме регулируются большим спектром гормонов [1]. К классическим регуляторам обмена кальция и фосфатов относятся кальцитриол (активная форма витамина D), паратгормон и кальцитонин [1, 16]. В костной ткани паратгормон вызывает её резорбцию, увеличивая дифференцировку и активность остеокластов. Эффект кальцитриола проявляется в активации остеобластами синтеза остеокальцина, щелочной фосфатазы, коллагена, а также в депонировании апатитов кальция [9, 10, 12, 22]. Кальцитонин угнетает процессы резорбции кальция и фосфатов, ингибирует активность остеокластов, уменьшает их количество. В механизмах активного роста костной ткани активное участие принимают половые гормоны [13]. У женщин пожилого возраста эстрогены тормозят резорбцию и в ряде работ показано, что они замедляют развитие постменопаузального остеопороза [24]. Снижение минеральной плотности костной ткани выявляют при первичной и вторичной аменорее, гиперпролактинемии, после овариэктомии у молодых женщин [13]. Половые стероиды сохраняют костную ткань, поддерживают баланс между остеокластами и остеобластами за счёт прямого и опосредованного воздействия на них [8]. Глюкокортикостероиды проявляют деструктивный эффект, усиливая секрецию паратгормона и снижения синтеза коллагена [17]. Влияние тиреоидных гормонов двойствененно: с одной стороны,  $T_3$  стимулирует остео-

генез путем прямого воздействия на остеобласты и хондроциты, а с другой — инициирует резорбцию, активируя остеокласты [6].

## Цель работы

Оценить уровень гормонов, участвующих в формировании костной ткани и её резорбции, у пациентов с различной стадией остеопороза и выявить наиболее значимые диагностические критерии развития заболевания с помощью многофакторного анализа.

## Материалы и методы

Было обследовано 75 русских женщин в период постменопаузы (48–60 лет), которые были разделены на 3 сопоставимые по паритету группы: 1 группа — 15 условно здоровых женщин (контроль), 2 группа — 30 пациенток с остеопенией и 3 группа — 30 человек с остеопорозом. Критериями исключения были тяжёлая соматическая патология (сердечная недостаточность выше II функционального класса, хроническая обструктивная болезнь лёгких, печеночная, почечная недостаточность), сахарный диабет и другие эндокринные заболевания. Факторы риска ОП определялись согласно «Российским клиническими рекомендациям по остеопорозу» 2012 года.

Минеральная плотность костной ткани поясничном отделе позвоночника и в шейке бедра устанавливалась по T-критерию рентгеновской денситометрии (T-критерию шейки бедра и T-критерию позвоночника).

В сыворотке крови определяли концентрацию свободного тироксина ( $T_4$ ) методом ИФА с помощью наборов реактивов фирмы «Алкор Био», свободного трийодтиронина ( $T_3$ ), кортизола, паратиреоидного гормона (ПТГ), предшественника кальцитриола (25-ОН витамина D) и эстрадиола — методом хемилюминесцентного иммунного анализа с использованием парамагнитных частиц (Access2).

Статистическую обработку результатов проводили с помощью пакета прикладных программ Statistica 6.0 for Windows. Количественные данные представляли в виде медианы с верхним и нижним квартилями (25-й и 75-й процентиля) — Me (25;75). При сравнении количественных показателей, использовали критерии Манна-Уитни. Различия считали значимыми при  $p < 0,05$ .

Для определения взаимосвязей между биохимическими параметрами и показателем минеральной плотности костных структур, а также для определения количества факторов, влияющих на изменение T-критерия рентгеновской денситометрии, был проведен многофакторный анализ. Модель включала переменные:

Таблица 1. Уровень гормонов в крови женщин с различной стадией остеопороза (Ме (25-й; 75-й))

Группы/ Параметры	Контроль (n=15)	Остеопения (n=30)	Остеопороз (n=30)
ПТГ (пг/мл)	35,72 26,66; 50,94	53,90 51,27; 68,28 p=0.002	38,19 35,89; 65,48 p <sub>J</sub> =0.043
25-ОН витамин D (нг/мл)	36,98 32,01; 48,16	76,58 46,18; 81,35 p=0.001	53,03 45,17; 60,85 p=0.036 p <sub>J</sub> =0.045
Эстрадиол (пг/мл)	65,47 62,44; 67,87	55,21 52,12; 58,28 p=0.002	59,38 54,56; 63,18 p=0.036
Кортизол (нмоль/л)	322,26 200,25; 470,53	243,95 176,15; 304,28	280,22 199,93; 353,19
Свободный трийодтиронин T <sub>3</sub> (пмоль/л)	5,45 4,95; 5,80	5,32 4,89; 5,90	5,38 4,73; 5,84
Свободный тироксин T <sub>4</sub> (пмоль/л)	16,45 14,01; 18,56	15,58 13,56; 18,01	15,74 14,03; 18,28

Примечание: n — число обследованных лиц;

p — уровень значимости различий по сравнению с контролем.

p<sub>J</sub> — уровень значимости различий по сравнению с остеопенией.

уровень свободного трийодтиронина, кортизола, паратиреоидного гормона, 25-ОН витамина D, эстрадиола и T-критерий рентгеновской денситометрии. Для корреляционного анализа рассчитывался непараметрический критерий ранговой корреляции Спирмана. Значение  $p < 0,05$  рассматривалось как статистически значимое. В работе использовались программные пакеты WinPepi (<http://www.brixtonhealth.com/pepi4windows.html>) и MicrOsiris (<http://www.microsiris.com/>).

## Результаты

**и обсуждение.** Результаты биохимического исследования показали, что у всех обследуемых женщин уровни гормонов в сыворотке крови находятся в пределах референсных значений. Однако в группе с остеопенией наблюдается наибольшее количество паратгормона: на 51,2% ( $p=0,002$ ) выше, чем в контроле (табл. 1). При этом и величины 25-ОН витамина D превышают контрольные цифры: во второй группе в 2 раза ( $p=0,001$ ), а в третьей — на 43,4% ( $p=0,036$ ); кроме того, при остеопении показатель данного параметра на 31,0% ( $p=0,045$ ) выше, чем при остеопорозе. Концентрация эстрадиола по сравнению с контролем в группе пациенток с остеопенией снижается на 15% ( $p=0,002$ ), а в группе с остеопорозом — на 8,4% ( $p=0,036$ ).

Значения остальных параметров не имеют статистически значимых отличий в группах обследуемых.

Для установления взаимосвязи патологии костно-суставной системы с гормональными изменениями были рассчитаны соотношения величин гормонов, участвующих в формировании и деминерализации костной ткани. Наиболее значимые различия выявлены в соотношении уровня эстрадиола и паратгормона (эстрадиол / ПТГ): в группе с остеопенией оно снижается на 46,1% ( $p=0,006$ ), а в группе с остеопорозом — на 21,3% ( $p=0,041$ ) относительно контроля, между второй и третьей группами также выявлены достоверные различия. Коэффициент отношения эстрадиола к ПТГ в группе контроля составляет 1,82 [3, 4, 7], в группе с остеопенией — 0,99 [0,93; 1,06], а с остеопорозом — 1,53 [1,01; 1,86].

Таким образом, наибольшие изменения гормонального фона регистрируются в группе женщин с остеопенией. Низкий уровень эстрогенов, вероятно, приводит к снижению содержания  $Ca^{2+}$  в костной ткани, что может усугубляться более высокой концентрацией ПТГ, последний, в свою очередь, способствует образованию активных форм витамина D, количество которого также значительно повышается в данной когорте пациентов.

Известно, паратиреодный гормон активирует экспрессию CYP27A1 — фермента 25-гидроксилазы в печени, гидроксилирующего витамин D в 25(OH)D [28].

Эстрогены играют значимую роль в регуляции системы «кальций-витамин D-паратгормон», увеличивая всасывание кальция в кишечнике и его реабсорбцию в почках, ускоряя превращение витамина D в кальцитриол, регулируя синтез, секрецию и гомеостаз паратгормона [24].

После прекращения роста скелета в течение нескольких лет в костях продолжает накапливаться кальций, что приводит к их укреплению и увеличению минеральной плотности костной ткани. В возрасте 35 лет начинается потеря костной массы, которая зависит от гормонального фона женщины. Этот процесс резко ускоряется в постменопаузу, когда уровень половых гормонов снижается, и повышается количество и активность остеокластов, стимулирующих резорбцию костной ткани [27, 30]. С увеличением возраста, особенно после 65–70 лет, важную роль в деструкции костных образований играет также вторичный гиперпаратиреоз, развивающийся в результате уменьшения уровня кальция в крови (низкий уровень его потребления и усвояемости, недостаток витамина D, дефицит половых гормонов) [21, 25].

Многофакторный анализ показал, что наиболее значимыми факторными взаимосвязями между изучаемыми биохимическими показателями сыворотки крови и T-критерием рентгеновской денситометрии характеризуются величины паратиреодного гормона, 25-OH витамина D, эстрадиола и значение соотношения эстрадиол / ПТГ.

## ВЫВОДЫ

1. У женщин в период постменопаузы в сыворотке крови снижается уровень эстрадиола и повышается концентрация паратгормона с одновременным ростом величин метаболита витамина D (25(OH)D).
2. В качестве ранних биохимических маркеров развития остеопороза целесообразно использовать не только количественные значения эстрадиола, паратгормона в крови, а также их соотношение: эстрадиол / ПТГ.
3. Наиболее значимыми факторами формирования остеопении и остеопороза у женщин являются величины паратиреодного гормона, 25-OH витамина D, эстрадиола и значение показателя эстрадиол / ПТГ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ахполова В.О., Брин В. Б. Обмен кальция и его гормональная регуляция. Журнал фундаментальной медицины и биологии. 2017; 2: 38–47 с.
2. Балынин И. В. Гендерные аспекты остеопороза и их связь с кальциевым балансом. Финансы и кредит. 2017; 23(16): 927–248 с.
3. Верткин А. Л., Наумов А. В., Шакирова С. Р., Заичен-ко Д. М. Остеопороз в практике врача. Современная ревматология. 2011; (2): 64–71 с.
4. Вербовой А. Ф., Пашенцева А. В., Шаронова Л. А. Остеопороз: современное состояние проблемы. Терапевтический архив. 2017; 89(5): 90–97 с.
5. Гладкова Е. Н., Ходырев В. Н., Лесняк О. М. Анализ состояния оказания медицинской помощи и исходов у больных с переломом проксимального отдела бедра (данные популяционного исследования). Остеопороз и остеопатии. 2011; 14(3): 7–10 с.
6. Деньга О. В., Колесник К. А. Роль тиреоидных гормонов в интегральной регуляции костного метаболизма в норме и при гипотериозе (обзор литературы). Таврический медико-биологический вестник. 2012; 15 (1): 332–337 с.
7. Добровольская О. В., Торопцова Н. В., Лесняк О. М. Экономические аспекты осложненного остеопороза: стоимость лечения в течение первого года после перелома. Современная ревматология. 2016; 10(3): 29–34 с.
8. Добровольская О. В., Торопцова Н. В. Постмено-паузальный остеопороз: качество жизни пациенток после переломов. Эффективная фармакотерапия. 2015; 46(2): 3–6 с.
9. Дыдыкина И. С. Остеопороз: серьезная медико-социальная проблема. Роль витамина D в патогенезе и лечении остеопороза. Русский медицинский журнал. 2008; 4: 186–190 с.
10. Епанов В. В., Епанова А. А., Бухаров А. В., Епанов Д. В., Левченко В. А., Атласова К. В. Факторы риска остеопороза как основного предиктора переломов. Якутский медицинский журнал. 2017; 60(4): 53–54 с.
11. Ершова О. Б., Белова К. Ю., Дегтярев А. А., Ганерт О. А., Романова М. А., Синицына О. С., Белов М. В., Абиссова И. Ю. Анализ летальности у пациентов с переломом проксимального отдела бедренной кости. Остеопороз и остеопатии. 2015; 18(3): 3–8 с.
12. Жиленко М. И., Гусакова Д. А., Тюзиков И. А. Распространенность дефицита/недостаточности витамина D в рутинной клинической практике. Вопросы диетологии. 2017; 7(1): 10–15 с.
13. Марченкова Л. А. Постменопаузальный остеопороз как медико-социальная и экономическая проблема XXI века. В сб.: Современные аспекты фармакотерапии эндокринных заболеваний. Сборник избранных научно-медицинских статей журнала «Фарматека». Под. ред. М. Б. Анциферова. М.: Бионика Медиа. 2016; 197–208 с.
14. Лесняк О. М. Аудит состояния проблемы остеопороза в Российской Федерации. Профилактическая медицина. 2011; 14(2): 7–10 с.
15. Лесняк О. М., Баранова И. А., Белова К. Ю., Гладкова Е. Н., Евстигнеева Л. П., Ершова О. Б. Остеопороз в российской федерации: эпидемиология, медико-социальные и экономические аспекты проблемы (обзор литературы). Травматология и ортопедия России. 2018; 24 (1): 155–167 с.

16. Оглоблин Н. А., Спиричев В. Б., Батулин А. К. О потреблении населением России кальция с пищей. Вопросы питания. 2005; (5): 14–17 с.
17. Прохоренко И. О., Сбруева Е. Г. Гормоны стресса и патология опорно-двигательной системы у лиц старших возрастных групп. Вестник новых медицинских технологий, 2012; 8: 36–41 с.
18. Пустозеров В. Г. Баженова Ю. В. Эпидемиология остеопоротических переломов позвонков у лиц пожилого и старческого возраста. Acta Biomedica Scientifica. 2012; 5–1(87): 79–83 с.
19. Раскина Т. А., Аверкиева Ю. В. Частота остеопоротических переломов бедра у лиц старшей возрастной группы г. Кемерово. Современная ревматология. 2013; (1): 50–55 с.
20. Раскина Т. А., Аверкиева Ю. В. Медико-социальные последствия и качество жизни у больных старшей возрастной группы у больных с переломами проксимального отдела бедра. Современная ревматология. 2014; (3): 51–55 с.
21. Санеева Г. А., Александрович Г. А., Буняева Е. М., Фурсова Н. А. Структура и распространенность основных факторов риска при остеопорозе. Успехи современного естествознания. 2015; (3): 82–86 с.
22. Сафонова Ю. А. Влияние уровня обеспеченности витамином D на состояние костно-мышечной ткани у людей старше 65 лет. Остеопороз и остеопатии. 2016; 19(2): 47–48 с.
23. Шмелева С. В. Менопауза и частота переломов. Паллиативная медицина и реабилитация. 2012; (1): 44–46 с.
24. Cannata-Andía J.B., Carrillo-López N., Naves-Díaz M. Estrogens and bone disease in chronic kidney disease: role of FGF23. Curr Opin Nephrol Hypertens. 2010; 19(4): 354–8. doi: 10.1097/MNH.0b013e328338f508.
25. Drew S., Judge A., Javaid M. K. et al. Secondary prevention of fractures after hip fractures: a qualitative study of effective service deliver. Osteoporosis Int. 2014; 25(2): 422 с.
26. Kanis J. A., Oden A., McCloskey E., Johansson H., Wahl D. A., Cooper C. et al. A systematic review of hip fracture incidence and probability of fracture worldwide. Osteoporosis Int. 2012; 23(9): 2239–2256. DOI: 10.1007/s00198–012–1964–3.
27. Karlamangla A. S., Burnett-Bowie S.M., Crandall C. J. Bone Health During the Menopause Transition and Beyond. Obstet Gynecol Clin North Am. 2018. 45(4): 695–708. doi: 10.1016/j.ogc.2018.07.012. Epub 2018 Oct 25.
28. Keane K. N., Cruzat V. F., Calton E. K., Hart P. H., Soares M. J., Newsholme P., Yovich J.L. Molecular actions of vitamin D in reproductive cell biology. Reproduction. 2017; 153(1): R29–R42. doi: 10.1530/REP-16–0386.
29. Lesnyak O., Ershova O., Belova K., Gladkova E., Sinitsina O., Ganert O., Romanova M., Khodirev V., Johansson H., McCloskey E., Kanis J. A. Epidemiology of fracture in the Russian Federation and the development of a FRAX model. Arch Osteoporos. 2012; 7(1–2): 67–73 с.
30. Zuo H., Sun A., Gao L., Xue W., Deng Y., Wang Y., Zhu S., Ma X., Xin H. Effect of Menopausal Hormone Therapy on Bone Mineral Density in Chinese Women: A 2-Year, Prospective, Open-Label, Randomized-Controlled Trial. Med Sci Monit. 2019; 28(25): 819–826. doi: 10.12659/MSM.912166.

---

© Патеюк Андрей Владимирович (pateykand@yandex.ru), Максименя Мария Владимировна, Терешков Павел Петрович,  
Жилыева Марианна Сергеевна, Косякова Елена Сергеевна.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

# ВЗАИМОСВЯЗЬ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА И БРУКСИЗМА

## THE RELATIONSHIP BETWEEN PARKINSON'S DISEASE AND BRUXISM

**Z. Khabadze**  
**M. Terekhov**  
**Y. Ellibaev**  
**G. Davreshyan**  
**D. Semenova**  
**A. Karnaeva**  
**A. Gevorkyan**  
**N. Fedotova**

*Summary.* This article aims to address the relationship between Parkinson's disease and bruxism. Although the etiology and pathogenesis of these diseases has not been fully studied, due to the alleged polytelogenicity of these conditions, in particular stress factors and dopamine metabolic disturbances, a high probability of their mutual development is possible. Through a review of the literature, an analysis of these pathologies was made and an assumption was made about the possible connection between these diseases.

*Keywords:* bruxism, Parkinson's disease, stress, dopamine, levodopa.

**Хабадзе Зураб Суликоевич**

К.м.н., доцент,  
 Российский университет дружбы народов  
 dr.zura@mail.ru

**Терехов Матвей Сергеевич**

Российский университет дружбы народов

**Еллыбаев Якуп Ашыревич**

Российский университет дружбы народов

**Даврешян Георгий Князович**

Российский университет дружбы народов

**Семенова Дарья Дмитриевна**

Российский университет дружбы народов

**Карнаева Амина Сабировна**

К.м.н., старший преподаватель, Российский университет дружбы народов

**Геворкян Алексей Альбертович**

К.м.н., доцент, Российский университет дружбы народов

**Федотова Наталья Николаевна**

К.м.н., ассистент, Российский университет дружбы народов

*Аннотация.* В данной статье ставится задача рассмотреть взаимосвязь между болезнью Паркинсона и бруксизмом. Хотя этиологии и патогенезы этих заболеваний до конца не изучены, за счёт предполагаемой полиэтилогичности этих состояний, в частности стрессовых факторов и нарушения обмена дофамина, возможна высокая вероятность их взаимного развития. Посредством обзора литературы был совершен анализ данных патологий и приведено предположение о возможной связи этих заболеваний.

*Ключевые слова:* бруксизм, болезнь Паркинсона, стресс, дофамин, леводопа.

### Актуальность

**В** последнее время болезнь Паркинсона поражает 2 человек из 1000, таким образом, высокая распространенность данного заболевания может приводить к увеличению риска развития бруксизма и других патологических состояний полости рта. [1] Исследование развития данных патологий может помочь в лечении и замене симптоматической терапии, на этиотропное и патогенетическое лечение.

### Введение

Болезнь Паркинсона вызвана прогрессирующей гибелью нейронов, вырабатывающих дофамин, прежде всего в черной субстанции головного мозга. Этиологи-

ческими факторами данного заболевания считаются: старение, воздействия факторов окружающей среды, генетическая предрасположенность. [2]

Бруксизмом называют дневную и ночную парасимпатическую жевательную активность, которая заключается в скрежетании и постукивании зубами, а также в их трении и стискивании. Этиологическими факторами данной патологии принято считать: психосоциальные, психопатологические факторы; существует возможность генетической предрасположенности к бруксизму за счёт мутаций в гене STXBP1 [3]; при употреблении алкоголя, наркотиков, некоторых лекарственных средств, табакокурении существует риск развития бруксизма. В развитии бруксизма имеет место нарушение обмена серотонина и дофамина. [4–7]



Схема 1. Генетическая предрасположенность как катализатор в образовании патологических процессов

**Цель:** Рассмотреть взаимосвязь болезни Паркинсона и бруксизма [8], путём анализа этих патологий, используя библиографические источники.

#### Основная часть

#### Методы

В исследовании были использованы статьи с базы данных PubMed по запросу: «Parkinson's disease and bruxism». Было найдено 25 статей, 18 из которых были релевантными, 8 из них являются обзорами.

#### Результаты

В результате анализа литературы можно утверждать, что для бруксизма и болезни Паркинсона схожа полиэтиологичность факторов, являющимися своего рода факторами стресса. [9]

Существует большое количество определений стресса. Определение Селье:

«Стресс — это неспецифическая реакция организма на любое требование» — это определение является наиболее общим. [10]

Биологическое определение стресса — это любой стимул, который будет активировать гипоталамо-гипофизарно-адреналовую систему, тем самым вызывая выброс адренокортикотропина гипофиза (АКТГ) и глю-

кокортикоидов надпочечников, и симпатико-адренормедуллярную систему с последующим выделением адреналина и норадреналина. [11]

Стресс — это глубоко персонализированное явление, которое варьируется между людьми в зависимости от индивидуальной уязвимости и устойчивости, а также между различными типами задач. [11]

Факторы внешней среды и психоэмоциональные факторы являются факторами стресса, влияющими на развитие бруксизма и болезни Паркинсона. Генетическая предрасположенность может усиливать воздействие данных факторов, тем самым являясь катализатором в образовании патологических процессов, как представлено в схеме 1.

В развитии данных патологий выделяется большая роль нарушению обмена дофамина. В свою очередь нарушение обмена дофамина приводит к нарушениям адренергической системы. [12] Дофамин под действием фермента дофамин-бета-гидроксилазы переходит в норадреналин в адренергических нейронах, который в свою очередь в мозговом веществе надпочечников может преобразоваться в адреналин под действием фенилэтаноламин-N-метилтрансферазы, как представлено в схеме 2. Адреналин при влиянии на альфа и бета-адренорецепторы, в частности на бета-2-адренорецепторы улучшает трофику мышечной ткани, что приводит к её гиперфункции, особенно в случае стресса. [13, 14] При переизбытке адреналина происходит уси-



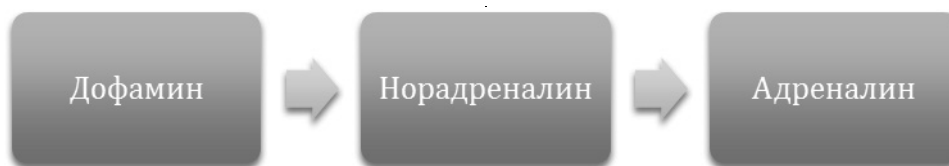


Схема 2. Роль нарушения обмена дофамина



Схема 3. Стадии адаптационного синдрома.

ленный белковый катаболизм, что приводит к уменьшению мышечной массы и её силы. [15–17]

В черной субстанции головного мозга происходит гибель нейронов вырабатывающих дофамин, тем самым при снижении уровня дофамина снижается активность адренергической системы, которая отвечает за сокращение скелетной мускулатуры и в случае недостатка дофамина происходит акинезия и мышечная ригидность.

При увеличении уровня дофамина увеличивается активность адренергической системы, тем самым возникает гиперкинезия, в частности бруксизм. Во время приема препаратов: леводопа, карбидопа, при лечении болезни Паркинсона может развиваться бруксизм, за счет увеличения в организме дофамина. [18]

Можно предположить, что во время воздействия стрессовых факторов происходит развитие адаптационного синдрома состоящего из 3 стадий, представленных в схеме 3. [19]

**Диагностика** двигательных расстройств, в частности бруксизма проводится такими методами исследования, как: клиническое обследование, оптоэлектронная пантография, электромиография, полисомнография. Данные методы могут использоваться сами по себе, но для более точной диагностики следует использовать все перечисленные методы, но стоит помнить о возможности

гипердиагностики, которая может вызвать ошибочное представление о патологии. Также могут использоваться и другие дополнительные методы исследования при сопутствующих данным патологиям состояниям: КТ, МРТ, аксиография, электроэнцефалография и др. Алгоритм ведения данных пациентов изображен на схеме 4.

Клиническое обследование при бруксизме подразделяется на экстраоральное и интраоральное обследования. При экстраоральном обследовании важное место отводится гипертрофии жевательных мышц, а именно видимая гипертрофия собственно жевательных мышц. При интраоральном обследовании особое внимание следует уделять гиперкератозам слизистой оболочки полости рта, а также вредным воздействиям бруксизма на зубо-альвеолярные структуры (патологическая стираемость зубов и разрушение зубных элементов, реставраций и имплантов). Гиперкератоз слизистой оболочки полости рта возникает, предположительно в результате сильного давления зубов, особенно во время стискивания, отмечаются отпечатки зубов на слизистых. [20]

Оптоэлектронная пантография используется для диагностики височно-нижнечелюстных расстройств (ВНЧР) при бруксизме, оценивая анамнестические, клинические и кондиографические данные. [21]

Электромиография (ЭМГ) — это электродиагностический метод, используемый в медицине для оценки

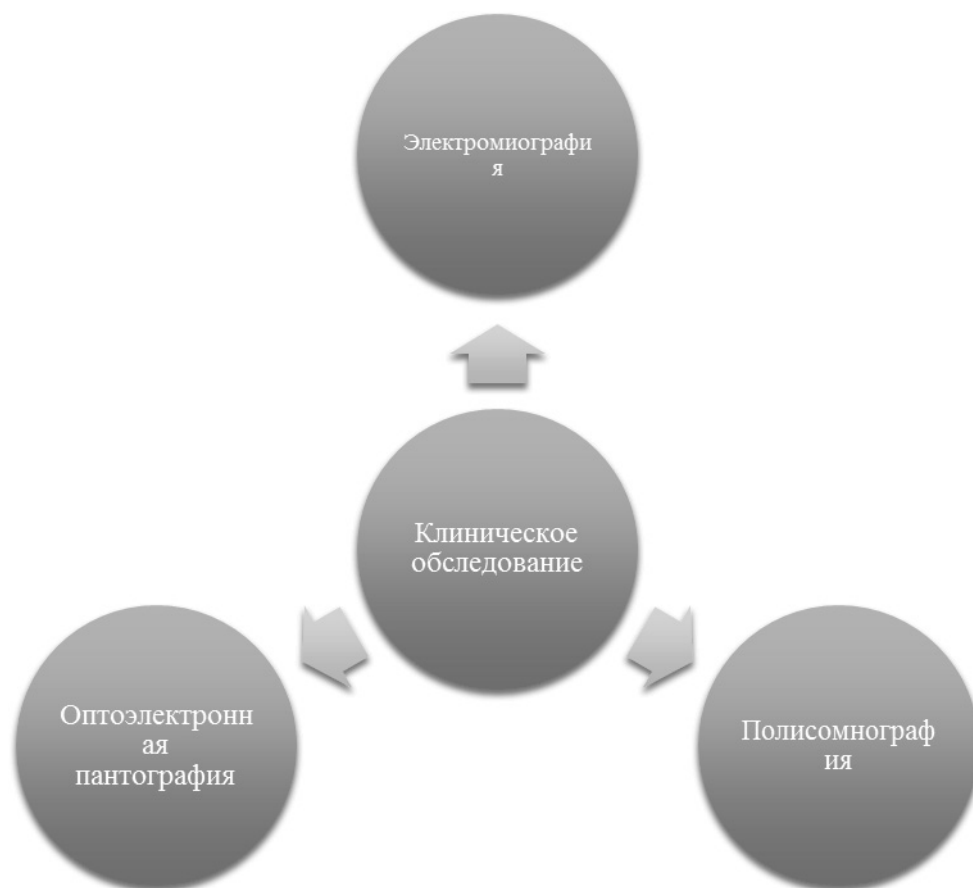


Схема 4. Методы диагностики бруксизма

и регистрации электрической активности, производимой скелетными мышцами. [22] ЭМГ выполняется с помощью прибора, называемого электромиографом, для создания записи, называемой электромиограммой. Электромиограф обнаруживает электрический потенциал, генерируемый мышечными клетками [23], когда эти клетки электрически или неврологически активны. ЭМГ-тестирование имеет множество клинических и биомедицинских применений. ЭМГ используется в качестве диагностического инструмента для выявления нервно-мышечных заболеваний или в качестве исследовательского инструмента для изучения кинезиологии и двигательных расстройств, а также парафункциональных состояний. Результаты ЭМГ варьируются в зависимости от типа расстройства, продолжительности патологии, возраста пациента, степени, в которой пациент может сотрудничать, типа игольчатого электрода, использованного для исследования пациента, и ошибки выборки с точки зрения количества областей, изученных в пределах одной мышцы, и количество мышц, изученных в целом.

Полисомнография (ПСГ), тип исследования сна [24], является многопараметрическим тестом, используемым

при изучении сна и в качестве диагностического инструмента в медицине сна. Результат теста называется полисомнограммой, также сокращенно называемой ПСГ. Полисомнография используется для диагностики или исключения многих типов расстройств сна. Таким образом данный метод можно использовать для диагностики ночного бруксизма и анализа регистрируемых изменений в организме человека во время сна. [25]

Полисомнография типа I, исследование сна, проводимое в течение ночи и постоянно контролируемое дипломированным специалистом, представляет собой всеобъемлющую запись биофизиологических изменений, происходящих во время сна. Данное исследование обычно выполняется ночью, когда большинство людей спят, хотя возможно проведение полисомнографии и в другое время суток. ПСГ контролирует многие функции организма, в том числе активность мозга, электроэнцефалография (ЭЭГ), движения глаз, электроофтальмография (ЭОГ), мышечную активность или активацию скелетных мышц (ЭМГ) и сердечный ритм, электрокардиография (ЭКГ) во время сна. Полисомнография II–IV типов выполняется в домашних условиях.

## Обсуждение

Несмотря на то, что болезнь Паркинсона сопровождается бруксизмом достаточно редко, примерно в 2% случаев [26], из-за применения ледодопы и его аналогов, можно предположить, что бруксизм может быть предшественником заболевания Паркинсона, следуя теории стресса и развитию адаптационного синдрома. Важно также помнить, что бруксизм может ошибочно приниматься за другие парафункциональные расстройства движений, такие как: непроизвольные жевательные движения, оромандибулярный клонус или дистония, чрезмерное глотание, поздняя оральная дискинезия, нижнечелюстной тремор при болезни Паркинсона. [27]

**Вывод:** Таким образом, для доказательства связи болезни Паркинсона и бруксизма требуются дополнительные сведения: окончательно подтвержденные этиологии и патогенезы данных заболеваний. По имеющимся данным невозможно отрицать вовлеченности метаболизма дофамина и изменений в адренергической системе в развитии болезни Паркинсона и бруксизма. Бруксизм может являться признаком нарушения обмена дофамина в организме, данное состояние может predispose в дальнейшем к развитию болезни Паркинсона. Болезнь Паркинсона может сопровождаться бруксизмом, но как было описано в исследованиях из-за увеличения количества дофамина в организме при лечении дофаминомиметиками: леводопы, карбидопы и др.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Tysnes, O.-B., & Storstein, A. Epidemiology of Parkinson's disease. *Journal of Neural Transmission*, 2017; 124(8), 901–905.
2. Samii A., Nutt J. G., Ransom B. R. Parkinson's disease // *Lancet*. — 2004. — Т. 363. — С. 1783–1793.
3. Rezazadeh A, Uddin M, Snead OC3rd, Lira V, Silberberg A, Weiss S, Donner EJ, Zak M, Bradbury L, Scherer SW, Fasano A, Andrade DM. STXBP1 encephalopathy is associated with awake bruxism. *Epilepsy Behav.* 2019 Jan 14;92:121–124.
4. Броккар Д., Лалюк Ж. Ф. Кнеллесен К. Бруксизм — М.: Азбука, 2009. — 89 с.
5. Shilpa Shetty, Varun Pitti, C. L. Satish Babu, G. P. Surendra Kumar, B. C. Deepthi. Bruxism: A Literature Review. *J Indian Prosthodont Soc.* 2010 Sep; 10(3): 141–148.
6. R. V. Murali, Priyadarshni Rangarajan, Anjana Mounissamy. Bruxism: Conceptual discussion and review. *J Pharm Bioallied Sci.* 2015 Apr; 7(Suppl 1): S265–S270.
7. Gerber PE, Lynd LD. Selective serotonin-reuptake inhibitor-induced movement disorders. *Ann Pharmacother.* 1998 Jun;32(6):692–8. Review.
8. Ylikoski, A., Martikainen, K., & Partinen, M. Parasomnias and isolated sleep symptoms in Parkinson's disease: A questionnaire study on 661 patients. *Journal of the Neurological Sciences*, 2014. 346(1–2), 204–208.
9. Zlotnik, Y., Balash, Y., Korczyn, A. D., Giladi, N., & Gurevich, T. Disorders of the Oral Cavity in Parkinson's Disease and Parkinsonian Syndromes. *Parkinson's Disease*, 2015, 1–6.
10. Selye H. A. Syndrome produced by diverse noxious agents. *Nature.* 1936;138:32.
11. Fink, G. Stress, definitions, mechanisms, and effects outlined: Lessons from anxiety. 2016.
12. Carlos A. Mejias-Aponte. Specificity and impact of adrenergic projections to the midbrain dopamine system. *Brain Res.* 2016 Jun 15; 1641(Pt B): 258–273.
13. Larsson S, Svedmyr N (1977). "Tremor caused by sympathomimetics is mediated by beta 2-adrenoceptors". *Scand J Resp Dis.* 58: 5–10.
14. Warren JB, O'Brien M, Dalton N, Turner CT (February 1984). "Sympathetic activity in benign familial tremor". *Lancet.* 1 (8374): 461–2.
15. Broadley KJ. "The vascular effects of trace amines and amphetamines". *Pharmacol. Ther.* March 2010. 125 (3): 363–375.
16. Lindemann L, Hoener MC. "A renaissance in trace amines inspired by a novel GPCR family". *Trends Pharmacol.* May 2005. Sci. 26 (5): 274–281.
17. Wang X, Li J, Dong G, Yue J. "The endogenous substrates of brain CYP2D". *Eur. J. Pharmacol.* February 2014. 724: 211–218.
18. Magee, K. R. Bruxism Related to Levodopa Therapy. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 1970. 214(1), 147.
19. Selye H., Experimental evidence supporting the conception of «adaptation energy», *Am. J. Physiol.* 123 (1938), 758–765.
20. Lobbzeoo F, Jacobs R, De Laat A, Aarab G, Wetselaar P, Manfredini D. [Chewing on bruxism. Diagnosis, imaging, epidemiology and aetiology]. *Ned Tijdschr Tandheelkd.* 2017 Jun;124(6):309–316.
21. Mehulić K, Gospić RK, Dundjer A, Skrinjarić T, Stefancić S, Vojvodić D, Perinić M. Optoelectronic pantography diagnostics of temporomandibular disorders in patients with bruxism. *Coll Antropol.* 2009 Sep;33(3):849–56.
22. Kamen, Gary. Electromyographic Kinesiology. In Robertson, DGE et al. *Research Methods in Biomechanics*. Champaign, IL: Human Kinetics Publ., 2004.
23. Electromyography at the US National Library of Medicine Medical Subject Headings (MeSH)
24. Ibáñez, Vanessa; Silva, Josep; Cauli, Omar. "A survey on sleep assessment methods". 2018–05–25. *PeerJ.* 6: e4849.
25. Lerman, SE; Eskin, E; Flower, DJ; George, EC; Gerson, B; Hartenbaum, N; Hursh, SR; Moore-Ede, M; American College of Occupational and Environmental Medicine Presidential Task Force on Fatigue Risk Management (Feb 2012). "Fatigue risk management in the workplace". *Journal of Occupational and Environmental Medicine.* 54 (2): 231–58.
26. Kwak YT, Han IW, Lee PH, Yoon JK, Suk SH. Associated conditions and clinical significance of awake bruxism. *Geriatr Gerontol Int.* 2009 Dec;9(4):382–90.
27. Ella B, Ghorayeb I, Burbaud P, Guehl D. Bruxism in Movement Disorders: A Comprehensive Review. *J Prosthodont.* 2017 Oct;26(7):599–605.
28. Bollero P, Franco R, Cecchetti F, Miranda M, Barlattani A JR, Dolci A, Ottria L. Oral health and implant therapy in Parkinson's patients: review. *Oral & Implantology.* 2017 Sep 27; 10(2): 105–111.
29. Ferauscher B, Iranzo A, Högl B, Casanova-Molla J, Salamero M, Gschliesser V, Tolosa E, Poewe W, Santamaria J. Quantification of Electromyographic Activity During REM Sleep in Multiple Muscles in REM Sleep Behavior Disorder Sleep. 2008 May 1; 31(5): 724–731.

30. Kang SH, Yoon IY, Lee SD, Han JW, Kim TH, Kim KW. REM Sleep Behavior Disorder in the Korean Elderly Population: Prevalence and Clinical Characteristics. *Sleep*. 2013 Aug 1; 36(8): 1147–1152.
31. Deik A, Saunders-Pullman R, Luciano MS. Substances of abuse and movement disorders: complex interactions and comorbidities. *Current drug abuse reviews*. 2012 Sep; 5(3): 243–253.
32. Frauscher B, Iranzo A, Gaig C, Gschliesser V, Guaita M, Raffelseder V, Ehrmann L, Sola N, Salameró M, Tolosa E, Poewe W, Santamaria J, Högl B. Normative EMG Values during REM Sleep for the Diagnosis of REM Sleep Behavior Disorder. *Sleep*. 2012 Jun 1; 35(6): 835–847.
33. Dawson A, Stensson N, Ghafouri B, Gerdle B, List T, Svensson P, Ernberg M. Dopamine in plasma — a biomarker for myofascial TMD pain? *The Journal of Headache and Pain*. 2016 Jul 7; 17(1): 65.
34. Abe S, Gagnon JF, Montplaisir JY, Postuma RB, Rompré PH, Huynh NT, Kato T, Kawano F, Lavigne GJ. Sleep bruxism and oromandibular myoclonus in rapid eye movement sleep behavior disorder: a preliminary report. *Sleep Med*. 2013 Oct; 14(10):1024–30.
35. Sheffield JK, Jankovic J. Botulinum toxin in the treatment of tremors, dystonias, sialorrhea and other symptoms associated with Parkinson's disease. *Expert Rev Neurother*. 2007 Jun; 7(6):637–47. Review.
36. Jankovic J. An update on new and unique uses of botulinum toxin in movement disorders. *Toxicon*. 2018 Jun 1; 147:84–88.
37. Watts MW, Tan EK, Jankovic J. Bruxism and cranial-cervical dystonia: is there a relationship? *Cranio*. 1999 Jul; 17(3):196–201.
38. Reutens S, Sachdev PS. Periodic limb movements and other movement disorders in sleep: neuropsychiatric dimensions. *Int Rev Psychiatry*. 2005 Aug; 17(4):283–92. Review.
39. Restrepo C, Lobbezoo F, Castrillon E, Svensson P, Santamaria A, Alvarez C, Manrique R, Manfredini D. Agreement between jaw-muscle activity measurement with portable single-channel electromyography and polysomnography in children. *Int J Paediatr Dent*. 2018 Jan; 28(1):33–42.
40. Rechtschaffen, A. & Kales, A. A manual of standardized terminology, techniques, and scoring system for sleep stages of human subjects. Washington D. C.: Public Health Service, U. S. Government Printing Service. (Eds.) (1968).
41. Kushida CA, Littner MR, Morgenthaler TM, et al. "Practice parameters for the indications for polysomnography and related procedures: An update for 2005". (2005). *Sleep*. 28 (4): 499–519.

© Хабадзе Зураб Суликоевич ( dr.zura@mail.ru ), Терехов Матвей Сергеевич, Еллыбаев Якуп Ашыревич,  
Даврешян Георгий Князович, Семенова Дарья Дмитриевна,  
Карнаева Амина Сабировна, Геворкян Алексей Альбертович, Федотова Наталья Николаевна.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский университет дружбы народов

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ТРАНСФОРМАЦИИ ТОНКОГО БИОТИПА ДЕСНЫ В ТОЛСТЫЙ

## COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE EFFECTIVENESS OF METHODS OF TRANSFORMATION OF THE THIN BIOTYPE INTO A THICK ONE

**Z. Khabadze  
F. Kodzhakova  
M. Mintsaev  
D. Semenova  
A. Karnaeva  
Z. Gasanova  
V. Slonova**

*Summary. Periodontal biotype is of vital importance, and aesthetics, and function of the periodontium. The methods of transformation into a thick biotype from thin were reviewed and their effectiveness was noted in this article.*

*Keywords: thin biotype, thick biotype, periodontal biotype, connective tissue autograft, transformation of the gums, periosteum stimulation.*

**Хабадзе Зураб Суликоевич**

*К.м.н., доцент, Российский университет дружбы народов  
dr.zura@mail.ru*

**Коджакова Фатима Рамазановна**

*Российский университет дружбы народов*

**Минцаев Магомед Магомедович**

*Российский университет дружбы народов*

**Семенова Дарья Дмитриевна**

*Российский университет дружбы народов*

**Карнаева Амина Сабировна**

*К.м.н., старший преподаватель, Российский университет дружбы народов*

**Гасанова Зарема Магомедовна**

*К.м.н., ассистент, Российский университет дружбы народов*

**Слонова Вераника Муратовна**

*К.м.н., старший преподаватель, Российский университет дружбы народов*

*Аннотация.* Пародонтальный биотип имеет важную значимость и в эстетике, и в функции пародонта. В данной статье был проведен обзор методов трансформации в толстый биотип из тонкого, а также отмечена их эффективность.

*Ключевые слова:* тонкий биотип, толстый биотип, пародонтальный биотип, соединительно-тканый ауто трансплантат, трансформация десны, стимуляция надкостницы.

### Актуальность проблемы

**Э**стетические требования пациента к его внешнему виду делают данную проблему еще более важной. Важным аспектом является то, что за определенным социальным статусом человека отвечает красивая улыбка и его уровень стоматологического здоровья.[1, 2, 3, 4].

В клинической практике правильная диагностика пародонтального биотипа считается важной в отношении принятия решений в эстетической и имплантологической стоматологии. Например, рассмотрены, как связаны биотипы ткани с исходами пародонтальной терапии, обычное протезирование, имплантацию и корневой охват [5].

Примерно треть населения не может быть классифицирована единообразно. Это свидетельствует о влиянии расовых и генетических различий на морфологию зубов и пародонта [6]. Отмеченная разница в гендере и наблюдаемом измерении пародонтального биотипа была частым открытием.

В целом этот обзор показал, что более толстый биотип (51,9%) чаще наблюдается в популяции, чем тонкий биотип (42,3%) при оценке на основе ГТ и распределяется более равномерно при оценке на основе ГМ (толстый 38,4%, тонкий 30,3%, нормальный 45,7%) [7].

Проблема обостряется с тем, что параметры десны всегда подвергаются изменениям в ходе жизни человека. [8, 9, 10].

## Введение

На данный момент в практике врача стоматолога выделяют 3 десневых биотипа: тонкий, средний и толстый [11, 12, 13]. М. Olsson et al. (1993) [14] предлагает коронку зуба и прилежащие к ней мягкие ткани считать в роли объективного показателя биотипа. Для пациентов с тонким биотипом имеются очень тонкие выпуклости шейки зуба, очень маленькие контактные зоны в размере и расположенные вблизи края зуба, склонность к меньшей прикреплённости десны и реагируют на раздражение рецессией. Это было позже подтверждено исследованиями *Олссона и Линды* (1991), которые обнаружили, что у лиц с длинной узкой формой центральных резцов периодонт тонкий и более выраженный спад по сравнению с субъектами с широкой квадратной формой [15]. Для тонкого биотипа характерны клинические признаки, способствующие воспалительной деструкции тканей пародонта: малый объем костной ткани и ее гипоплазия способствуют ускоренной альтерации, мелкое преддверие полости рта формирует локальную ишемию и, также как и скученность зубов, способствует ретенции и росту микрофлоры. Неблагоприятные анатомо-физиологические особенности с тонким биотипом, относительное увеличение количества пародонтопатогенных микроорганизмов в сочетании с возможным осложнением системной патологии приводит к воспалительному разрушению тканей пародонта, потере клинической привязанности и образованию рецессии десны. Таким образом, деликатный биотип пародонта является анатомо-физиологической особенностью тканей, предрасполагающих к развитию рецессии десны [16]. Толстые десневые биотипы обычно присутствуют более короткие клинические высоты коронок и более низкий зубчатый гребешок. Однако, в настоящее время более низкие показатели рецессии после пародонтального лечения и больших успехов в регенеративных процедурах [17].

Увеличение объема десны способствует стабилизации мягких тканей и предотвращает их рецессию при поддесневом расположении краев реставраций, особенно у пациентов с тонким биотипом десны [18].

## Цель данного обзора

Провести анализ эффективности методов трансформации из тонкого биотипа десны в толстый.

## Материалы и методы

### Стратегия поиска

Поиск на английском языке без ограничений по времени был выполнен независимыми людьми в электронной базе данных PubMed. Помимо них также использо-

вались другие источники для поиска соответствующей информации по данной теме. Они включали в себя поиск в системе Google и списки литературы соответствующих исследований и обзоров.

### Критерии включения и исключения

Были включены публикации, соответствующие следующим критериям отбора:

1. Полнотекстовые статьи с 2002 по 2018 год.
2. Методы трансформации тонкого биотипа десны в толстый.

Были исключены публикации, не связанные с предметом исследования, а также статьи, не имеющие достаточное количество данных для анализа.

### Выбор исследований

Исследования были отфильтрованы и выбраны в несколько этапов. Во-первых, удалены статьи, опубликованные до 2002 года. Во-вторых, публикации были оценены по названию. В-третьих, все публикации оценивались путем ознакомления с полнотекстовыми и тезисными статьями. На каждом этапе исследователи работали независимо.

## Результаты

Всего было идентифицировано 257 статей. После их отбора по критериям включения и удаления повторяющихся статей, итоговое количество стало 28. В обзор литературы вошло следующее: основной целью пародонтальной терапии является улучшение здоровья пародонта и тем самым поддержание функциональности зубного ряда пациента на протяжении всей его жизни. Однако, эстетика является неотъемлемой частью оральной терапии, и было предложено несколько процедур для сохранения или поддержания эстетики пациента [19].

**Методы:** Изменение биотипа десны с тонкого на толстый способствует стабилизации положения десневого края и снижает риск рецессии в отсроченном периоде. У большинства пациентов с рецессией мягких тканей отмечается тонкий биотип десны, а значит, устранение рецессий одновременно с увеличением толщины мягких тканей должно улучшать долгосрочный прогноз [15].

### Метод с использованием свободного десневого аутооттрансплантата (СДТ).

Свободный десневой аутооттрансплантат с неба применяется для трансформации биотипа десны. СДТ рекомендовала себя, как методика, которая как можно лучше увеличивает толщину прикрепленной кератини-

зированной десны в области естественных зубов и имплантатов [20–37].

Различают полнослойный трансплантат (full flap) и расщеплённый трансплантат (split flap). Полнослойный трансплантат включает в себя надкостницу, соединительную и жировую ткань и эпителий. Расщепленный трансплантат не включает в себя все слои твердого неба. [38, 39] По толщине, по данным Коэн Э.С. (2011) [38], классифицируют тонкие трансплантаты (thin flap) — до 0,5 мм; средней толщины (intermediate flap) — 0,5–0,75 мм; толстые (thick flap) — от 0,75–1,25 мм и более. Коэн Э.С. разбил трансплантаты по толщине на 3 вида: тонкие (thin flap) — от 0,5 мм, средние (intermediate flap) — 0,5–0,75 мм, толстые (thick flap) — от 0,75–1,25 мм и более.

#### **Метод с использованием субэпителиального соединительнотканного аутоотрансплантата (ССТ)**

Субэпителиальный соединительнотканый трансплантат описан В. Langer. При необходимости одновременного устранения рецессий и увеличения толщины десны оптимально использование свободного субэпителиального соединительнотканного трансплантата (ССТ), который получают в области неба или бугров верхней челюсти [15].

Описано множество пластических пародонтологических вмешательств. Выбор методики трансплантации и вида трансплантата при планировании осуществляется по следующим критериям: в условиях тонкого биотипа рекомендовано использование толстого свободного десневого аутоотрансплантата (СДТ), ССТ и ССТ с эпителиальным краем (ЭК), но в эстетически значимой зоне — только ССТ и ССТ с ЭК, в случаях среднего биотипа десны и наличия выраженных уздечек и тяжелей эффективно использование тонкого СДТ на первом этапе при двухэтапном закрытии рецессий, в том числе в эстетически значимой зоне; при среднем биотипе предпочтительно использование толстого СДТ, ССТ или ССТ с ЭК, в эстетически значимой зоне может быть использован только ССТ с ЭК, ССТ, или тонкий СДТ [15].

Наиболее значимым клиническим эффектом является изменение десневого биотипа — увеличение плотности и толщины, возвращение цвета к нормальной окраске, которое может быть связано с формированием адекватного микроциркуляторного кровотока в периферическом отделе пародонта [40].

#### **Применение инъекций, обогащенных тромбоцитами плазмы**

Тромбоциты известны своей ролью в гемостазе. Они также играют важную роль в процессе заживления по-

врежденной ткани за счёт способности выделять из своих α-гранул факторы роста [41, 42]. Альфа-гранула является источником многих белков: хемокины, цитокины и д.р. [43], по-разному вовлеченных в активацию хемотаксиса, пролиферацию клеток и созревание и привлечение лейкоцитов. Помимо этого, тромбоциты хранят антибактериальные и антигрибковый белки, способные предотвращать инфекции, протеазы, такие как металлопротеаза-4 и факторы коагуляции [43].

Обогащенную тромбоцитами аутоплазму получают путем центрифугирования цельной крови [44, 45]. Большинство специалистов использует инъекционный способ введения [44, 46, 47].

#### **Применение инъекций гиалуроновой кислоты**

Гиалуроновая кислота (ГК) как одно из основных веществ для производства биоматериалов обладает уникальной комбинацией свойств, которая нашла применение в различных областях медицины. Теоретические и экспериментальные исследования возможности использования ГК в стоматологии начались в 1950-х и 1960-х годах [48].

Препараты гиалуроновой кислоты синтезируются специально выведенными микроорганизмами, безвредными для человека. Это современные препараты с заданным молекулярным составом. Они имеют полную инфекционную безопасность и низкую аллергенность. Они биологически инертны и разработаны специально для улучшения регенерации мягких и твердых тканей в области зубов [49].

#### **Туннельный метод**

При мелком преддверии полости рта в переднем отделе нижней челюсти значительно сложнее обеспечить стабильность раны в раннем послеоперационном периоде, наиболее важном с точки зрения заживления. В подобных ситуациях особенно показано применение модифицированной тоннельной методики, которая позволяет получить лучшие результаты по сравнению с другими способами устранения рецессий [50].

Важным аспектом этого хирургического подхода является широкая медио-дистальная и апикальная мобилизация туннеля, которая позволяет без натяжения боковое движение краев лоскута для покрытия трансплантата и рецессии. Свободное от натяжения боковое перемещение и пассивное боковое закрытие краев туннеля могут быть полезны при лечении изолированных глубоких углублений, расположенных в областях с вставкой уздечки, что делает корональное, свободное от натяжения продвижение лоскута чрезвычайно трудным [51].

## Обсуждение

По мнению многих специалистов, создание достаточно толстой десны после устранения рецессии является наиболее важным условием достижения благоприятного долгосрочного прогноза, однако в настоящее время нет строгих научных данных, подтверждающих это наблюдение. Долгосрочные исследования демонстрируют высокую эффективность лоскутных вмешательств в сочетании с пересадкой соединительнотканного трансплантата противоречивы. Более того, сегодня практически отсутствуют наблюдения продолжительностью больше 2 лет [50].

В настоящее время метод СДТ получил широкое распространение, число показаний к его применению увеличилось, и он успешно применяется как самостоятельный или как один из возможных этапов лечения [15].

Существует обоснование для использования СДТ различной толщины [52], которые определяют жизнеспособность аутоотрансплантатов и их поведение в отдаленные периоды. Они обнаружили, что тонкий аутоотрансплантат или средней толщины является приоритетным выбором для увеличения ширины кератинизированной прикрепленной десны, а толстого или слизисто-надкостного аутоотрансплантата — для закрытия корня и увеличения размера альвеолярного отростка. Тонкие или средней толщины аутоотрансплантаты десны позволяют достичь удовлетворительного эстетического результата. Они претерпевают небольшую первичную усадку, так как не имеют большого количества эластических волокон [53]. Напротив, вторичная усадка значительно выше (25–45%) из-за рубцевания в подстилающем слое [54]. Недостатками метода являются: два операционных поля, плохая трофика трансплантата, низкий косметический эффект, сложность обеспечения надежного гемостаза зоны заживления донора с образованием выраженных рубцовых изменений вплоть до келоидного рубца. Возможные ошибки во время операции: перфорация трансплантата, удаление трансплантата из небных складок, попытка закрытия рецессии десны путем помещения трансплантата на обнаженный корень зуба, небольшой размер трансплантата. [55, 56].

JF Bruno (1999) [57] отмечал, что частыми причинами полного или частичного некроза аутоотрансплантата являются его недостаточная толщина, недостаточно плотное прилегание трансплантата из-за плохой фиксации, неправильная фиксация трансплантата относительно шейки зуба (трансплантат должен покрывать шейку зуба на 2 мм) [28, 38, 57], плохое кровоснабжение трансплантата из-за недостаточной подготовки области реципиента. Н.С. предложил обоснование использования СДТ различной толщины. Салливан и Ко (1968) [52], который также определил жизнеспособность аутоотрансплантатов и их поведение в долгосрочной перспективе. Они

обнаружили, что тонкий или средней толщины аутоотрансплантат является приоритетным выбором для увеличения ширины кератинизированной прикрепленной десны, а толстый или слизисто-периостальный аутоотрансплантат — для закрытия корня и увеличения размера альвеолярного гребня [15].

ССТ претерпевают значительную первичную усадку из-за уменьшения эластических и коллагеновых волокон (25%–45%), но меньше вторичной усадки из-за наличия толстой собственной пластинки [54, 58].

Б. Лангер и соавт. (1982, 1985), L. Langer et al. (1992) и JF Bruno (1999) [55, 57, 59, 60], использующие соглашения о свободной торговле для закрытия рецессий классов I и II, идентифицируют ряд преимуществ по сравнению с СДТ: высокая предсказуемость результатов, хорошее питание между трансплантатами и донорская область из-за 2 источников энергии, небольшая раневая поверхность в небе после пересадки, хороший гемостаз и быстрый комфортный процесс заживления, лучший косметический эффект, сфера применения этой техники ограничена только максимальным размером трансплантата, можно лечить сразу несколько зубов [15].

Но не было найдено данных, указывающих, в каком случае использование соединительнотканного трансплантата является обязательным для улучшения эстетического результата [29].

Первоначально этот метод также использовался для увеличения площади кератинизированной прикрепленной десны. Однако в настоящее время он не считается высокоэффективным для этих целей [15].

Исследования показали, что использование субэпителиального соединительнотканного аутоотрансплантата увеличивало толщину десны в оперированных областях даже через 6 месяцев после операции [61, 62]. Кроме того, было показано, что покрытие корней с помощью субэпителиальной трансплантации соединительной тканью превосходит и более предсказуемо, чем только коронарно-позиционные лоскуты [63, 64, 65]. Настоящие результаты, сгруппированные по биотипу десны вместо толщины лоскута, соответствуют общему правилу, что полное покрытие корня связано с толщиной лоскута [66].

С другой стороны, Харрис заметил, что успех операций по удалению корневых лоскутов не имеет никакого отношения к толщине лоскута [66].

**Плазма крови**

Инъекции аутоплазмы крови показала выраженный клинический эффект. Удалось добиться утолщения объ-



ема десны, которое составило 1,10–2,08 мм в разные периоды наблюдения. Изменение биотипа десны в исследуемой области было достигнуто посредством трехкратному введению аутоплазмы [66].

В исследовании (А.К. Бигаров, А.А. Беленчиков, А.А. Епхийев, 2018) [67] было отобрано 47 пациентов без соматических патологий, которые были тщательно обследованы. Испытуемым было выполнено 3 инъекции плазмы, богатой тромбоцитами, с интервалами 7–10 дней, обследование больных проводилось через 1, 3, 6 и 9 месяцев. В ходе исследования оценивали ширину прикрепления, биотип и состояние микрогемодинамики. С помощью инъекций удалось добиться значительного увеличения тканей, улучшения показателей сосудистого русла тканей пародонта, и были достигнуты изменения в биотипе десен. Состояние биотипа изменилось к 3 месяцам, но вернулось к своему первоначальному значению через 9 месяцев [67].

## Результаты

Исследования позволяют утверждать об эффективности использования аутоплазменных инъекций с целью увеличения биотипа десен, а также улучшения микроциркуляции.

Использование тромбоцитарного фактора роста (ТФР) в форме различных форм в наше время прочно вошло в клиническую практику. Учитывая универсальный механизм их действия, они используются в различных областях медицины, и потенциал их использования далеко не исчерпан. К достоинствам методики относятся ее безопасность и низкая стоимость. Но важно понимать, что его применение требует строгого соблюдения протокола использования, который может отличаться при заболеваниях различных органов и систем [68]. Однако, результат имел непродолжительный характер, что создает необходимость дальнейших исследований с целью усовершенствования метода лечения [67].

## Гиалуроновая кислота

Препарат гиалуроновой кислоты используется для эстетического восстановления мягких тканей, для реконструкции и консервации сосочков с предварительным проведением закрытого кюретажа [49]. Наиболее актуальным на данный момент является изучение применения инъекций препаратов гиалуроновой кислоты для коррекции / устранения дефектов десневых сосочков, прилегающих к зубам и мембранам, для восстановления структуры и функции соединительной ткани [69]. При недостатках десневых сосочков возникшие «черные треугольники», которые являются эстетически и функци-

онально проблематичными, могут быть значительно сокращены или полностью устранены [49].

Терапевтический подход основан на выращивании человеческих кератиноцитов/фибробластов в лаборатории, которые передаются пациенту на биологических носителях. Одна из наиболее широко используемых опор для носителей является гиалуроновая кислота. Гиалуроновая кислота встречается в природе несulfатированный гликозаминогликан, состоящий из линейной последовательности D-глюкуроновой кислоты и N-ацетил-D-глюкозамина и обнаруженный в соединительной ткани, синовиальной жидкости суставов и стекловидном теле глаз. Кроме того, гиалуроновая кислота участвует во многих биологических процессах, такие как гидратация тканей, протеогликановая организация во внеклеточном матриксе, дифференцировка клеток их поведение и восстановление тканей. Неоваскуляризация и реиннервация в культивируемом кератодермальном трансплантате завершается почти в 6 недель [70].

Во время процедуры увеличения десны, надкостница, отобранные зубы были обнажены, и мембрана, поддерживающая культивируемые фибробласты, была адаптирована и размещена на месте. В результате чего через три месяца после операции увеличение количества десны было получено и гистологическое исследование выявило полностью кератинизированную ткань на всех обработанных областях.

## Использование технологии тканевого инжиниринга

Был применен трансплантат гиалуроновой кислоты аутологичных клеток в процедурах увеличения десны и обеспечивает увеличение десны в очень короткое время без каких-либо дискомфорта для пациента [70].

## Туннельный метод

В исследовании *Ivan A., Allen EP.* [58], целью работы являлось представление обоснования, пошаговой процедуры и результатов, полученных на серии из 24 пациентов, получавших лечение с помощью новой хирургической техники (латерально закрытый туннель [LCT]), в результате чего 14 из 24 дефектов туннель не полностью закрывал небным субэпителиальным трансплантатом соединительной ткани, оставляя корональную часть трансплантата открытой. Однако некроз трансплантата не наблюдался ни в одном из дефектов, независимо от наличия или отсутствия воздействия [58].

## Вывод

- ◆ Знание о биотипе десны является диагностическим критерием и играет важную роль при выбо-

ре плана лечения в восстановительной эстетической.

- ◆ В данном обзоре литературы описываются инъекционные и хирургические методы трансформации из тонкого биотипа десны в толстый.
- ◆ В отличие от хирургических методов, инъекционная терапия (инъекции гиалуроновой кислоты, инъекции, обогащенной тромбоцитами плаз-

мы) — ее методика проста, однако стоит отметить, что эффект временный, что создает необходимость проведение повторных курсов. В свою очередь, хирургический метод показывает хороший эстетический результат, но не является инвазивной методикой, что приводит к тщательному уходу в послеоперационный период, чтобы избежать негативных последствий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков, В.С. (2008). Стоматологическая «розовая» эстетика. «ДентАрт». — № 4. — С. 33–40.
2. Хамми, Блю А. Пародонтальные пластические процедуры в эстетической стоматологии / Блю А. Хамми // *Texas Dent.* — 2001. — Вып. 118, № 10. — С. 972–976.
3. Карранса, Н. Реконструкция межзубного сосочка с нижележащим субэпителиальным соединительнотканного трансплантата: технические соображения и сообщения о случаях / Н. Карранса, С. Zogbi // *Int. J. Пародонтология Восстановительный Дент.* — 2011 г. — Sep/Oct; 31 (5). — С. 45–50.
4. Calvo, M. R. Междисциплинарный командный подход улучшает результаты: лечение эстетически сознательного пациента с рецессией десны / M. R. Calvo, R. S. Грасу, Э. Хаупт // *Дент. Сегодня.* — 2014 г. — июль; 33 (7). — С. 142–147.
5. Fu, J. H., Yen, C. Y., Chan, H. L., Tatarakis, N., Leong, D. J. & Wang, H. L. 2010. Биотип ткани и его связь с основной морфологией кости. *J Periodontol*, 81, 569–74.
6. Vandana, K. L. & Savitha, B. 2005. Толщина десны в зависимости от возраста, пола и расположения зубной дуги. *J Clin Periodontol*, 32, 828–30.
7. Zweers, J., Thomas, RZ, Slot, DE, Weisgold, AS, и Van der Weijden, FGA (2014). Характеристика пародонтального биотипа, его размеры, ассоциации и распространенность: систематический обзор. *Журнал клинической пародонтологии*. 41 (10), 958–971. DOI: 10.1111 / jcre.12275
8. Chariton, B. C. Age features of the depth of the vestibule of the oral cavity and its role in the development of periodontal disease / B. C. Khariton, M. I. Tarasik, L. M. Sobolev // *Dentistry.* — 1985. — № 6. — p. 16–17.
9. Gorbatoва, E. A. Topographic features of the gum areas. *Periodontology: scientific and practical journal.* — SPb. — 2003. — № 4 (29). — p. 19–20.
10. A. M. Egreja, C. Кан, M. Barceleiro, S. Bittencourt. (2012). Соотношение между шириной зоны ороговевшей ткани и толщиной десневой ткани в переднем отделе верхней челюсти; Department of Periodontology, Veiga de Almeida Университет, Рио-де-Жанейро, Бразилия. *Int. Ж. Пародонтология Восстановительная Дент.* — Ост; 32 (5). — С. 573–579
11. T. De Rouck, R. Eghbali, K. Collis, H. De Bruyn, J. Cosyn. (2009). Пересмотрен биотип десны: прозрачность пародонтального зонда через край десны как способ отличить тонкую десну от толстой. *Журнал клинической пародонтологии*. Том 36 (5). — С. 428–433.
12. К. Рамирес, О. Гарсия-Родригес, М. Мурильо-Арочо, О. Фернандес-Лопес, А. Р. Элиас-Бонет. (2013). Дентогингивальный комплекс: измерение на основе биотипов. *Школа стоматологии, Университет Коста-Рики, Коста-Рика. P R Health Sci J. Dec; 32 (4).* — С. 182–186.
13. K.R. Фишер, Т. Рихтер, М. Кебуллу, Н. Петерсен, С. Фикл. (2015). О связи между биотипами десны и толщиной десны у молодых кавказцев. *Clin Oral Implants Res.* август; 26 (8). — С. 865–869.
14. Олссон, М. О взаимосвязи формы кроны и клинических особенностей десны у подростков / М. Олссон, Дж. Линде, С. П. Marinello // *J. Clin. 257 Пародонтол.* — 1993 г. — сентябрь; 20 (8). — С. 570–577.
15. Шашурина С.В. (2017). Совершенствование методов хирургического лечения рецессий десны. Диссертация.
16. Fischer, K. R., Künzlberger, A., Donos, N., Fickl, S., & Friedmann, A. (2017). Gingival biotype revisited — novel classification and assessment tool. *Clinical Oral Investigations*, 22(1), 443–448. doi:10.1007/s00784–017–2131–1
17. Rotundo, R., Pagliaro, U., Bendinelli, E., Esposito, M. & Buti, J. (2015). Отдаленные результаты увеличения мягких тканей вокруг зубных имплантатов на стабильность мягких и твердых тканей: систематический обзор. *Клиническое исследование пероральных имплантатов*. 26, 123–138. DOI: 10.1111 / clr.12629
18. Кан С., Алмейда Р., Диас А., Родригес В., Барселейро М. и Таба М. (2016). Клинические исследования корневого покрытия рецессии десны при тонком или толстом биотипе. *Международный журнал пародонтологии и восстановительной стоматологии*, 36 (3), 409–415. DOI: 10.11607 / prd.2249
19. Andrade PF, Felipe ME, Novaes AB Jr, et al. Сравнение двух хирургических методов покрытия корней с помощью ацеллюлярного трансплантата дермального матрикса. *J Clin Periodontol* 2008;35:263–269.
20. Bepalova N.A., Vorobyova A. V., Durnovo E. A., Klochkov A. S. (2010). In the treatment of periodontal diseases and complications of orthopedic treatment based on implants. *Proceedings of the XV International Conference of Oral and Maxillofacial Surgeons and Dentists “New Technologies in Dentistry”.* — SPb., May 17–19, 2010
21. Bepalova N.A., Artifeksova A. A., Vorobyova A. V., Runova N. B., Yartseva A. V. (2011). Features of the regeneration of the oral mucosa with plastic free gingival graft. *Medical Almanac* - № 4. — p. 173–176.
22. Bepalova N.A., Durnovo E. A., Mironova A. V., Artifeksova A. A. (2013) Improving the efficiency of gingivoplasty using free hard-palate autotransplants. *Dentistry.* — № 6. — P. 33–36.
23. Durnovo E.A., Mochalova D. A., Marochkina M. S., Khomutinnikova N. E. (2013). Prospects for the use of the polymer membrane during surgery on the soft tissues of the oral cavity. *Materials XXIX and XXX All-Russian Scientific and Practical Conferences*. M., 2013, p. 87–89.
24. Durnovo E.A., Mochalova D. A., Khomutinnikova N. E. (2014). Modern methods of management of postoperative defects of the soft tissues of the oral cavity. *The 19th International Conference of Maxillofacial Surgeons and Dentists “New Technologies in Dentistry”.* SPb., 2014, pp. 93–94.

25. Durnovo E.A., Mochalova D. A., Bespalova N. A., Yanova N. A., Klochkov A. S., Runova N. B. (2014). Clinical assessment of the course of the wound process on the oral mucosa when using a polymer graft. *Modern problems of science and education*; No. 6 at <http://www.science-education.ru/120-15932>.
26. Холбрук Т., Оксенбейн С. (1983). Полное покрытие оголенных корневых поверхностей одностадийным трансплантатом десны. *Int. J. Пародонтология Восстановительный Дент.* — N3 (3). — С. 9–27.
27. Миллер, доктор философии (1985). Классификация маргинальной рецессии ткани. *Int. J. Пародонтология Восстановительный Дент.* — Том 5, № 2. — С. 8–13.
28. Янке П.В., Сандифер Ю. Б., Гер М.Е. (1993). Толстые свободные трансплантаты десны и соединительной ткани для корневого покрытия. *J. Periodontol.* — Vol. 64. — С. 315–322.
29. Zucchelli, G, Mounssif I. *Periodontal plastic surgery. Periodontol 2000.* 2014-Jun; 68(1). — P. 333–368.
30. Агарвал К., Тарун Кумар А. Б., Мехта Д. С. Сравнительная оценка свободного трансплантата десны и AlloDerm (®) при увеличении ширины прикрепляемой десны: клиническое исследование. *Contemp Clin Dent.* N6 (4); 2015-OctDec. С. 483–488.
31. Carnio J., Samargo P.M., Piriñ P.Q. Хирургические методы для увеличения апикокоронального размера прикрепленной десны: 1-летнее сравнение между свободным десневым трансплантатом и модифицированным апикально расположенным лоскутом. *Int. J. Пародонтология Восстановительный Дент.* 2015; 35 (4). -P.571–578.
32. Диб Г.Р., Диб Дж. Г. Прививка мягких тканей вокруг зубов и имплантатов. *Оральный Maxillofac Surg Clin North Am.* 2015-август; 27 (3). — С. 425–448.
33. Масаки С., Накамото Т., Мукайбо Т., Кондо Ю., Хосокава Р. Стратегии реконструкции и сохранения альвеолярного отростка для имплантационной терапии. *J. Prosthodont.* Местожительство 2015-октябрь; 59 (4). — С. 220–228.
34. Pini-Prato G., Magnani C., Zaheer F., Rotundo R., Buti J. (2015). Influence of inter-dental tissues and root surface condition on complete root coverage following treatment of gingival recessions: a 1-year retrospective study. *J. Clin. Periodontol.* 42(6). — P. 567–574.
35. Шах Р., Томас Р., Мехта Д. С. Последние модификации свободного десневого трансплантата: серия случаев. *Contemp. Clin. Dent.* 2015 г. — июль-сентябрь; 6 (3). — С. 425–427.
36. Сринивас Б.В., Рупа Н., Халини Кумари К. В., Райендер А., Редди М. Н. Лечение рецессии десны с использованием свободного десневого трансплантата с фибриновой системой уплотнения фибронектина: новый подход. *J. Pharm. Bioallied. Sci.* 2015-август; 7 (Приложение 2). С. 734–739.
37. Парк, Дж. Б. Расширение кератинизированной ткани с использованием модифицированного свободного десневого трансплантата. *J. Oral Implantol.* 2016-февраль; 42 (1). С. 114–116.
38. Коэн, Э. С. Атлас косметической и реконструктивной хирургии пародонта. М.: Практическая медицина, 2011. — 512 с
39. Шах Р., Соуя Н. К., Мехта Д. С. Распространенность биотипа десны и его связь с клиническими показателями. *Contemp. Clin. Dent.* 2015-сентябрь; 6 (Приложение 1). С. 167–171.
40. Перова М.Д., Лапина Н. В., Фомичева Е. А., Карлюк В. Б., Тропина А. В., Взятыхшев А. А. (2016). Оценка ауто трансплантации соединительнотканного лоскута в сочетании с васкулярно-стромальноклеточной фракцией липоаспирата при тканевой рецессии (10 лет наблюдений). DOI 10.18821/1728-2802~<2016; 20 (5): 260–266.
41. Лопес-Видриеро Е, Гулдинг К. А., Саймон Д. А. и др. (2010) Использование плазмы, обогащенной тромбоцитами, в артроскопии и спортивной медицине: оптимизация среды заживления. *Артроскопия* 26: 269–278.
42. Stellos K, Kopf S, Paul A и др. (2010) Тромбоциты в регенерации. *Семинар Тромб Хемост* 36: 175–184
43. Anand SX, Viles-Gonzales JF, Badimon JJ и др. (2003) Мембранно-ассоциированные CD40L и sCD40L при атеротромботической болезни. *Тромб Гемост* 90: 377–384
44. Aminova Z.M., Emelin A. L., Ovechkina M. V., Kalyanova E. V. The use of platelet-rich plasma in orthopedics Plasmolifting™ technology.
45. Marx RE (2004). Богатая тромбоцитами плазма: доказательства, подтверждающие ее использование. *Журнал челюстно-лицевой хирургии* 62: 489–496
46. Филардо Г, Кон Е, Делла Вилла С и др. (2010) Использование плазмы, обогащенной тромбоцитами, для лечения рефрактерного коленного сустава прыгуна. *Int Orthop* 34: 909–915
47. Манискалько П., Гамбера Д., Лунати А. и др. (2008) Мембрана «Каскад»: новое PRP-устройство для разрывов сухожилий. Описание и описание случая сухожилия ротаторной манжеты. *Acta Biomed* 79: 223–226
48. Пустынников А. В., Ушаков Р. В., Ушакова Т. В. Современные возможности препаратов гиалуроновой кислоты в пародонтологии и имплантологии (обзор литературы). *Стоматология.* 2011; (3): 53–8.
49. Михалин А. Н. Практическое применение гиалуроновой кислоты в стоматологии.
50. Отто Цур, Марк Хюрцелер. Пластическая и эстетическая хирургия в пародонтологии и имплантологии.
51. Sculean A. & Allen E. (2018). Латерально закрытый туннель для лечения глубоко изолированных нижнечелюстных рецессий: хирургическая техника и отчет о 24 случаях. *Международный журнал пародонтологии и восстановительной стоматологии*, 38 (4). DOI: 10.11607 / prd.3680
52. Sullivan, H.C., Atkins J. H. Free autogenous gingival grafts. 1. Principles of successful grafting. *Periodontics.* 1968. № 6(1). P. 5–13.
53. Soehren S.E., Allen A. L., Cutright D. E., Seibert J. S. Клинико-гистологические исследования донорских тканей, используемых для свободных трансплантатов жевательной слизистой оболочки. *J. Periodontol.* 1973. Том. 44 (12). С. 727–741.
54. Barsky, A.J., Kahn S. Principles and practice of plastic surgery. New York: McGraw-Hall., 1964.
55. Лангер Л., Лангер Б. Слизисто-десневая хирургия: эстетическое лечение рецессии десны. *Достижения в пародонтологии, Чикаго: квинтэссенция, 1992.* С. 248–260.
56. Keceli H.G., Aylikci B. U., Koseoglu S., Dolgun A. Оценка гемостаза и заживления ран донорского неба после свободной трансплантации десны. *J. Clin. Periodontol.* 2015 — июнь; 42 (6). — С. 582–589.

57. Bruno, J. F. Процедура субэпителиальной трансплантации соединительной ткани для оптимального покрытия корня. Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am. 1999 — сентябрь; 7 (2). С. 11–28.
58. Эдель А. Клиническая оценка свободных трансплантатов соединительной ткани, используемых для увеличения ширины кератинизированной десны. J. Clin. Periodontol. 1974. Vol. 1, вып. 4. С. 185–196.
59. Langer, B. Langer L. Subepithelial connective tissue graft technique for root coverage. J. Periodontol. 1985- Dec; 56 (12). P. 715–720.
60. Langer, B., Calagna L. The subepithelial connective tissue graft. A new approach to the enhancement of anterior cosmetics. Int. J. Periodontics Restorative Dent. 1982. Vol.2, № 2. P. 2.
61. Bittencourt S, Del Peloso Ribeiro E, Sal- lum EA, Sallum AW, Nociti FH Jr, Casati MG. Сравнительное 6-месячное клиническое исследование полунунного коронкового лоскута и субэпителиального соединительнотканного трансплантата для лечения рецессии десны. J Periodontol 2006;77:174–181.
62. Cairo F, Pagliaro U, Nieri M. Лечение рецессии десны с помощью коронарно-расширенных лоскутных процедур: систематический обзор. J Clin Periodontol 2008;35(suppl): 136–162.
63. Oates TW, Robinson M, Gunsolley JC. Хирургическая терапия для лечения рецессии десен. Систематический обзор. Ann Periodontol 2003; 8:303–320.
64. Rocuzzo M, Bunino M, Needleman I, Sanz M. Пластическая хирургия пародонта для лечения локализованных рецессий десны: систематический обзор. J Clin Periodontol 2002; 29 (suppl): 178–194.
65. Hwang D, Wang HL. Толщина лоскута как предиктор корневого покрытия: систематический обзор. J Periodontol 2006;77: 1625–1634.
66. Кан С., Алмейда Р., Диас А., Родригес В., Барселейро М. и Таба М. (2016). Клинические исследования корневого покрытия рецессии десны при тонком или толстом биотипе. Международный журнал пародонтологии и восстановительной стоматологии, 36 (3), 409–415. DOI: 10.11607 / prd.2249
67. Бирагова А.К., Беленчиков А. А., Епхийев А. А. Эффективность лечения краевой рецессии десны с применением инъекций обогащенной тромбоцитами плазмы. Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2018. No2. DOI: 10.24411/2075–4094–2018–15969.
68. Ачкасов Е. Е., Безуглов Э. Н., Ульянов А. А., Куршев В. В., Репетюк А. Д., Егорова О. Н. Применение аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами, в клинической практике // Биомедицина. 2013. № 4. С. 46–59.
69. Е.Е. Васенев, И. Ф. Алеханова, О. А. Беличенко. Использование препаратов на основе гиалуроновой кислоты в пародонтологии.
70. Prato, G. P. P., Rotundo, R., Magnani, C., Soranzo, C., Muzzi, L., & Cairo, F. (2003). Техника трансплантации гиалуроновой кислоты с аутологичными клетками для увеличения десны: серия случаев. Журнал пародонтологии. 74(2), 262–267. doi:10.1902/jor.2003.74.2.262

© Хабадзе Зураб Суликоевич ( dr.zura@mail.ru ), Коджакова Фатима Рамазановна, Минцаев Магомед Магомедович,

Семенова Дарья Дмитриевна, Карнаева Амина Сабириевна,

Гасанова Зарема Магомедовна, Слонова Вераника Муратовна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский университет дружбы народов

## ФАКТОРЫ ПРОГНОЗА ПРИ ПЕРВИЧНОМ ДИССЕМНИРОВАННОМ РАКЕ ЯИЧНИКОВ

### PROGNOSTIC FACTORS IN PRIMARY DISSEMINATED OVARIAN CANCER

*M. Candekova*

**Summary.** Introduction. Today, little is known about factors that predict the survival of patients with ovarian cancer (OC). Objective: To evaluate the survival rates of patients with ovarian cancer, depending on the clinical characteristics and features of treatment. Materials and methods: The data of a comprehensive clinical examination of 132 patients with advanced ovarian cancer were analyzed (mean age —  $57.6 \pm 9.8$  years). All patients underwent a comprehensive examination aimed at clarifying the diagnosis, determining the prevalence of a primary tumor, regional or distant metastases, determining indications for therapy and the extent of surgical intervention, identifying complications and concomitant pathology. Results: It was found that the disease stage plays an important role in relation to the prognosis of the disease in the examined patients, at the same time, the histological type did not matter, probably due to the fact that the majority of patients had one type of tumor — serous and a larger contribution to the indicator degree of differentiation. The presence of metastasis turned out to be important, and the prognosis changed depending on localization. More favorable is the primary treatment in the optimal volume. Conclusion: the identification of factors that contribute to the survival of patients will allow choosing the best treatment options, which will further contribute to improving the quality of life and prognosis of these patients.

**Keywords:** ovarian cancer, survival, prognostic factors, surgical treatment.

**Цандекова Мариэтта Рафаэловна**  
Аспирант, Алтайский государственный  
медицинский университет  
tsandekovamari@mail.ru

**Аннотация.** Актуальность. На сегодняшний день мало что известно о факторах, которые прогнозируют выживаемость пациентов при раке яичников (РЯ). Цель исследования: оценить показатели выживаемости больных раком яичника в зависимости от клинических характеристик и особенностей лечения. Материалы и методы: Проанализированы данные комплексного клинического обследования 132 больных распространенным раком яичников (средний возраст —  $57,6 \pm 9,8$  лет). Все пациентки прошли комплексное обследование, направленное на уточнение диагноза, определение распространенности первичной опухоли, регионарных или отдаленных метастазов, определение показаний к терапии и объема оперативного вмешательства, выявление осложнений и сопутствующей патологии. Результаты: Было установлено, что важную роль в отношении прогноза заболевания у обследованных пациенток играет стадия заболевания, в то же время гистологический тип значения не имел, вероятно это связано с тем, что большинство пациентов имело один тип опухоли — серозный и большой вклад в показатель вносила степень дифференцировки. Важным и оказалось наличие метастаз, при этом прогноз менялся в зависимости от локализации. Более благоприятным является первичное лечение в оптимальном объеме. Заключение: выявление факторов, обуславливающих выживаемость пациентов позволит выбирать оптимальные варианты лечения, что в дальнейшем будет способствовать улучшению качества жизни и прогноза этих больных.

**Ключевые слова:** рак яичника, выживаемость, прогностические факторы, хирургическое лечение.

#### Актуальность

**Н**есмотря на относительно высокий уровень 5-летней выживаемости больных раком яичника (РЯ) (до 90% в экономически развитых странах), в ряде стран эта опухоль занимает лидирующую позицию среди причин смерти от онкологических заболеваний у женщин [2, 4; 7; 11].

На сегодняшний день достигнуты определенные успехи в выявлении факторов, предсказывающих риск развития и реакцию на терапию РЯ, однако, мало что известно о факторах, которые прогнозируют выживаемость пациентов [14]. Поэтому исследования в данном направлении весьма актуальны.

#### Цель исследования

Оценить показатели выживаемости больных раком яичника в зависимости от клинических характеристик и особенностей лечения.

**Материалы и методы:** Работа выполнена в Алтайском филиале ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, ФГБОУ АГМУ Минздрава России и ГБУЗ «Клинический онкологический диспансер № 1» Министерства здравоохранения Краснодарского края за период с 2007 по 2016 г. Проанализированы данные комплексного клинического обследования 132 больных распространенным раком яичников (II–IV стадии по классификации FIGO [5]. Все пациентки, включенные

Таблица 1. Распределение пациенток по возрастным группам

Возрастная группа, лет	Абс. число	%
Моложе 45	12	9,1
От 45 до 54	34	25,8
От 55 до 64	56	42,4
От 65 до 74	23	17,4
75 и старше	7	5,3

Таблица 2. Распределение пациенток по гистологическому типу аденокарциномы

Гистологический тип	Абс. число	%
Серозная	106	80,3
Муцинозная	4	3,0
Эндометриоидная	14	10,6
Светлоклеточная	2	1,5
Смешанная	5	3,8
Недифференцированная	1	0,8

в исследование, обследованы по единому плану: производилось комплексное обследование, направленное на уточнение диагноза, определение распространенности первичной опухоли, регионарных или отдаленных метастазов, определение показаний к терапии и объема оперативного вмешательства, выявление осложнений и сопутствующей патологии.

В работу были включены 132 женщины, у которых был диагностирован рак яичника. Средний возраст пациенток составил  $57,6 \pm 9,8$  лет.

Критериями включения в данное исследование были:

- ◆ возраст пациенток >18 лет;
- ◆ гистологически/цитологически доказанный рак яичников II–IV стадии (по классификации FIGO);
- ◆ подписанное информированное согласие на участие в исследовании;
- ◆ общее удовлетворительное состояние больных — статус по шкале ECOG от 0 до 2;
- ◆ отсутствие выраженной сопутствующей патологии в стадии декомпенсации;
- ◆ отсутствие нарушений печеночной функции: <2,5 значений верхней границы нормы уровней активности ферментов АСТ/АЛТ (ВГН) при отсутствии метастазов в печени и <5 ВГН при наличии метастазов в печень;
- ◆ отсутствие нарушений функции почек (креатинин 60–115 мкмоль/л);
- ◆ уровень тромбоцитов более  $100 \times 10^9$ /л;
- ◆ отсутствие других злокачественных опухолей в анамнезе;
- ◆ отсутствие метастатического поражения головного мозга.

Критериями исключения были следующие

- ◆ наличие других злокачественных опухолей;
- ◆ наличие в анамнезе серьезной сопутствующей патологии, которая может существенно повлиять на ход лечения и его результаты;
- ◆ отсутствие морфологической верификации РЯ;
- ◆ наличие метастатического поражения головного мозга на момент установления диагноза.

Все пациентки, включенные в исследование, обследованы по единому плану: производилось комплексное обследование, направленное на уточнение диагноза, определение распространенности первичной опухоли, регионарных или отдаленных метастазов, определение показаний к терапии и объема оперативного вмешательства, выявление осложнений и сопутствующей патологии.

Статистическая обработка полученных данных была проведена с использованием программ STATISTICA v.10.0, MedCalc software Vvba v.12.6.1.0, MS Excel 7.0. Достоверными считались результаты при  $p < 0,05$ .

### Результаты исследования

Оценка распределения пациенток по возрастным группам продемонстрировала, что подавляющее большинство было в возрасте от 45 до 74 лет, что соответствует литературным данным (табл. 1) [6; 11].

Более чем у половины больных (75 больных, 55,8%) РЯ был диагностирован в III стадии. У 42 (31,8%) пациенток выявлена IV стадия заболевания. II стадия опухоли была выявлена лишь в 11,4% случаев (15 женщин).

Таблица 3. Распределение пациенток по наличию отдаленного метастазирования

Локализация метастазов	Абс. число	%
Всего пациенток с отдаленными метастазами в том числе	67	50,8
Печень	20	15,2
Легкие	7	5,3
Плевра	18	13,6
Сочетанное метастатическое поражение	27	20,5

Оценка гистологического типа опухоли показала, что у абсолютного большинства больных (у 106 человек) была выявлена серозная опухоль (80,3%). На втором месте по частоте была эндометриоидная опухоль (у 14 больных, 10,6%). Встречаемость остальных типов не превышала 5% (таблица 2).

При анализе степени дифференцировки опухоли пациенток установлено, что чаще всего отмечалась низкая ее степень (у 71 больной, 53,8%). На втором месте по частоте были опухоли с умеренной степенью дифференцировки (у 38 пациенток, 28,8%). У 23 женщин (17,4%) была отмечена высокая степень дифференцировки опухоли.

Медиана максимального размера яичника у обследуемых женщин составила, по данным ультразвукового исследования, 9,4 (Q25–3,8; Q75–28,5) мм.

Частота выявления поражения брюшины у обследуемых больных составила 78,8% — 104 случая. У 98 женщин (74,2%) было выявлено поражение большого сальника. Поражение забрюшинных узлов было выявлено только в 25 случаях (18,9%). У 95 пациентов (72,0%) были установлены сочетанные поражения брюшины, сальника и забрюшинных лимфатических узлов.

Общая частота отдаленного метастазирования у обследуемых больных РЯ была на уровне 50,8% — 67 случаев (таблица 3). При этом наиболее часто встречалось сочетанное — у 27 пациенток (20,5% случаев). При поражении одного органа у большинства пациенток страдала печень — (20 пациенток — 15,2% случаев).

Наличие асцита было установлено в 85 случаях (64,4%), а у 47 пациенток (35,6%) асцит не наблюдался.

Анализ состояния обследуемых больных РЯ показал, что перед началом проведения лечения у абсолютного большинства пациенток значения статуса ECOG соответствовали 0–1 — в 114 случаях (86,4%). У 18 женщин (13,6%) пациенток значение ECOG-статуса соответствовало 2.

Полученные клинические данные были проанализированы с позиций выживаемости.

Отмечено, что возраст существенно не влиял на уровень одногодичной выживаемости до прогрессирования (ВДП). Значения показателя составили у пациенток моложе 55 лет — 69,6%, в группе женщин 55 лет и старше — 58,7%, статистически значимых отличий не было выявлено ( $p > 0,05$ ). Медиана выживаемости у больных РЯ моложе 55 лет составила 25,3 (5,1; 42,7) мес, у пациенток 55 лет и старше — 21,5 (3,8; 36,2) мес. Статистически значимых различий между рассматриваемыми группами в зависимости от возраста не было ( $p > 0,05$ ).

Сравнение выживаемости в зависимости от стадий опухоли показало значимое влияние последней. Уровень одногодичной ВДП составил у пациенток со стадиями II A, B и III A, B — 81,5%, а в группе женщин со стадиями заболевания III C, IV был достоверно ниже ( $p < 0,05$ ) — 48,7%. Медиана выживаемости у больных со стадиями II A, B и III A, B была на уровне 32,1 (7,4; 57,2) мес, в группе пациенток со стадиями III C, IV значение этого показателя было в 2 раза ниже — 15,7 (2,6; 39,3) мес, что было статистически значимо ниже, чем в первой группе ( $p < 0,05$ ).

Гистологический тип опухоли значимо не влиял на уровень одногодичной ВДП, значения этого показателя составили в группе с серозной аденокарциномой 63,3%, у женщин с остальными типами опухоли — 57,1%, статистически значимых отличий при этом выявлено не было. Значение медианы выживаемости у обследуемых больных РЯ с серозной аденокарциномой составило 30,5 (9,3; 52,8) мес, в группе пациенток с остальными типами опухоли уровень ВДП составил 28,6 (6,4; 46,3) мес, ( $p > 0,05$ ).

Выживаемость пациенток с различной степенью дифференцировки различалась. Выживаемость в группе женщин с высокой степенью дифференцировки опухоли составила 82,6%, при остальных типах дифференцировки опухоли показатель был достоверно ниже — 57,8% ( $p < 0,05$ ).

Медиана выживаемости у обследуемых больных РЯ с высокой степенью дифференцировки опухоли составила 30,4 (8,4; 54,5) мес, в группе пациенток с остальными типами дифференцировки опухоли значение данного параметра было — 23,2 (4,0; 41,5) мес, ( $p > 0,05$ ).

Наличие метастазов значимо не влияло на уровень одногодичной выживаемости до прогрессирования заболевания больных РЯ, значения этого показателя в группе без метастазов и с их наличием составили, соответственно, 65,2% и 55,0%.

Медиана выживаемости больных РЯ при отсутствии метастазов была на уровне 27,2 (7,9; 46,4) мес, тогда как при наличии метастазов уровень ВДП был достоверно ниже ( $p < 0,05$ ) — 10,6 (2,7; 21,5) мес.

Одногодичная выживаемость больных РЯ в зависимости от поражения забрюшинных лимфатических узлов составила 48,0% в группе с наличием такого поражения, у женщин с отсутствием поражения лимфоузлов показатель был достоверно выше — 65,4%. ( $p < 0,05$ ).

Значение медианы выживаемости у больных РЯ с поражением забрюшинных лимфоузлов было 11,8 (3,9; 34,7) мес, в то время как у пациенток с отсутствием этого признака ВДП была достоверно выше — 21,6 (6,0; 48,9) мес, ( $p < 0,05$ ).

Выживаемости больных РЯ при наличии метастазов в печени была достоверно ниже по сравнению с теми пациентками, у кого они отсутствовали — 45,0% и 65,2%, соответственно.

Медиана выживаемости у больных РЯ с метастазами в печень составила 23,7 (4,9; 42,3) мес, при их отсутствии — 32,6 (7,7; 58,2) мес, при этом статистически значимых различий не было выявлено ( $p > 0,05$ ).

Анализ показателей выживаемости больных РЯ в зависимости от наличия метастазов в легкие показал, что уровень одногодичной ВДП при наличии такого поражения составил лишь 14,3%, при отсутствии показатель был достоверно выше ( $p < 0,05$ ) — 64,8%.

Медиана выживаемости у больных РЯ с метастазами в легкие составила 7,4 (2,7; 12,2) мес, а у пациенток с их отсутствием — значение показателя было существенно выше ( $p < 0,05$ ) — 23,3 (5,8; 55,2) мес.

Сравнение выживаемости пациенток в зависимости от объема выполненной операции свидетельствовало о существенном влиянии фактора. Одногодичная ВДП больных, у которых выполнялся оптимальный объем хирургического вмешательства, была на уровне 68,5 мес, тогда как в группе больных с неоптимальным объемом циторедуктивной операции значение данного показателя было достоверно ниже ( $p < 0,05$ ) — 47,8%.

Медиана выживаемости больных РЯ, у которых было произведено хирургическое лечение в оптималь-

ном объеме, составила 25,1 (8,9; 55,2) мес, у пациенток, которым был выполнен неоптимальный объем вмешательства значение показателя было в 2,3 раза ниже ( $p < 0,05$ ) — 11,0 (4,1; 42,8) мес.

Сопоставление данных о выживаемости больных РЯ в зависимости от первичного или промежуточного хирургического лечения также показало наличие выраженных различий. Годичная ВДП пациенток, которым было произведено первичное хирургическое вмешательство, составила 64,1 мес, тогда как при выполнении промежуточного лечения ее уровень был достоверно ниже ( $p < 0,05$ ) — 37,0%.

Медиана выживаемости пациенток, которым выполнялось первичное хирургическое лечение, была на уровне 25,4 (7,4; 48,5) мес, в то время как в другой группе больных значение данного показателя было существенно ниже ( $p < 0,05$ ) и составило 10,6 (3,5; 28,5) мес.

Анализ выживаемости обследуемых в зависимости от уровня СА 125 до начала лечения свидетельствовал, что годичная ВДП пациенток, у которых концентрация маркера была ниже 220 Е/мл, составила 75,0%. У больных с более высокими значениями СА125 показатель выживаемости был значимо ниже ( $p < 0,05$ ) — 56,5%.

Медиана данного параметра у пациенток с низкими концентрациями СА125 составила 28,5 (7,2; 40,4) мес, тогда как у больных с уровнями маркера выше 220 Е/мл значение показателя было достоверно ниже ( $p < 0,05$ ) — 16,8 (4,7; 31,7) мес.

Оценка выживаемости обследуемых в зависимости от уровня СА 125 после проведенного лечения показала, что уровень ВДП пациенток с концентрациями маркера ниже 15 Е/мл составил 70,7%. У больных с более высокими значениями СА125 показатель выживаемости был существенно меньше ( $p < 0,05$ ) — 50,9%.

Медиана выживаемости до прогрессирования заболевания у пациенток с уровнями СА125 после лечения менее 15 Е/мл составила 30,7 (8,2; 52,1) мес, в то время как у больных с уровнями маркера выше 15 Е/мл значение данного показателя было в 2,3 раза меньше ( $p < 0,05$ ) и составило 13,5 (3,5; 35,7) мес.

## Обсуждение

В настоящее время большинство исследователей рассматривают поиск количественных критериев оценки прогноза и эффективности лечения опухолей, в том числе РЯ, в качестве одного из наиболее перспективных направлений развития онкологии [1; 8; 10].



Согласно литературным данным, предпринимаются попытки рассматривать в качестве таковых следующие факторы [3; 9; 12; 15; 16]:

- ◆ факторы, связанные с больным (возраст, общее состояние организма, антропометрические характеристики, наличие сопутствующих заболеваний, результаты клинического обследования пациента).
- ◆ факторы, связанные с биологией опухоли (размер, форма, гистологический тип, стадия дифференцировки, наличие метастазов).
- ◆ лабораторные показатели:
- ◆ опухолевые маркеры (CA-125),
- ◆ факторы апоптоза и пролиферации (Ki-67, p53)
- ◆ генетические характеристики (мутация генов BRCA1, BRCA2, p53),
- ◆ ряд биохимических показателей.

Полученные нами данные согласуются с представленными в литературе результатами. Так, нами было установлено, что важную роль в отношении прогноза заболевания у обследованных пациенток играет стадия заболевания, в то же время гистологический тип значения не имел, вероятно это связано с тем, что большинство

пациентов имело один тип опухоли — серозный и большой вклад в показатель вносила степень дифференцировки. Важным и оказалось наличие метастаз, при этом прогноз менялся в зависимости от локализации.

Так же мы оказались солидарны с другими авторами относительно влияния хирургической коррекции патологии. Более благоприятным является первичное лечение в оптимальном объеме, позволяющее минимизировать объем остаточной опухоли, поскольку доказанным фактом является то, что продолжительность жизни оперированных больных была обратно пропорциональна размеру остаточной опухоли [11; 13].

### Заключение

До настоящего времени множество вопросов применительно к опухолевым образованиям яичника остаются нерешенными. В связи с этим необходимо не только дальнейший поиск факторов, влияющих на выживаемость пациентов, но и разработка на их основе комплекса прогностических критериев эффективности комбинированной терапии и исхода заболевания у больных раком яичника.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ашрафян Л.А., Киселев В. И., Муйжнек Е.Л. и др. Рак яичников: Новый взгляд и патогенетические варианты // Акушерство и гинекология: новости, мнения, обучение. — 2017. — № 1 (15). — С. 35–43.
2. Горобцова В. В. Статистика, эпидемиология, подходы к терапии рака яичников в Ростовской области // Главный врач Юга России. — 2018. — № 3(62). — С. 39–41.
3. Камышов С.В., Нишанов Д. А., Пулатов Д. А., Юлдашева Н. Ш. Изучение маркеров апоптоза, пролиферации и ангиогенеза у больных раком яичника, получивших сопроводительную иммунотерапию // Злокачественные опухоли. — 2017. — Т. 7, № 1. — С. 84–91.
4. Оганесян М. Г. Онкологическая заболеваемость как проблемы социальной медицины // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). — 2015. — № 1 (45). — С. 533–554.
5. Практические рекомендации по лекарственному лечению больных раком яичников. Версия 2014. <https://rosoncology.ru/standarts/RUSSCO/2014/08.pdf>
6. Прокопюк А.В., Князева М. В., Павлова Т. Д. Перспективы лечения рака яичников III–IV стадий // Таврический медико-биологический вестник. — 2013. — Т. 16, № 2.
7. Солопова А.Е., Сологуб Ю. Н., Макацария А. Д., Солопова А. Г. Герминогенные опухоли яичников — современный взгляд на проблему // Журнал акушерства и женских болезней. — 2016. — Т. 65, № 2. — С. 4–15.
8. Ahmed N., Abubaker K., Findlay J. K. Ovarian cancer stem cells: Molecular concepts and relevance as therapeutic targets // Mol. Aspects Med. — 2014. — Vol.39. — P. 110~<125.
9. Ai H., Xie W., Xiu A. et al. The down-regulation of long non-coding RNA LINC01088 is associated with the poor prognosis of epithelial ovarian cancer patients // Eur Rev Med Pharmacol Sci. — 2018. — Vol.22(18). — P. 5836–5841.
10. Ebata T., Yunokawa M., Yoshida H. et al. The Prognostic Impact of the Pathological Response to Neoadjuvant Dose-Dense Therapy for Ovarian Carcinoma // Int. J. Gynecol Cancer. — 2017. — Vol.27 (9). — P. 1850–1855.
11. Jones M.R., Kamara D., Karlan B. Y. et al. Genetic epidemiology of ovarian cancer and prospects for polygenic risk prediction // Gynecol Oncol. — 2017. — Oct 17. Epub ahead of print
12. Labrie M., De Araujo L., Communal L. et al. Tissue and plasma levels of galectins in patients with high grade serous ovarian carcinoma as new predictive biomarkers // Sci Rep. — 2017. — Vol.7(1). — P. 13244.
13. Pavlov M.J., Ceranic M. S., Latincic S. M. et al. Cytoreductive surgery and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy for the treatment of advanced epithelial and recurrent ovarian carcinoma: a single center experience // Int J Hyperthermia. — 2017. — Sep 7:1–6. Epub ahead of print.
14. Poole E.M., Konstantinopoulos P.A., Terry K. L. Prognostic implications of reproductive and lifestyle factors in ovarian cancer // Gynecol Oncol. — 2016. — Vol.142(3).-P.574–87.

15. Xie X., Yang M., Ding Y. et al. Formyl peptide receptor-2 expression predicts poor prognosis and promotes invasion and metastasis in epithelial ovarian cancer // *Oncol Rep.* — 2017. — Oct 13. [Epub ahead of print]
16. Zhao C., Li S., Zhao M. et al. Prognostic values of DNA mismatch repair genes in ovarian cancer patients treated with platinum-based chemotherapy // *Arch Gynecol Obstet.* — 2017. — Oct 23. [Epub ahead of print]

---

© Цандекова Мариэтта Рафаэловна ( tsandekovamari@mail.ru ).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Алтайский государственный медицинский университет

# ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОФИЛАКТИКИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

**Чернецов Иван Антонович**

Пензенский Государственный Университет

*ivan-chernecov@yandex.ru*

**Зюлькина Лариса Алексеевна**

Д.м.н., доцент, Пензенский Государственный

Университет

## THE MAIN DIRECTIONS OF PREVENTION OF DENTAL DISEASES

**I. Chernetsov  
L. Zulkina**

*Summary.* Preventive medicine is one of the priorities in the set of measures to improve life quality of the population of the Russian Federation. Nowadays great attention is paid to dental diseases prevention. It is carried out to prevent the development of periodontitis and caries from early childhood.

Among all the types of preventive measures, the primary role is played by the primary prevention which allows to completely prevent the disease and reach a broad spectrum of the population. Investments in the preventive medicine development do not only significantly affect the improvement of the nation health but also bring significant economic benefits both to the health care system and to the state as a whole.

*Keywords:* dental prophylaxis, caries, parodontid, primary prevention, secondary prevention.

*Аннотация.* Профилактическая медицина является приоритетным направлением в комплексе мер по улучшения качества жизни населения Российской Федерации. В настоящее время большое значение уделяется проведению профилактических мероприятий стоматологических заболеваний уже с раннего детского возраста для предотвращения развития пародонтитов и кариеса. Среди всех видов профилактики главная роль отводится первичной, позволяющей полностью предотвратить заболевание и охватывать широкие слои как детского, так и взрослого населения. Инвестиции в развитие профилактического направления в медицине не только существенно отражаются на улучшении здоровья нации, но и приносят значимый экономический эффект как системе здравоохранения, так и государству в целом.

*Ключевые слова:* стоматологическая профилактика, кариес, пародонтит, первичная профилактика, вторичная профилактика.

### Введение

**Н**аиболее важной проблемой в стоматологии является профилактика развития кариеса зубов у детей, подростков и взрослых. Особое значение уделяется гигиеническому воспитанию, поскольку основу этиологии и патогенеза данной патологии составляют отрицательные привычки человека, среди которых: чрезмерное употребление сахара, нарушение гигиены полости рта и т.д. [1].

Реализация и разработка профилактических стоматологических программ, имеющих различные объемы, цели и масштабы относится к наиболее перспективным методам [1,2].

Актуальность проблемы профилактики развития стоматологических заболеваний в разных возрастных периодах, начиная с детского объясняется высокой интенсивностью основных стоматологических заболеваний (кариес зубов и болезни пародонта) среди населения.

### Цель исследования

Анализ литературных данных, посвященных вопросам основных направлений профилактики стоматологических заболеваний.

Профилактика представляет собой комплекс государственных, коллективных, семейных и индивидуальных мероприятий, которые направлены на предупре-

ждение развития заболеваний и сохранность здоровья населения [1,3].

Целью профилактической стоматологии является предотвращение развития заболеваний полости рта и контроль над ними, причем профилактика имеет первостепенное значение.

Выделяют следующие виды профилактики: первичная, вторичная и третичная.

Под первичной понимают систему мероприятий, которые направлены на предупреждение развития стоматологических заболеваний вследствие устранения причин и условий их возникновения, а также на повышение устойчивости организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей, производственной и бытовой сред.

Вторичная профилактика представляет комплекс мер, которые должны быть направлены на предотвращение рецидивов и осложнений заболеваний.

Основной задачей третичной профилактики является реабилитация стоматологического статуса путем сохранения функциональных возможностей органов и тканей челюстно-лицевой области, в основном путем проведения метода замещения [3].

Важно отметить, что планирование лечебно-профилактической стоматологической помощи должно основываться на ситуационном анализе результатов эпидемиологических исследований, частота которых должна составлять не менее 5 лет (Леус). При этом данные эпидемиологических исследований позволяют не только оценить распространенность и интенсивность основных стоматологических заболеваний, но и определить качество оказания стоматологической помощи, а также сравнить уровни заболеваемости в различных регионах страны. Кроме того, подобные исследования позволяют определить приоритеты в развитии здравоохранения и более адресно использовать имеющиеся средства на удовлетворение нужд населения в стоматологической помощи.

Исследования последних лет свидетельствуют о том, что инвестиции в развитие профилактической медицины не только существенно отражаются на улучшении здоровья нации, но и приносят значимый экономический эффект как системе здравоохранения, так и государству в целом. [5].

В литературных данных особое значение придается направлениям, позволяющим полностью предотвратить заболевание (т.е. методам первичной профилактики).

При этом реабилитация (третичная профилактика) представляется наименее ценной с точки зрения предупреждения заболеваний. Меры, способствующие замедлению развития болезни (вторичная профилактика), занимают промежуточное положение.

В свою очередь первичная профилактика по срокам проведения подразделяется на: антенатальную (мероприятия, проводимые среди контингента беременных женщин и направленные на предупреждение формирования у плода и постнатальную (меры, осуществляемые в постнатальном периоде). Первичная профилактика может быть этиотропной (направлена на уменьшение возможности воздействия причин, способствующих развитию заболевания) и патогенетической (необходима для предотвращения патологических изменений в полости рта). Ряд исследователей считают, что при внедрении комплексных профилактических программ у школьников на основании ситуационного анализа результатов эпидемиологических исследований необходимо учитывать уровень физического развития и структуру общей заболеваемости детей и подростков. [10,11,13].

Согласно данным литературы по степени охвата ими контингентов населения и видам профилактических мероприятий различают следующие методы профилактики: массовую, коллективную и индивидуальную.

К методам массовой профилактики относится фторирование питьевой воды, соли, молока; к коллективной-использование таблетированных форм фторида натрия, полоскание растворами фторидов; к индивидуальной-применение аппликаций, реминерализующих, фтористых соединений, проведение индивидуальной гигиены полости рта фторсодержащими средствами гигиены, профессиональной гигиены ротовой полости, герметизации фиссур.

Профилактические мероприятия могут быть проведены путем проведения стоматологического просвещения населения; обучения правилам рационального питания и правилам гигиенического ухода за ротовой полостью; эндогенного использования препаратов фтора; применения средств местной профилактики.

Стоматологическое просвещение населения осуществляется посредством проведения бесед, лекций, семинаров, уроков здоровья и игр.

Стоматологическое просвещение соответственно количеству вовлеченного в данный процесс населения, может быть массовым, групповым и индивидуальным; по методам воздействия- активным (с участием населения) и пассивным (активное участие населения не требу-

ется). Важным преимуществом активного просвещения среди населения является организация взаимосвязи и взаимодействия специалиста и аудитории, что обеспечивает лучший результат воздействия [1,2,4]

В настоящее время в Российской Федерации функционируют Центры здоровья для детей и взрослых, где все желающие могут быть осмотрены гигиенистом стоматологическим, им будут даны необходимые рекомендации по соблюдению правил гигиены полости рта и объяснены выявленные патологические процессы [3,4].

Важно отметить, что особой проблемой является тот факт, что разработка и реализация профилактических мероприятий чаще всего проводятся в крупных городах России. При этом больше половины жителей Российской Федерации проживает в небольших городах с населением менее 50-ти тысяч человек, имеющие существенные отличия в структуре экономики, образе жизни, состоянии медицинской помощи. [6].

По-прежнему вызывают интерес исследования, посвященные изучению влияния климато-географических факторов на уровень стоматологической заболеваемости в различных регионах. Показатели здоровья человека, как известно, находятся в тесной зависимости от климатогеографических, социальных, экологических факторов региона. Разработка эффективных профилактических программ должна проводиться с учётом состояния среды обитания, оказывающей значительное влияние на формирование здоровья, которое, вне всякого сомнения, является результатом взаимодействия организма с окружающей средой. [7,8,9,10,14].

Ряд исследователей обращают особое внимание на необходимость целенаправленного изучения уровня стоматологической заболеваемости работников вредных производств и разработки профилактических мер по улучшению уровня их стоматологического здоровья и улучшения качества жизни. [12].

В соответствии с Федеральным законом «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» (2011) приоритетом в охране здоровья являются социальная защищенность граждан в случае утраты здоровья, однако на сегодняшний день ученые обращают внимание на недостаточное количество исследований по изучению уровня стоматологической помощи и нуждаемости в ней лиц, имеющих инвалидизирующие заболевания. Пациенты с ограниченными возможностями здоровья требуют особого подхода при организации им профилактических стоматологических мероприятий. [14].

**Выводы:** Профилактические стоматологические мероприятия являются необходимыми для предупреждения возникновения и развития заболеваний полости рта. Расширение существующих программ профилактики способствует резкому снижению показателя интенсивности кариеса зубов и болезней пародонта, сопровождающегося уменьшением случаев потери зубов в молодом возрасте и возрастанием количества детей и подростков, имеющих интактные зубы. При этом только совместная работа родителей, пациентов, врачей-стоматологов и гигиенистов может способствовать гармоничному росту и развитию зубочелюстной системы ребенка, а впоследствии и обеспечению здорового состояния ротовой полости у взрослых.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Саакян Э. С., Журбенко В. А. Профилактика в стоматологии — основные ее направления и пути решения // Молодой ученый. — 2015. — № 10. — С. 450–454. — URL <https://moluch.ru/archive/90/18622/> (дата обращения: 15.05.2019).
2. Журбенко В. А., Саакян Э. С. Москва «Профилактика — будущее стоматологии» // Успехи современного естествознания № 12 (часть 5), 2014 г. — 672с.
3. Журбенко В. А., Саакян Э. С. «Гигиена полости рта как метод профилактики заболеваний пародонта». Актуальные проблемы и достижения в медицине // Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции, № 2, Самара, 2015 г. — 152–154 с.
4. Добровольская П. Э., Ковалёва А. С. Профилактика стоматологических заболеваний в современном обществе // Международный журнал экспериментального образования. — 2015. — № 11–6. — С. 840–847.
5. Вазиева А. К., Золотов Р. В., Анализ распространения пораженности кариесом зубов у различных возрастных групп населения РСО — Алания // Сборник научных трудов XII научной конференции молодых ученых и специалистов СОГМА «Молодые ученые — медицине» 2013, с. 44–46.
6. Камалова Г. Р. Влияние различных факторов на стоматологическую заболеваемость // Уральский медицинский журнал. — 2011. — № 5. — С. 5–8.
7. Хонгоров В. А., Гринин В. М. Состояние стоматологической помощи населению Республики Калмыкия и перспективы её развития с учётом климато-географического фактора // Российский стоматологический журнал, 2011, № 6, — С. 27–30.
8. Водолацкий, В. М. Распространённость зубочелюстных деформаций у детей в различных регионах Ставропольского края / В. М. Водолацкий, А. М. Угримова, А. А. Некрасова // Сб. статей научно-практической конференции педиатров и неонатологов, посвященная 80-летию чл.- корр. РАМН профессора К. В. Орехова. — Ставрополь, 2011- С. 253–255.
9. Максимовская Л. Н., Михаревич Н. Б., Соколова М. А. Распространенность пятнистости и гипоплазии эмали среди населения Ямало-Ненецкого автономного округа // Dental Forum. — 2012. — Т. 43, № 2. — С. 24–27.

10. Косюга С.Ю., Киселева О. С., Богомолова Е. С., Бадеева Т. В., Матвеева Н. А. Стоматологическое здоровье школьников // Нижегородский Медицинский Журнал. — Нижний Новгород. — 2008. — № 2, вып.2, С. 82–84.
11. Д.В. Кудаква. Влияние фторидсодержащих зубных паст на концентрацию фторида в ротовой жидкости. // Dental Forum. — 2011. — № 3 (39). — С. 71–72.
12. С.И. Гажва, Лесков А. С. Распространенность и интенсивность кариеса зубов у работников химического производства / С. И. Гажва, А. С. Лесков // Сборник научных статей и тезисов XXI международного конгресса «Здоровье и образование в XXI веке». — 2011. С. — 410–411.
13. Анализ показателей стоматологической заболеваемости 12-летних детей Пензенского региона / Зюлькина Л. А., Емелина Г. В., Надейкина О. С., Иванов П. В., Суворова М. Н. // Журнал «Современные проблемы науки и образования»– 2014. — № 5; URL: <http://www.science-education.ru/119-14626>.
14. Распространенность и интенсивность кариеса и болезней пародонта у инвалидов по слуху в Пензенском регионе / М. Н. Суворова, П. В. Иванов, Л. А. Зюлькина, Г. В. Емелина, Н. К. Кузнецова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Сер.: Медицинские науки. — 2015. — № 4 (36). — С. 115–123.
15. М. Н. Суворова, Л. А. Зюлькина, Г. В. Емелина, Н. К. Кузнецова, Г. А. Капралова Сравнительный анализ уровня гигиенических стоматологических знаний инвалидов по слуху г. Пензы и Пензенской области /// Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Сер.: Медицинские науки. — 2015. — № 3 (35). — С. 143–151.
16. Леус П. А. Профилактическая коммунальная стоматология / Москва: Медицинская книга. 2008. — 444 .

© Чернецов Иван Антонович (ivan-chernecov@yandex.ru), Зюлькина Лариса Алексеевна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



## НАШИ АВТОРЫ    OUR AUTHORS

**Anaschenkova T.** — PhD, associate Professor, Smolensk state medical University

**Andryukhin A.** — Candidate of technical science, associate Professor, FGBOU VO MIREA - Russian Technological University  
pr1110@list.ru

**Anuashvili A.** — Doctor of sciences, main scientist, Institute of control sciences of Russian academy of sciences  
5178807@mail.ru

**Asatryan A.** — Novocherkassk Reclamation Engineering Institute named after A.K. Kortunov FSBEI HE Donskoy State Agrarian University

**Averina A.** — Candidate of medical science, State Budgetary Healthcare Institution RM "Republican Clinical Hospital №4"

**Avsetsin Y.** — Post-graduate student, Novocherkassk Reclamation Engineering Institute named after A.K. Kortunov FSBEI HE Donskoy State Agrarian University

**Berseneva E.** — Doctor of Medical Sciences, National Research Institute for public health (Moscow)  
eaberseneva@gmail.com

**Bondarenko R.** — National research University Moscow aviation Institute  
rnikbond@gmail.com

**Bondarev A.** — Candidate of technical Sciences, associate Professor, Kumertau branch of the Federal state budgetary educational institution of higher education, «Orenburg state University»  
bondarevav@kfosu.edu.ru

**Budina A.** — PhD, research Intern, Wistar Institute, Philadelphia, USA

**Candekova M.** — Postgraduate student, Altay State Medical University  
tsandekovamari@mail.ru

**Chekotilo E.** — Candidate of technical sciences, associate professor, Samara state technical university  
e\_chekotilo@mail.ru

**Chernetsov I.** — Penza State University  
ivan-chernecov@yandex.ru

**Davreshyan G.** — Peoples Friendship University of Russia

**Davydkin V.** — Candidate of Medical Sciences, associate professor, National Research Mordovia State University

**Demenkova T.** — Ph.D, associate professor, MIREA - Russian Technological University (Moscow)

**Ellibaev Y.** — Peoples Friendship University of Russia

**Fedotova N.** — Candidate of Medical Sciences, Assistant, Peoples Friendship University of Russia

**Feoktistova N.** — PhD in Biological sciences, associate professor, P.A. Stolypin Ulyanovsk State Agricultural University  
feokna@yandex.ru

**Fishchev S.** — Doctor of medicine, Professor, FGBOU VO ST. Petersburg State Pediatric Medical University Of The Ministry Of Health Of The Russian Federation  
super.kant@yandex.ru

**Galstyan S.** — Assistant, FGBOU VO ST. Petersburg State Pediatric Medical University Of The Ministry Of Health Of The Russian Federation  
samvel.galstyan.2012@mail.ru

**Garbuznyak E.** — Post-graduate student, Bryansk State Technical University  
goldfenix@mail.ru

**Gasanova Z.** — Candidate of Medical Sciences, Senior Lecturer, Peoples Friendship University of Russia

**Gerasimova T.** — Saratov State Medical University

**Gevorkyan A.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Peoples Friendship University of Russia

**Glushenko D.** — Far Eastern State Medical University, Khabarovsk; Medical Center «Asklepiy», Vladivostok  
deglush@gmail.com

**Golubev A.** — Candidate of Medical Sciences, associate professor, National Research Mordovia State University

**Goryacheva V.** — Russian University of transport (MIIT)  
goriachevavera@bk.ru

**Isaev I.** — Industrial University of Tyumen  
NaviVeasi@gmail.com

**Ivanisova N.** — Candidate of biology, professor, Novochoerkassk Reclamation Engineering Institute named after A.K. Kortunov FSBEI HE Donskoy State Agrarian University  
nadya80y@mail.ru

**Karnaeva A.** — Candidate of Medical Sciences, Senior Lecturer, Peoples Friendship University of Russia

**Karpovich E.** — Saratov State Medical University

**Karsanov A.** — Candidate of Medical Sciences, docent, North Ossetian State Medical Academy (Vladikavkaz)  
karsan@inbox.ru

**Kasyuk, S.** — South Ural State Medical University  
sergey.kasyk@gmail.com

**Khabadze Z.** — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Peoples Friendship University of Russia  
dr.zura@mail.ru

**Kichigina O.** — Candidate of technical sciences, associate professor, Saint Petersburg state marine technical university  
olga1986kichigina@gmail.com

**Kodzhakova F.** — Peoples Friendship University of Russia

**Kosyakova E.** — Resident, Chita State Medical Academy, Chita

**Kozlov S.** — Doctor of political science, Professor of the Institute of world civilizations, Moscow; Professor of the Lomonosov Moscow State University, Moscow  
kozlovsd@inbox.ru

**Krovikova A.** — Ph.D., Associate Professor, FGBOU IN MGAVMiB-MBA them. K.I. Scriabin

**Kryagenkov K.** — Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «MIREA – Russian Technological University» (Moscow)  
konstantin@mirea.ru

**Kultchiev A.** — Doctor of Medical Sciences, professor, North Ossetian State Medical Academy (Vladikavkaz)  
kulchiev.ahsarbek@yandex.ru

**Kurinskaya L.** — Candidate of biology, assistant professor, Novochoerkassk Reclamation Engineering Institute named after A.K. Kortunov FSBEI HE Donskoy State Agrarian University  
lyubov.kurinskay@mail.ru

**Logachev V.** — Doctor of Technical Sciences, Professor, Industrial University of Tyumen

**Lunev M.** — PhD, Associate Professor, Kursk State Medical University Ministry of Health of the Russian Federation

**Maiorov P.** — Postgraduate, P.A. Stolypin Ulyanovsk State Agricultural University  
pavelmayorovv@yandex.ru



**Makahanyuk Z.** — Graduate student, Russian State Social University  
Nanochka16@mail.ru

**Markina, N.** — South Ural State Medical University  
markina.nel@yandex.ru

**Maslov A.** — Post-graduate student, Immanuel Kant Baltic Federal University  
mail@alexmaslov.com

**Maximenya M.** — Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher, Chita State Medical Academy, Chita

**Melnichuk I.** — Immanuel Kant Baltic Federal University  
i.melnichuk95@mail.ru

**Mezentsev A.** — Candidate of Physic-Mathematical Sciences, Ural State University of Railway Transport  
amezentsev@usurt.ru

**Mintsaev M.** — Peoples Friendship University of Russia

**Mishkin I.** — Tula State University  
ilya.mischckin@yandex.ru

**Mkrtchyan G.** — Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, FGBOU IN MGAVMiB-MBA them. K.I. Scriabin  
Milan1011@mail.ru

**Molchanov A.** — Budgetary institution of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug - Ugra "District Cardiological Dispensary" Center for Diagnostic and Cardiovascular Surgery "  
amolchanov432@gmail.com

**Morozov A.** — Candidate of Medical Sciences, docent, North Ossetian State Medical Academy (Vladikavkaz)  
docentmorozov@yandex.ru

**Osipova Y.** — Saratov State Medical University  
osipova-sgmu@mail.ru

**Ostovskaya L.** — Saratov State Medical University

**Pateyuk A.** — Doctor of medical sciences, professor, Transbaikal State University, Chita  
pateykand@yandex.ru

**Pavlova S.** — Candidate of medical Sciences, Assistant, FGBOU VO ST. Petersburg State Pediatric Medical University Of The Ministry Of Health Of The Russian Federation  
svetap\_75@mail.ru

**Perisaeva E.** — Laborant, North Ossetian State Medical Academy (Vladikavkaz)  
perisaeva.elinka@yandex.ru

**Piskaryov D.** — FGBOU IN MGAVMiB - MBA them. K.I. Scriabin

**Polyanichko M.** — Candidate of technical Sciences, associate Professor of PGUPS, St. Petersburg  
polyanichko@pgups.ru

**Pryanikov I.** — Graduate student, National Research Mordovia State University

**Puzireva M.** — Assistant, FGBOU VO ST. Petersburg State Pediatric Medical University Of The Ministry Of Health Of The Russian Federation  
seven-spb@yandex.ru

**Rakova T.** — PhD, Associate Professor, Kursk State Medical University Ministry of Health of the Russian Federation

**Romanenkov A.** — Candidate of technical Sciences, Associate Professor, National research University Moscow aviation Institute; Senior researcher, Federal state institution "Federal research center "Informatics and management" of the Russian Academy of Sciences"  
romanaleks@gmail.com

**Romashkin V.** — Budgetary institution of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug - Ugra "District Cardiological Dispensary" Center for Diagnostic and Cardiovascular Surgery "  
romashkin@cardioc.ru

**Rozumnaya L.** — Cand. biol. Sciences, Associate Professor; Senior Researcher, All-Russian Research Institute of Irrigation Fish Farming  
rozumnaya65@mail.ru

**Semenova D.** — Peoples Friendship University of Russia

**Sevastyanov A.** — Doctor of medicine, associate Professor, FGBOU VO ST. Petersburg State Pediatric Medical University Of The Ministry Of Health Of The Russian Federation  
ardy.dkr@mail.ru

**Shamaeva O.** — Candidate of Technical Sciences, National Research University "MPEI", Russia, Moscow

**Shamaeva T.** — South Ural State Medical University  
shamtan@rambler.ru

**Shpieva E.** — Postgraduate, MIREA - Russian Technological University (Moscow)  
elizashpieva@gmail.com

**Shvedov N.** — Post graduate student, National Research University "MPEI", Russia, Moscow  
Shvedovn@gmail.com

**Sivolapov K.** — Professor, NGIUV – branch of FGBOU DPO RMAPO of the Ministry of health of the Russian Federation  
k.a.sivolapov@mail.ru

**Skrypnik L.** — Immanuel Kant Baltic Federal University  
LSkrypnik@kantiana.ru

**Slonova V.** — Candidate of Medical Sciences, Senior Lecturer, Peoples Friendship University of Russia

**Soloviev A.** — Doctor of medical Sciences, Professor, Smolensk state medical University  
Aleksolo46@yandex.ru

**Terekhov M.** — Peoples Friendship University of Russia

**Tereshkov P.** — Candidate of Medical Sciences, Chita State Medical Academy, Chita

**Trukhin G.** — RSU of Oil and Gas. I.M. Gubkin  
Glebtrukhin1402@gmail.com

**Urvantseva, I.A.** — Budgetary institution of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug - Ugra "District Cardiological Dispensary" Center for Diagnostic and Cardiovascular Surgery "  
urvantseva@cardioc.ru

**Valitov A.** — Graduate student, NGIUV – branch of FGBOU DPO RMAPO of the Ministry of health of the Russian Federation  
valitov-artem@yandex.ru

**Varnavsky V.** — Postgraduate student, Tyumen state University  
vvv\_90\_08@mail.ru

**Vasilev D.** — Doctor of Sciences (Biology), professor, P.A. Stolypin Ulyanovsk State Agricultural University  
dav\_ul@mail.ru

**Vilkov A.** — Candidate of Medical Sciences, associate professor, National Research Mordovia State University  
vilkov\_a\_v@mail.ru

**Yagupov S.** — Candidate of Physic-Mathematical Sciences, Ural State University of Railway Transport  
Sya\_s@mail.ru

**Yesayan Z.** — MD, Professor, Kursk State Medical University Ministry of Health of the Russian Federation  
Zaven1974@mail.ru

**Zaitsev D.** — Candidate of Technical Sciences, 12 Central Institute of Scientific and Research, Russia, Sergiev Posad-7

**Zakharov A.** — Doctor of technical Sciences, Professor, Tyumen state University

**Zelenova A.** — Dental clinic №3, Saratov

**Zhilyaeva M.** — Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor, Transbaikal State University, Chita

**Zubkova V.** — Dr. biol. sciences, professor, Russian State Social University  
vmzubkova@yandex.ru

**Zulkina L.** — Doctor of medical Sciences, associate Professor, Penza State University

## Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

**За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.**

Редакционная коллегия оставляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

### Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением “.doc”, или “.rtf”, шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускаются.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Литература составляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

### Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

### Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0-11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные - 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф-редактору научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» ( e-mail: [redaktor@nauteh.ru](mailto:redaktor@nauteh.ru) ).

