

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№1 2021 (ЯНВАРЬ)

Учредитель журнала
Общество с ограниченной ответственностью
«НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Журнал издается с 2011 года.

Редакция:

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

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

Издатель:

Общество с ограниченной ответственностью
«Научные технологии»

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

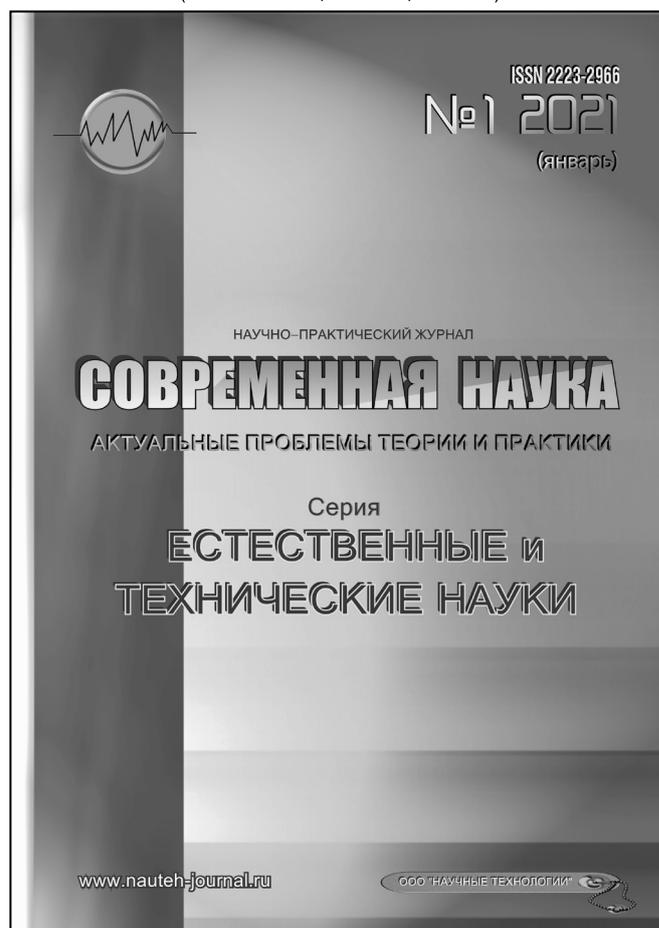
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(БАК 05.13.00, 03.02.00, 14.01.00)



В НОМЕРЕ:

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

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

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

Журнал отпечатан в типографии
ООО «КОПИ-ПРИНТ» тел./факс: (495) 973-8296
Подписано в печать 25.01.2021 г. Формат 84x108 1/16
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.

ISSN 2223-2966



Редакционный совет

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Общая биология

**Алиева К. Г., Даниялова П. М.,
Абдулмуталимова Т. О., Магомедов А. М.,
Зайнудинова А. И., Насрулаева Р. А.**—
Анализ волос и питьевой воды жителей
разных зон Республики Дагестан
*Alieva K., Daniyalova P., Abdulmutalimova T.,
Magomedov A., Zaynudinova A., Nasrulaeva R.*—
Hair analysis of residents of different zones
of the Republic of Dagestan 7

**Бебякова Н. А., Шабалина И. А., Афиногенова О. А.,
Астрейко М. О.**—Полиморфизм гена AGT (rs699)
и профессиональная спортивная успешность (обзор)
Bebyakova N., Shabalina I., Afinogenova O., Astreiko M.—
Polymorphism of Agt gene (rs699) and professional
sports achievements (review)..... 12

Макарова Е. А., Остапенко В. А.—Влияние
антропогенного загрязнения на состав
орнитофауны парков города Москвы
Makarova E., Ostapenko V.—Influence
of anthropogenic pollution on the
composition of avifauna in Moscow parks 16

Саед Манас, Запруднова Е. А., Смирнов М. В.—
Роль антиоксидантных ферментов в конденсате
выдыхаемого воздуха при хронической болезни
легких у больных Владимирской области
Saed Manas, Zaprudnova E., Smirnov M.—
Role of antioxidant enzymes in expired
air condensate in chronic pulmonary disease
in patients of Vladimir region 24

Сосков А. В.—Влияние деятельности
железнодорожного транспорта на окружающую
среду Калужской области. Пути решения
экологических проблем
Soskov A.—Impact of railway transport activities
on the environment of the Kaluga region.
Ways of solving environmental problems 30

Трибун М. М., Жуков А. В.—Цилиатное население
аэротенков очистных сооружений г. Хабаровска
Tribun M., Zhukov A.—Ciliate population of aeration
tanks of Khabarovsk treatment facilities. 35

Юсифова А. А.—Общая характеристика
фитопатогенных грибов, встречающихся
на некоторых кормовых растениях Азербайджана
Yusifova A.—General characteristics
of phytopathogenic fungi meeting
on some fodder plants of Azerbaijan..... 42

Информатика, вычислительная техника и управление

Андрюхин А. Г., Грачев Н. Н., Львов Н. С.—
Разработка и анализ метода повышения
защищенности аппаратного и программного
обеспечения промышленных объектов,
работающих на основе локальных
вычислительных сетей различных
иерархических структур
Andryukhin A., Grachev N., Lvov N.—Development
and analysis of a method for increasing
the security of hardware and software of industrial
facilities operating on the basis of lans of various
hierarchical structures. 47

**Барзолеевская А. Ф., Кондрашкин Д. А.,
Самойлов В. Е., Волков С. Д.**—Анализ
возможности использования биометрической
аутентификации для разграничения доступа
в облачных системах
*Barsolevskaya A., Kondrashkin D., Samoylov V.,
Volkov S.*—Analysis of the possibility
of using biometric authentication
for access control in cloud systems 53

**Барзолеевская А. Ф., Кондрашкин Д. А.,
Самойлов В. Е., Царегородцев А. В.**—Сравнение
алгоритмов машинного обучения классификации
интернет-публикаций
*Barsolevskaya A., Kondrashkin D., Samoylov V.,
Tsaregorodtsev A.*—Comparison of machine learning
algorithms of internet publications classification..... 58

Богданова Д. Р., Сазонова Е. Ю., Асылгужин А. Ф. — Автоматизированный учет эмоций клиентов в процессе оказания туристических услуг <i>Bogdanova D., Sazonova E., Asylguzhin A.</i> — Automated accounting of customer emotions in the process of providing travel services. 64	Пономарева К. А., Ступина А. А., Федорова А. В., Корпачева Л. Н. — Построение обоснованных классификационных моделей при принятии решений и прогнозировании <i>Ponomareva K., Stupina A., Fedorova A., Korpacheva L.</i> — Building justified classification models for decision making and forecasting 109	
Гель В. Э., Евдокимов Е. В., Сенин О. Г. — Обоснование принципов построения канала управления, телеметрии и информационных каналов малогабаритных БПЛА <i>Gel V., Evdokimov E., Senin O.</i> — Justification of the principles of construction of the control channel, telemetry and information channels of small UAV 69	Соловьев С. В. — Формирование требований к автоматизированной системе контроля состояния современных космических аппаратов <i>Solovyov S.</i> — Formation of requirements for an automated system for monitoring the state of modern spacecraft 115	
Гончарова А. Б., Колпак Е. П. — Математическое моделирование лечения новообразования методом иммунотерапии <i>Goncharova A., Kolpak E.</i> — Mathematical modeling of the cancer treatment based on immunotherapy. 74	Тукмаков Д. А. — Численная модель осаждения полидисперсной твердой компоненты аэрозоля на пластину в движущемся дозвуковом высокоскоростном потоке <i>Tukmakov D.</i> — Numerical model of deposition of a polydisperse solid aerosol component on a plate in a moving subsonic high-velocity flow 121	
Карякин А. Т. — Особенности использования RFID-технологий для автоматизации промышленных процессов <i>Karyakin A.</i> — Features of using RFID technologies for industrial process automation. 79	Филимонов В. В., Сускин В. В. — Методы оценки и повышения производительности многопроцессорных вычислительных систем <i>Filimonov V., Suskin V.</i> — Methods for evaluating and improving the performance of multiprocessor computing systems 127	
Коновалов А. А., Ромашкова О. Н. — Модели бизнес-процессов по осуществлению рейтингового оценивания деятельности организаций медико-социального профиля <i>Konovalov A., Romashkova O. N.</i> — Business process models for the activities rating of medical and social organizations. 83	Клиническая медицина	
Монастырев В. В., Молодяков С. А. — Применение методов машинного обучения для анализа интересов пользователей <i>Monastyrev V., Molodyakov S.</i> — The application of machine learning methods for the analysis of user interests. 97	Абдурахманов Г. Г., Расулов И. М., Аталаев М. М. — Влияние отдаленных биологических последствий, интенсивности применения ядохимикатов и минеральных удобрений на заболеваемость болезнями слизистой полости рта и пародонта у взрослого населения сельской местности республики Дагестан <i>Abdurakhmanov G., Rasulov I., Atalaev M.</i> — The influence of the long-term biological consequences, the intensity of the use of pesticides and mineral fertilizers on the incidence of diseases of the oral mucosa and periodontium in the adult population of the rural of the Republic of Dagestan 132	
Никоненко Н. Д. — Определение коридора ожидаемой доходности рискованного актива при известном порядке скупки акций <i>Niconenko N.</i> — Determination of the expected return corridor of a risky asset with a known procedure for buying shares. 102		

- Вокулова Ю. А., Жулев Е. Н.**—Сравнительная оценка времени изготовления каркасов металлокерамических искусственных коронок, созданных с помощью традиционных и цифровых технологий
Vokulova Ju., Zhulev E.—Comparative evaluation of the time of manufacture of frames of metal-ceramic artificial crown, are created using traditional and digital technologies. 137
- Волков С. В., Лобанов С. Л., Яшинов А. А., Коновалова О. Г.**—Диагностические аспекты уровня факторов роста (PDGF-BB, EPO и HGF) при раке толстой кишки
Volkov S., Lobanov S., Yashnov A., Konovalova O.—Diagnostic aspects of the level of growth factors (PDGF-BB, EPO and HGF) in colon cancer. 142
- Кардангушева А. М., Альмова И. Х., Будник А. Ф., Пшукова А. А., Урусбиева Д. М., Пшуков К. Р.**—Исследование качества жизни и уровня депрессии у пациентов с хронической болезнью почек на программном гемодиализе
Kardangusheva A., Almova I., Budnik A., Pshukova A., Urusbieva D., Pshukov K.—Tudy of quality of life and level of depression in patients with chronic kidney disease under program hemodialysis. 147
- Климов А. Г., Рожкова М. Г., Лепилин А. В., Кондратюк А. А., Фищев С. Б., Орлова И. В.**—Электромиографические показатели у пациентов с дефицитом места в зубном ряду
Klimov A., Rozhkova M., Lepilin A., Kondratyuk A., Fishchev S., Orlova I.—Electromyographic parameters in patients with a lack of space in the dentition 152
- Магомедов М. М., Магомедов Магомед Арсенович, Магомедов Магомед Абдулхаликович**—Моделирование адгезиогенеза брюшной полости и его профилактика в эксперименте
Magomedov M., Magomedov M., Magomedov M.—Modeling of abdominal adhesiogenesis and its prevention in an experiment 157
- Матросова А. В., Пахомов С. П., Шокирова У. Г., Устюжина А. С.**—Факторы риска синдрома гиперстимуляции яичников, связанные с овариальной стимуляцией
Matrosova A., Pachomov S., Shokirova U., Ystuzhina A.—Risk factors of ovarian hyperstimulation syndrome associated with ovarian stimulation 162
- Мовчан К. Н., Татаркин В. В., Дарьина М. Г., Творогов Д. А., Чернов К. Е., Жарков А. В., Артюшин Б. С., Повалий А. А.**—О клинико — патологоанатомических аспектах интерпретации данных оценки качества медицинской помощи при остром животе в случаях констатации состояния COVID — 19 (на модели перфоративной язвы двенадцатиперстной кишки)
Movchan K., Tatarkin V., Darina M., Tvorogov D., Chernov K., Zharkov A., Artyushin B., Povaliy A.—About clinical and pathological aspects in interpretation of estimated data of medical care quality in acute abdominal injury state in cases of COVID-19 identification (based on model of duodenal ulcer perforation) 165
- Молдоев М. И., Турусбекова А. К., Саед Али Аббас Рахат, Арынов З. С., Байгашкаев Э. С., Калматов Р. К.**—Роль трофологического статуса пациентов при развитии заболеваний желчного пузыря
Moldoev M., Turusbekova A., Syed Ali Abbas Rahat, Arynov Z., Baigashkayev E., Kalmatov R.—The role of the trophological status of patients in the development of gallbladder diseases. 173
- Никифоров И. А., Бурьгина Л. А., Белова М. Ю., Костюк Г. П., Подколзина О. Н.**—Коморбидные расстройства у больных шизофренией, злоупотребляющих каннабиноидами (обзор литературы)
Nikiforov I., Burygina L., Belova M., Kostyuk G., Podkolzina O.—Comorbid disorders in schizophrenic patients who abuse cannabinoids (literature review) ... 180

Пилецкая У. В., Макаров К. Ю., Соколова Т. М., Козак Ю. В. —Сравнительный анализ распространенных схем лечения бактериального вагиноза на примере женщин репродуктивного возраста, проживающих в Центральном районе г. Новосибирска	Тлупова Т. Г., Теуважукова Д. А., Теувов А. А., Базиев А. М., Ловпаче З. Н. —Новые методы выявления аггравации и симуляции у больных с офтальмопатологией при проведении медико-социальной экспертизы
<i>Piletskaya U., Makarov K., Sokolova T., Kozak Yu.</i> —Comparative analysis of common treatment regimens for bacterial vaginosis on the example of women of reproductive age living in the Central district of Novosibirsk 188	<i>Tlupova T., Teuvazhukova D., Teuvov A., Baziev A., Lovpache Z.</i> —Role of new methods for detecting malingering and simulation patients with ophthalmopathology aimed at medical and social expertise 219
Пономарев А. Э., Йигиталиев Ш. Н., Буцан С. Б., Лебедев В. В., Поляков А. В., Миловидова Т. Б. —Эктодермальная дисплазия. Систематический обзор	Эртесян А. Р., Садыков М. И., Нестеров А. М. —Обзор субтрактивного и аддитивного производства съёмных протезов для беззубых челюстей
<i>Ponomarev A., Iyigitaliyev Sh., Butsan S., Lebedev V., Polyakov A., Milovidova T.</i> —Ectodermal dysplasia. Systematic review 194	<i>Ertesyanyan A., Sadykov M., Nesterov A.</i> —Overview of subtract and additive removable prosthesis for plained jaws 223
Рухляда Н. Н., Винникова С. В., Цечоева Л. Ш. —Качественный и количественный состав микробиоты урогенитального тракта при инфицированном выкидыше	Ягафарова К. Р., Раскин Г. А., Винокуров В. Л., Мухина М. С. —Экспрессия нейроэндокринных маркеров при эндометриоидном и серозном раке яичников
<i>Ruhlyada N., Vinnikova S., Tsechoyeva L.</i> —Qualitative and quantitative composition of the urogenital tract microbiota in infected miscarriage 204	<i>Yagafarova K., Raskin G., Vinokurov V., Mukhina M.</i> —Expression of neuroendocrine markers in endometrioid and serous ovarian cancer 227
Сидорчук М. А. —Анализ программ постковидной реабилитации: проблемы и векторы развития	Яшинов А. А., Коновалова О. Г., Бурцева М. А., Яшинова Н. Б., Ханина Ю. С. —Болезнь Шенлейн-Геноха в практике хирурга
<i>Sidorchuk M.</i> —Analysis of post-ovarian rehabilitation programs: problems and vectors of development 210	<i>Yashnov A., Konovalova O., Burtseva M., Yashnova N., Hanina Yu.</i> —Schonlein-Genoch disease in the practice of a surgeon 233
Симонян Т. В. —Анализ методов диагностики пациентов с клиновидными дефектами зубов и способов лечения при поражении дентина	Информация
<i>Simonyan T.</i> —Analysis of diagnostic methods for patients with wedge-shaped dental defects and treatment methods for dentin lesions 216	Наши авторы. Our Authors. 237
	Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале 242

АНАЛИЗ ВОЛОС И ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ЖИТЕЛЕЙ РАЗНЫХ ЗОН РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

HAIR ANALYSIS OF RESIDENTS OF DIFFERENT ZONES OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN

**K. Alieva
P. Daniyalova
T. Abdulmutalimova
A. Magomedov
A. Zaynudinova
R. Nasrulaeva**

Summary. This article analyzes the microelement composition of the hair of the population of two territories: the Northern arid part (Babayurtovsky district) of the Republic of Dagestan and the quality of drinking water supply. An increased content of toxic arsenic was found in the hair of the population of Babayurt district, which is associated with its content in artesian waters used by residents as a drinking source. In the hair of residents of Tabasaran district, an imbalance of zinc and copper and a slight increase in the permissible values of lead were detected, which is most likely due to the widespread use of chemicals and poisons in agriculture.

Keywords: body, environment, toxic substances, hair analysis.

Алиева Камилла Гаджимурадовна

К.б.н., доцент, Дагестанский государственный
медицинский университет
kamilla.1974@mail.ru

Даниялова Патимат Митхатовна

К.б.н., доцент, Дагестанский государственный
медицинский университет
zoom_zoom_2213@mail.ru

Абдулмуталимова Тамила Омариевна

К.б.н., ФГБУН «Институт геологии Дагестанского
научного центра Российской академии наук»; ФГБУН
«Институт проблем геотермии Дагестанского
научного центра Российской академии наук»
tamila4@mail.ru

Магомедов Абдурахман Маллаевич

Д.б.н., профессор, Дагестанский государственный
медицинский университет
abdurahman57@mail.ru

Зайнудинова Асият Изамутдиновна

Дагестанский государственный медицинский
университет
asiyat232001@icloud.com

Насрулаева Равзанат Афендиевна

Дагестанский государственный медицинский
университет
nasrulaeva_r@mail.ru

Аннотация. Данная статья посвящена анализу микроэлементного состава волос населения двух территорий: северной засушливой части (Бабаюртовский район) Республики Дагестана и качеству питьевого снабжения. Обнаружено увеличенное содержание токсичного мышьяка в волосах населения Бабаюртовского района, что связано с содержанием его в артезианских водах, используемых жителями в качестве питьевого источника. В волосах жителей Табасаранского района выявлен дисбаланс цинка и меди и незначительное повышение допустимых значений свинца, которое скорее всего связано с широким применением химикатов и ядов в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: организм, окружающая среда, токсичные вещества, анализ волос.

Отрицательное влияние экологических факторов на состояние здоровья населения набирает все большую актуальность. Для принятия необходимых мер по предотвращению и профилактики заболеваний, определяется содержание токсичных веществ в объектах окружающей среды, связанных с дисбалансом микроэлементного статуса. Одним из методов оценки воздействия окружающей среды на состояние здоровья жителей, это

применение биологических маркеров, которые позволяют определить наличие этого вещества в тканях человека и дозу, полученную от всех источников поступления вещества. Данные биомониторинга показывают содержание вредоносных веществ в организме. Эти данные являются актуальным показателем для оценки воздействия на здоровье, для таких загрязнителей, как мышьяк, ртуть, никель, которые входят в список ВОЗ токсикантов.

Биоматериалом, используемым в медико-биологических и экологических исследованиях, являются волосы, так как они преимущественно информативный биосубстрат.

Объекты и методы исследования

Был проведён качественный анализ биоматериала (волос) и питьевой воды поселений Бабаюртовского и Табасаранского районов, отличающихся природно-климатическими особенностями.

Предметами исследований в поселениях Бабаюртовского и Табасаранского районов, где жители пользуются подземными водами для хозяйства и питьевого назначения были:

- ♦ образцы питьевой воды
- ♦ образцы биоматериалов жителей, которые проживают в поселениях.

Образцы питьевой воды и биоматериалов собирались в промытый сосуд объемом 0,5 л из полимера, предназначенного для контакта с пищевыми продуктами. Прежде сосуды ополаскивались водой, подлежащей анализу, около трёх раз. Затем заполнялись ею.

Из каждого источника брали по 2 пробы, одну из них консервировали HCl до pH 1–2. Для защиты от нагревания летом, и замораживания зимой, бутылки с водой ставили в теплоизолированную тару.

К пробе волос прилагались документы с указанием:

- ♦ места отбора: район, поселение
- ♦ время и дата отбора: число, год, месяц

Для проведения следующего анализа воды, образцы поставлялись 2 дня в лабораторию Дагестанского научного центра Российской Академии Наук с современными приборами. Изучение питьевых вод проводилось на стационарных аналитических установках в лабораторных условиях с использованием методик измерений. Содержание Ca и Mg в водах определяли трилонометрическим методом. Биокарбонатов-титрованием HCl.

Fe, Cu, Zn- атомно-адсорбционным методом. Измерение содержания мышьяка проводили атомно-абсорбционным методом. Содержащиеся в этих источниках анионы определяли методом электрокапиллярного анализа. Значения, которые были получены в ходе анализа сравнили с нормативными величинами.

Для проведения анализа нужна прядь волос длиной 3–5 см. Волосы постригались в 2–3 разных местах с за-

тылочной части, ближе к шее и далее соединялись в пучок, толщиной 2–3мм. Волосы должны быть чистыми, без лака и геля. Для хранения использовались бумажные конверты. Специальных условий хранения не требовалось.

Подготовку проб волос на анализ проводили согласно МУК 4.1.776–99 «Методы контроля. Установление содержания железа, цинка, никеля, меди в волосах методом атомной абсорбции». Образцы волос выдерживали в смеси диэтилового эфира и этилового спирта в соотношении 1:1, промывали, высушивали. Очищенные пробы хранили в эксикаторе. Для растворения волос использовали смесь азотной кислоты и перекиси водорода в соотношении 3:1, с добавлением — PdNO₃.

Данные качественного анализа питьевых вод Бабаюртовского и Табасаранского районов приведены в таблицах 1 и 2. Жирным шрифтом выделены значения, отклоняющиеся от нормативных величин.

Во всех исследованных образцах волос жителей Табасаранского района содержание меди колеблется в интервале 0,4–8,6 мкг/г, при этом для образцов 1,2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12 оно ниже физиологической нормы. Обнаружен дисбаланс по цинку. У всех представленных образцов оно также ниже физиологической нормы. Дефицит цинка может приводить к накоплению Fe, Cu, Cd

Наименьшее количество свинца характерно для образца 9, многократное превышение среднестатистических показателей в образцах 4, 12. У всех исследуемых людей значения содержания Hg и Cd в волосах находятся в пределах фоновых содержаний.

Допустимой причиной дисбаланса микроэлементного статуса волос жителей Табасаранского района может являться применение минеральных удобрений в сельском хозяйстве. Большая часть вредоносных химических веществ из почвы добавляется в водное течение, вовлекается в биологический круговорот растениями и попадает с продуктами в организм человека.

Повышенное содержание мышьяка в питьевых водах Бабаюртовского района вызвано особенностями строения поселения Северного Дагестана, гидрохимическими свойствами вод артезианского бассейна и климатом, способствующим повышению минерализации и концентрации токсичных веществ.

Для подтверждения накопления мышьяка в организме жителей Северного Дагестана, нужно проведение более точных исследований с использованием биомониторинга.

Таблица 1. Результаты анализов питьевых вод поселений Табасаранского района

Населенные пункты	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Fe _{об}	F ⁻	Cl ⁻ (350)	NO ₃ ⁻ (45)	SO ₄ ⁻	HCO ₃	As	Жестк. (7,0)	Минер. 1000мг/л	pH (6–8)
Пилиг						75,6	47,7	82,3	589,6	-	8,6	1063,9	7,7
Куркак						1,6	20,4	17,2	420,9	-	6,1	607,1	7,6
Хурик	34	70,4	14,9	0,03	0,4	2,3	14,6	8,4	347,7	-	4,7	492,7	7,6
Цантил	40	102	12,2	0,04	0,4	1,6	20,4	Na ⁺ 200	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Fe _{общ} (ПДК 0,3)	F ⁻ (1,5)	7,6
Чулат	75	105,2	24,3	0,05	0,6	17,6	21,2	129,7	96	46,2	0,04	0,5	7,6
Диргил	30	62,3	17	0,04	0,7	1,7	13,1	36,1	92,2	18,2	0,05	0,7	7,6
Хулаг	43	16,2	8,5	0,01	0,5	0,6	8,9	9,7	183	-	1,5	270,1	7,4
Татиль	35	120	32,8	0,06	0,5	22,1	57,8	64,4	445,2	-	8,7	777,7	7,7
Цанак	31	85	36,5	0,05	0,6	5,9	24	35	445,3	-	7,25	663,7	7,8
Ерси	67	98	22,2	0,06	0,7	3,2	21,6	20,3	524,9	-	6,85	777	7,7

Таблица 2. Результаты анализов питьевых вод поселений Бабаюртовского района

Населенные пункты	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Fe _{об}	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²	HCO ₃	As	Жестк. (7,0)	Минер. 1000мг/л	pH (6–8)
Львовское 1	132,3	24,45	10,09	-	0,25	59,90	-	109,6	244	30,34	2,05	561	7,7
г.Бабаюрт	240	14,53	4,99	-	0,25	41,13	-	117,80	485	65,88	1,14	795	8,14
с.Геметюбе	243,1	15,03	5,47	-	0,40	50,53	-	160,80	427	21,11	1,20	750	8,26
Татаюрт	240,6	10,42	7,66	-	0,5	58,86	-	88,9	494,1	58,6	1,15	827	7,9
Камбулат	270,3	46,80	17,73	-	0,8	97,50	-	232,8	485	42,25	3,8	629	7,82
Хамзаюрт	305,2	44,08	14,33	-	0,72	17,73	-	392,4	280,6	4,4	3,38	369	7,10
Львовское 5	148,5	47,09	26,1	-	-	64,80	-	45,8	451,4	14,5	4,5	534	6,14
Львовск	273,8	11,02	12,5	-	-	30,65	-	12	664,9	271,6	1,58	608	8,03
Скв.1. (у Новой Косы)	312	4,8	8,2	-	-	11,13	-	36	640,5	158,3	1,07	679	8,35
Скв.м/р-на «Водник»	233,1	3,8	8,14	-	-	39	-	104,2	555,1	202	0,86	780,5	7,98

Таблица 3. Содержание веществ в волосах жителей Табасаранского района

№ образца	Cu	Pb	Cd	Zn	As	Hg
1	4.0	2.8	0.0060	22.1	0.0035	0.36
2	3.4	4.4	0.0100	11.8	0.0003	0.13
3	1.8	2.3	0.0035	44.7	0	0.29
4	7.1	25.2	0.0054	12.9	0	0.78
5	3.8	2.3	0.0073	2.0	0	0.21
6	1.5	1.2	0.0033	7.2	0	0.054
7	8.6	1.4	0.0081	8.9	0	0.14
8	1.8	1.8	0.0087	14.0	0	0.063
9	0.6	0.5	0.0016	15.1	0.022	0.12
10	1.7	0.8	0.0085	5.9	0	0.12
11	5.7	1.6	0.0174	12.5	0	0.045
12	0.4	5.2	0.0033	6.4	0.016	0.055
Допустимые уровни	6.8–30	0.20–5.00	0.35–2.43	120–250	0,01–1.0	0–1

Таблица 4. Содержание мышьяка в волосах жителей Бабаюртовского района

№ /№	Концентрация As в воде (мг/л)	As в волосах (мкг/г)
1	0,132	0,330
2	0,142	0,500
3	0,152	0,300
4	0,162	0,410
5	0,172	0,300
6	0,182	0,500
7	0,192	0,300
8	0,2	0,100
9	0,202	0,452
10	0,21	0,700
11	0,212	0,300
12	0,22	0,470
13	0,222	0,330
14	0,227	0,500
15	0,23	0,486

В ходе данного исследования различия по содержанию исследуемых элементов среди мужского и женского населения выявлены не были.

Результаты

анализов питьевых вод в Бабаюртовском районе Дагестана говорят о несоответствии качества воды по содержанию мышьяка. Дальнейшее пользование этими водами для питья требует изучения с целью воздействия

на здоровье человека и окружающую среду и разработку методов очистки вод от мышьяка перед использованием.

Качество питьевой воды в Табасаранском районе соответствует нормативным требованиям, но нужно обратить внимание на содержание некоторых веществ ниже филологической нормы, что может быть причиной различных патологий. Метод биомониторинга позволил выявить изменения в микроэлементном статусе волос жителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдулмуталимова Т.О., Курбанова Л. М., Гусейнова А. Ш., Курбанисмаилова А. С. Особенности питьевого водоснабжения в аридной зоне Республики Дагестан // Аридные экосистемы. Т. 23, № 1(70) — 2017 г. — С. 93–97
2. Абдурахманов Г.М., Гасангаджиева А. Г., Габиева П. И., Махачкала Эколого-географическая обусловленность и прогноз заболеваемости злокачественными новообразованиями населения в РД.// 2009, с. 20–21.
3. Курбанова Л.М., Самедов Ш. Г., Газалиев И. М., Абдулмуталимова Т. О. Мышьяк в подземных водах Северо-Дагестанского артезианского бассейна // Геохимия. — 2013. — № 3. — С. 262–264.
4. Любченко П. Н. Скрининговые методы для выявления групп повышенного риска среди рабочих, контактирующих с токсичными химическими элементами: методические рекомендации МР 7–2/23–3129
5. Скальный А. В. Эколого-физиологическое обоснование эффективности использования макро- и микроэлементов при нарушениях гомеостаза у обследуемых из различных климато-географических регионов: Дис.д-ра мед.наук. М., 2000. 361 с.;
6. Ревич Б. А. Биомониторинг металлов в организме человека. Микроэлементы в медицине. 2005.Т.6.№ 4. С. 11–16.
7. Содержание меди и цинка в волосах населения башкирского Зауралья // Молодежный научный форум: Естественные и медицинские науки: электр. сб. ст. по материалам XX студ. междунар. заочной науч.-практ. конф. — М.: «МЦНО». — 2015 —№ 1(19) / [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF_nature/1\(19\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_nature/1(19).pdf).
8. ГОСТ Р 51593–2000 Вода питьевая. Отбор проб. [Электронный ресурс] / Информационный портал «Охрана труда России». Режим доступа: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_n_огтау/11/11182/
9. ГОСТ 31957–2012 Вода. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/56411/>.

10. ГОСТ 30178–96 Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://www. internet-law.ru/gosts/gost/9123/](http://www.internet-law.ru/gosts/gost/9123/)
11. ПНД Ф 14.1; 2; 3; 4.121–97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений pH в водах потенциометрическим методом. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/stroyka/text/44486>.
12. Сан ПиН 2.1.4.559–96 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качеств. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/stroyka/text/9742>

© Алиева Камилла Гаджимурадовна (kamilla.1974@mail.ru), Даниялова Патимат Митхатовна (zoom_zoom_2213@mail.ru), Абдулмуталимова Тамила Омариевна (tamila4@mail.ru), Магомедов Абдурахман Маллаевич (abdurahman57@mail.ru), Зайнудинова Асият Изамутдиновна (asiyat232001@icloud.com), Насрулаева Равзанат Афендиевна (nasrulaeva_r@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Дагестанский государственный медицинский университет

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНА AGT (RS699) И ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ СПОРТИВНАЯ УСПЕШНОСТЬ (ОБЗОР)

POLYMORPHISM OF AGT GENE (RS699) AND PROFESSIONAL SPORTS ACHIEVEMENTS (REVIEW)

**N. Bebyakova
I. Shabalina
O. Afinogenova
M. Astreiko**

Summary. The given article provides the summary data extracted from foreign and domestic literature sources about the impact of candidate gene AGT and its polymorphic variant T803C (rs699) on the development of athletic performance by athletes of different sport areas. The prevalence of this polymorphism is presented on the example of particular ethnic groups, with a link between T803C and certain parameters of the sportsmen's cardiovascular system functioning being considered. A role of the molecular genetic system in sports selection, as well as in the creation of individual training programs and the identification of the pathologies' risks, has been illustrated in the article.

Keywords: genetic polymorphism, T803C, AGT, sports selection, sports genetics.

Бебякова Наталья Александровна

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

Шабалина Ирина Алексеевна

*К.б.н., доцент, Северный государственный медицинский университет (г. Архангельск)
ira_sha@mail.ru*

Афиногенова Оксана Анатольевна

*Северный государственный медицинский университет (г. Архангельск)
oksana.afinogenova.97@yandex.ru*

Астрейко Мария Олеговна

*Северный государственный медицинский университет (г. Архангельск)
astreiko.mo@gmail.com*

Аннотация. В статье представлены обобщенные данные зарубежной и отечественной литературы о влиянии гена-кандидата AGT и его полиморфного варианта T803C (rs699) на развитие высоких спортивных результатов у спортсменов различной специализации. Представлена распространенность данного полиморфизма в определенных этносах. Рассмотрена взаимосвязь полиморфизма T803C с отдельными параметрами функционирования сердечно-сосудистой системы спортсменов. Показана роль молекулярно-генетического тестирования в спортивном отборе, индивидуализации тренировочного процесса и выявлении рисков профессиональных спортивных патологий.

Ключевые слова: генетический полиморфизм, T803C, AGT, спортивный отбор, спортивная генетика.

Важнейшим направлением современной спортивной медицины является эффективный отбор молодых людей, перспективных по своим наследственным качествам для занятия определенным видом спорта при минимальном риске для их здоровья.

В настоящее время известно, что генетические особенности организма могут влиять как на проявление выносливости (кардиореспираторной и/или мышечной), скоростно-силовые качества спортсмена (быстроту, взрывную или абсолютную силу), тренируемость, степень развития мускулатуры, так и на ограничение физической деятельности (риск развития сердечной патологии: в частности, гипертрофии миокарда левого желудочка, сердечной недостаточности, аритмий; а также заболеваний опорно-двигательной системы).

Наследственные факторы формирования мышечной массы определяют предрасположенность к определенному типу физической нагрузки. Так, анализ генетических особенностей организма позволяет оценить степень предрасположенности индивида к занятиям спортом в целом и конкретно к различным спортивным направлениям, что может быть использовано для большей рационализации отбора тренерами потенциально перспективных кандидатов.

Результаты молекулярно-генетического тестирования спортсменов позволяют оптимизировать тренировочный процесс за счёт подбора индивидуального режима и интенсивности нагрузки. С помощью генетического теста легче разработать эффективный подход к восстановлению формы спортсмена после тренировок

и соревнований, а также определить риск развития возможных осложнений и неблагоприятных последствий для здоровья.

Таким образом, анализ генетических маркеров, определяющих предрасположенность к физической активности, является достаточно актуальным. Данный обзор посвящен одному из изучаемых «спортивных полиморфизмов» — полиморфизму rs699 гена ангиотензиногена (AGT).

Ренин-ангиотензиновая система (РАС) играет важную роль в регуляции артериального давления. Одним из ключевых генов РАС является ген ангиотензиногена, расположенный в большом плече 1 хромосомы. В данном гене выявлено более 40 однонуклеотидных полиморфизмов. Одним из наиболее исследуемых является полиморфизм T803C, связанный с заменой тимина (Т) на цитозин (С) в 803-м положении гена, с соответствующей заменой метионина на треонин в белке (M268T). Данный полиморфизм находится во втором экзоне гена AGT, повышает уровень его экспрессии и приводит к активации ренин-ангиотензиновой системы. Известна взаимосвязь данного аллельного варианта с риском развития артериальной гипертензии и ряда других патологий сердечно-сосудистой системы [12]. По мнению некоторых авторов, rs699 связан с повышенным риском избыточной массы тела [9].

Ген AGT находится в локусе 1q42-q43, содержит 5 экзонов и кодирует синтез ангиотензиногена, который является сывороточным белком α -глобулиновой фракции, с молекулярной массой около 65 кДа. Ангиотензиноген синтезируется главным образом печенью и адипоцитами жировой ткани. Синтез данного белка находится под контролем эстрогенов, глюкокортикоидов, тиреоидных гормонов. Превращение ангиотензиногена в неактивный ангиотензин-I происходит при участии протеолитического фермента ренина. Под действием ангиотензинпревращающего фермента и ряда альтернативных путей с участием химаза, катепсина G, тонины и других сериновых протеаз, ангиотензин-I преобразуется в биологически активное вещество ангиотензин-II, который реализует свой эффект через ангиотензиновые рецепторы [4, 11].

К настоящему времени установлено, что ангиотензины являются биопептидами с широким физиологическим спектром действия. Они регулируют уровень артериального давления и почечную фильтрацию, водно-солевой баланс; участвуют в регуляции стрессорных реакций. Ангиотензины способны воздействовать на гладкомышечные клетки сосудистой стенки, вызывая вазоконстрикторный эффект. Известно влияние данных биопептидов на эндотелий сосудов и последующее из-

менение продукции оксида азота (NO) и эндотелинов. В современной литературе описывается воздействие ангиотензинов на миокард, приводящее к усилению его сокращения [1]. В частности, аллель С гена AGT коррелирует с повышенным кровяным давлением в покое или в ответ на интенсивные физические нагрузки, а также с увеличением доли быстро сокращающихся мышечных волокон [3].

В настоящее время генетические исследования ренин-ангиотензиновой системы в отношении спортивных результатов или статуса спортсмена в основном сосредоточены на гене ангиотензинпревращающего фермента (ACE) и его инсерционном / делеционном полиморфизме. Однако интересно также и изучение второго по значимости гена РАС, а именно функционального полиморфизма rs699 (M268T) в гене ангиотензиногена (AGT), на предмет ассоциации со спортивным статусом и уровнем физической работоспособности.

Отмечены этнические особенности распространенности полиморфизма T803C. Так в популяциях Европы частота аллеля 803C колеблется от 0,250 до 0,690, в то время как в азиатских популяциях аллель С встречается в интервале от 0,174 до 0,950, а в африканских — от 0,475 до 1,000 (The Allele Frequency Database; <http://alfred.med.yale.edu>).

В научной литературе существуют данные о том, что полиморфизм rs699 гена AGT связан со статусом силового спортсмена, но не спортсмена, тренирующего выносливость. Приводятся данные о достоверном различии распределения генотипов и аллелей полиморфизма T803C между спортсменами-силотиками и выносливыми спортсменами, а также между спортсменами-силотиками и лицами контрольной группы. Отмечено, что частота генотипа CC (гомозиготы по мутантному аллелю) в группе силовых спортсменов примерно в 2,2 раза выше, чем в контрольной группе и в 3,1 раза выше, чем в группе выносливости. Наибольшая частота встречаемости аллеля С также выявлена в группе силовых спортсменов, по сравнению с группой контроля и группой выносливости. Отметим, что у спортсменов силовых видов спорта преобладает анаэробная выработка энергии, в отличие от спортсменов, тренирующих выносливость, для которых характерна в большей степени аэробная энергетическая продукция. Авторы связывают значительную распространенность генотипа CC среди силовых спортсменов с его благоприятным влиянием на наращивание мышечной массы [14]. Данный факт подтверждается и другими исследованиями [6, 8].

В мировых исследованиях в области спортивной генетики выявлено, что некоторые генетические полиморфизмы связаны с элитной силой и спринтерской произ-

водительностью, и нынешняя парадигма заключается в том, что элитная производительность является полигенным признаком, с незначительным вкладом каждого варианта в уникальный спортивный фенотип. Отмечено, что полиморфизм гена AGT (rs699) имеет связь с элитными энергетическими характеристиками спортсменов; однако результаты для данного гена менее последовательны, чем, например, для гена α -актина-3 и его полиморфного варианта R577X [5].

Взаимосвязь однонуклеотидного полиморфизма гена AGT (rs699) с результатами спринтерских тестов приводится в общегеномном ассоциативном исследовании спринтерской производительности элитных юношеских футболистов с различными генетическими полиморфизмами [10].

По результатам нескольких последних мета-анализов, включающих исследование ДНК 5834 силовых атлетов и 14018 лиц контрольной группы, обнаружена значимая ассоциация полиморфизма rs699 в гене AGT со статусом силового спортсмена [13].

При анализе генетических маркеров физической работоспособности и их взаимосвязи с электрокардиографическими показателями у спортсменов юношеской лиги, выявлены отрицательные корреляции между величиной угла α в параметрах ЭКГ и генетическим полиморфизмом AGT (rs699). Этот факт свидетельствует о влиянии рецессивных гомозигот данного гена на величину указанного электрокардиографического показателя [2].

Эти данные согласуются с тем, что полиморфизм AGT (rs699) связан с массой левого желудочка сердца независимо от уровня артериального давления у обоих полов. При этом гомозиготы CC имеют большую массу левого желудочка по сравнению с гомозиготами TT как среди мужчин, так и среди женщин. Масса левого желудочка у гетерозигот TC сопоставима с таковой у гомозигот TT среди женщин и гомозигот CC среди мужчин. Следовательно, можно сделать вывод о том, что половые гормоны могут влиять на рост миокарда по-разному, в зависимости от количества T-аллелей, которые несет индивид. В исследовании, проведенном J Karjalainen (1999), показано, что сильный физиологический стимул к росту миокарда вызывает среднее увеличение массы ЛЖ на 50% у мужчин и 53% у женщин-спортсменов по сравнению с лицами контрольной группы соответствующей возрастной категории [7].

Стоит отметить, что исследования генетики спортивных результатов часто ограничены небольшим объемом выборки в отдельных исследованиях, а также неоднородностью исследуемых групп, нередко включающих спортсменов различных спортивных дисциплин. Большие, однородные, строго определенные выборки спортсменов, набранные посредством многонационального сотрудничества, помогут в проведении научных исследований генетических спортивных ассоциаций в масштабах всего генома. Такой подход позволит объективно идентифицировать потенциальные гены, влияющие на спортивные результаты, а значит быть определяющими для поиска кандидатов в соответствующие виды спорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Муженя Д. В. Патологическая роль и прогностическая значимость M235T полиморфизма гена ангиотензиногена (AGT) при болезнях сердечного континуума (БСК) // Вестн. Адыгейского гос. ун-та. Сер. 4: Естеств.-матем. и техн. науки. 2011. № 3. С. 69–81.
2. Ярышева В. Б., Шибкова Д. З. Генетические предикторы адаптации сердечно-сосудистой системы подростков к физическим нагрузкам // Казанский медицинский журнал. 2017. Т. 98. № 1. С. 63–66.
3. Aleksandra Z, Zbigniew J, Waldemar M, et al. The AGT Gene M235T Polymorphism and Response of Power-Related Variables to Aerobic Training. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2016 Dec; 15(4):616–624.
4. Azizi M., Hallouin M.-C., Jeunemaitre X., Guyene T. T., Ménard J. Influence of the M235T Polymorphism of Human Angiotensinogen (AGT) on Plasma AGT and Renin Concentrations After Ethinylestradiol Administration // *J. Clin. Endocrinol. Metab*. 2000. Vol. 85, № 11. P. 4331–4337.
5. Eynon N., Hanson E. D., Lucia A., Houweling P. J., Garton F., North K. N., Bishop D. J. Genes for elite power and sprint performance: ACTN3 leads the way. *Sport. Med*. 2013; 43:803–817. doi: 10.1007/s40279-013-0059-4.
6. Gomez-Gallego F, Santiago C, González-Freire M, Yvert T, Muniesa CA, Serratos L, Altmäe S, Ruiz JR, Lucia A. The C allele of the AGT Met235Thr polymorphism is associated with power sports performance. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2009 Dec; 34(6):1108–11. doi: 10.1139/H09-108. PMID: 20029521.
7. Karjalainen J, Kujala UM, Stolt A, Mäntysaari M, Viitasalo M, Kainulainen K, Kontula K. Angiotensinogen gene M235T polymorphism predicts left ventricular hypertrophy in endurance athletes. *J Am Coll Cardiol*. 1999 Aug; 34(2):494–9. doi: 10.1016/s0735-1097(99)00199-0. PMID: 10440164.
8. Miyamoto-Mikami E, Murakami H, Tsuchie H, Takahashi H, Ohiwa N, Miyachi M, Kawahara T, Fuku N. Lack of association between genotype score and sprint/power performance in the Japanese population. *J Sci Med Sport*. 2017 Jan; 20(1):98–103. doi: 10.1016/j.jsams.2016.06.005. Epub 2016 Jun 23. PMID: 27380726.
9. Muñoz AM, Velásquez CM, Agudelo GM, et al. Examining for an association between candidate gene polymorphisms in the metabolic syndrome components on excess weight and adiposity measures in youth: a cross-sectional study. *Genes & Nutrition*. 2017; 12:19. DOI: 10.1186/s12263-017-0567-1.
10. Pickering C, Suraci B, Semenova EA, et al. A genome-wide association study of sprint performance in elite youth football players. *J Strength Cond Res*. 2019; 33:2344–2351.

11. Procopciuc L., Popescu T., Jebeleanu G., Pop D., Zdrengha D. Essential Arterial Hypertension and Polymorphism of Angiotensinogen M235T Gene // *J. Cell. Mol. Med.* 2002. Vol. 6, № 2. P. 245–250.
12. Sethi A.A., Nordestgaard B. G., Gronholdt M. L., Steffensen R., Jensen G., Tybjaerg-Hansen A. Angiotensinogen Single Nucleotide Polymorphisms, Elevated Blood Pressure, and Risk of Cardiovascular Disease // *Hypertension.* 2003. Vol. 41, № 6. P. 1202–1211.
13. Weyerstra B, Jan et al. Nine genetic polymorphisms associated with power athlete status — A Meta-Analysis. *J Sci Med Sport.* 2018; 21(2):213–220.
14. Zarebska A, Sawczyn S, Kaczmarczyk M, Ficek K, Maciejewska-Karłowska A, Sawczuk M, et al. Association of rs699 (M235T) polymorphism in the AGT gene with power but not endurance athlete status. *J Strength Cond Res.* 2013; 27: 2898–2903. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828155b5> PMID: 23287839.

© Бебякова Наталья Александровна (nbebyakova@mail.ru), Шабалина Ирина Алексеевна (ira_sha@mail.ru),
Афиногенова Оксана Анатольевна (oksana.afinogenova.97@yandex.ru), Астрейко Мария Олеговна (astreiko.mo@gmail.com).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СОСТАВ ОРНИТОФАУНЫ ПАРКОВ ГОРОДА МОСКВЫ

INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC POLLUTION ON THE COMPOSITION OF AVIFAUNA IN MOSCOW PARKS

**E. Makarova
V. Ostapenko**

Summary. Anthropogenic transformation of the environment, including urban parks, has a significant impact on almost all groups of vertebrates, including birds. The paper analyzes the impact of anthropogenic pollution on the diversity of birds in forest parks on the example of the city of Moscow. The dependences of reducing the species diversity of birds with a high level of transformation of the biocenosis are revealed.

Keywords: species diversity, birds, noise pollution, light pollution, transformed biocenoses, route accounting.

Макарова Елена Александровна

К.б.н., доцент, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени им. К. И. Скрябина, Москва
lelemakarov@mail.ru

Остапенко Владимир Алексеевич

Д.б.н., профессор, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени им. К. И. Скрябина, Москва
v-ostapenko@list.ru

Аннотация. Антропогенная трансформация среды, в том числе и городских парков оказывает существенное влияние практически на все группы позвоночных животных, в том числе и на птиц. В работе проведен анализ влияния антропогенного загрязнения на разнообразие птиц лесопарков на примере города Москва. Выявлены зависимости снижения видового разнообразия птиц при высоком уровне трансформированности биоценоза.

Ключевые слова: видовое разнообразие, птицы, шумовое загрязнение, световое загрязнение, трансформированные биоценозы, маршрутный учет.

Экосистема города характеризуется своим особым растительным и животным миром [5]. В крупных городах трансформация окружающей природной среды оказывает значительное влияние на различные группы живых организмов, в том числе и на птиц. При этом отмечается изменение плотности населения отдельных видов, смена видового состава городских биоценозов, а также набор доминирующих, многочисленных и редких видов, изменения, участия этих групп в населении и т.п. На фоне изменяющихся условий в естественной среде, вызванных антропогенными воздействиями в виде распространения селитебных территорий, искусственных водоёмов и т.п., на территории городов отмечена значительная трансформация орнитологических комплексов по сравнению с концом XIX — серединой XX вв. [4].

Интерес представляет изменение орнитофауны крупных городов, где существуют территории с различными типами застройки, в которых лесопарки, подвержены различной степени антропогенного воздействия [3].

Птицы являются удобным объектом наблюдения, хорошо подходят для исследования общего состояния фауны той или иной среды и могут быть использованы в качестве биоиндикаторов трансформации городских экосистем. Мониторинг орнитофауны на различных

модельных участках города и лесопарков позволяет оценить общее экологическое состояние урбанизированной среды в зависимости от степени антропогенного воздействия.

Цель работы

Провести анализ влияния антропогенного загрязнения на разнообразие птиц городских парков на примере города Москва.

Процесс проникновения птиц из естественных ландшафтов в городской и приспособление их к обитанию в нем в последнее время стали называть процессом урбанизации птиц. Этот термин «урбанизация» близок к термину «синантропизация» и означает по существу синантропизацию в условиях города, синантропизация и урбанизация — это процессы одного порядка, где синантропизация есть общее понятие, а урбанизация — частное.

Город — это искусственная экосистема, в которой преобладает гетеротрофное звено пищевой цепи и из-за своей неустойчивости нуждается в постоянном подержании ее человеком, очистке атмосферного воздуха и водоемов, высадке зеленых насаждений, а также утилизации и переработки отходов [7].

Городскую биоту формируют не только растения и животные, но и в большей степени деятельность человека. Поэтому видовой состав фауны городов зависит не только от природных, но и от антропогенных факторов.

Фауна города включает в себя: а) местные виды, изначально обитающие в данной местности (архефиты); б) вселившихся в новое (неофиты) и новейшее (адвентивные виды) время [1].

В настоящее время одной из актуальных задач является изучение и сохранение биологического разнообразия растений и животных, в том числе и обитающих в городе [2].

Москва — самый крупный город страны, настоящий мегаполис, занимающий только в пределах Московской кольцевой автодороги площадь около 887 км². Очевидно, что птицы, обитающие на территории города, оказываются в специфических условиях, что и делает их привлекательным объектом разнообразных исследований — от фаунистических до ауто- и синэкологических [8].

Основу населения городских птиц составляют в первую очередь настоящие синантропы — виды, источники пищи и места гнездования которых зависят от человека. Не менее 30 последних лет наиболее многочисленными синантропными видами Москвы остаются кряква, сизый голубь и домовый воробей. С очень высокой плотностью, заведомо превышающей этот показатель за пределами мегаполиса, отмечаются серая ворона и черный стриж. Довольно многочисленны обыкновенный скворец, большая синица и белая трясогузка.

В начале XXI века в Москве в границах МКАД отмечено 245 видов птиц, из них 125 гнездящихся. Это немногим меньше числа видов птиц, которые за тот же период удалось зарегистрировать на территории Московской области (294 вида). Для сравнения: в Лондоне — 130 гнездящихся видов, в Санкт-Петербурге их 166, в Воронеже — 128, в Калининграде — 116.

Москва является достаточно зеленым городом, с большим количеством скверов, лесопарков, городских лесов и видовой состав птиц

сходен с подмосковным, однако имеются отличия. Основными видами города являются представители отряда воробьиных, самые многочисленные из которых это зяблик (плотность поющих самцов может достигать 130 особей / км²), большая синица и лазоревка, пеночка-трещотка (плотность поющих самцов до 50 ос./км²), зарянка, мухоловка-пеструшка, славка-черноголовка, пеночка-весничка и певчий дрозд. Относительно вели-

ка в Москве численность соловья, садовой камышевки, садовой славки, чечевицы, реже встречаются сорокопут-жулан, ястребиная славка, славка-мельничек, обыкновенная овсянка. Но настоящее время наблюдается сокращение численности многих видов городских птиц и изменение их видового состава [4].

Материалы и методы

Исследования проводились раз в неделю с 10 мая по 10 июня 2019 года. Это связано с особенностью миграции птиц, так как исследуемые птицы прилетают в конце апреля — начале мая. Пункты учета посещались раз в неделю, в утреннее и вечернее время. Уровень шума замерялся в утреннее время, когда уровень загруженности автотранспортом достаточно высок. А уровень светового загрязнения измерялся в вечернее время, когда включалась искусственная иллюминация.

Шум измерялся с помощью прибора «Шумомер РСЕ322 А». РСЕ-322А — это портативный, профессиональный измеритель уровня звука или децибелметр со встроенными функциями регистрации или записи данных. Рабочий диапазон от 30дБ до 130 дБ.

Измерения шумового загрязнения проводились утром в 9-ти точках лесопарка (точки указаны ниже). На данном приборе в течение 30 секунд измерялся максимальный уровень шума (в децибелах), затем в течение 30 секунд измерялся минимальный уровень шума (в децибелах), затем в программе *Excel* проводилась обработка результатов.

Также был измерен уровень **светового загрязнения**, так как это один из антропогенных факторов, негативно влияющих на птиц. Ежегодный рост светового загрязнения в разных странах Европы составляет от 6% до 12%.

Замеры уровня светового загрязнения проводились в вечернее время с помощью профессионального прибора Smart Sensor AS813. Цифровой люксметр AS813 — специализированный измерительный прибор, созданный для определения уровня освещенности в диапазоне значений от 1 до 200000 lux. На данном приборе в течение 30 секунд измерялся максимальный уровень освещенности (в люксах), затем в течение 30 секунд измерялся минимальный уровень освещенности (в люксах).

Прибор выводит на экран максимальные, либо минимальные значения шума. Обработка результатов проводилась в программе *Excel*.

Для определения количества птиц был использован маршрутный метод учета, который проводился в лесопар-

Таблица 1. Результаты измерения уровня шума и света в различных точках лесопарка Кузьминки-Люблино

Точки	Уровень шума, дБ	Уровень света, лк
1	55,50 ± 7,03	69,2 ± 2,5
2	46,61 ± 4,85	7,1 ± 1,3
3	46,86 ± 4,50	95 ± 2,1
4	48,03 ± 5,80	1,5 ± 0,5
5	48,60 ± 2,88	42,8 ± 2,1
6	49,28 ± 1,93	33,5 ± 2,8
7	42,01 ± 1,89	~0
8	49,03 ± 6,40	~0
9	51,02 ± 3,31	82,2 ± 2,4



Рис. 1. Карта-схема лесопарка Кузьминки-Люблино с отмеченными точками

ке Кузьминки-Люблино. Птицы регистрировались визуально и на слух, иногда — с помощью бинокля. При этом отмечалось, была ли птица в состоянии пролёта над маршрутом (миграции внутри города или за его пределами) или находилась в пределах биотопа сравнительно постоянно.

При визуальном подсчете птиц в кронах следует учитывать, что в густом лесу одновременно можно ви-

деть не более 10–15% птиц, кормящихся в кронах. Стоит отметить, что большое значение имеет именно общий звуковой фон, производимый птицами. Расстояние до встречаемых на учете птиц определяется в момент обнаружения, т.е. в тот момент, когда птица впервые увидена или услышана. Для целей данной работы выделены четыре группы «дальностей обнаружения»– от 0 до 25 метров («близко»), от 25 до 100 метров («недалеко»),

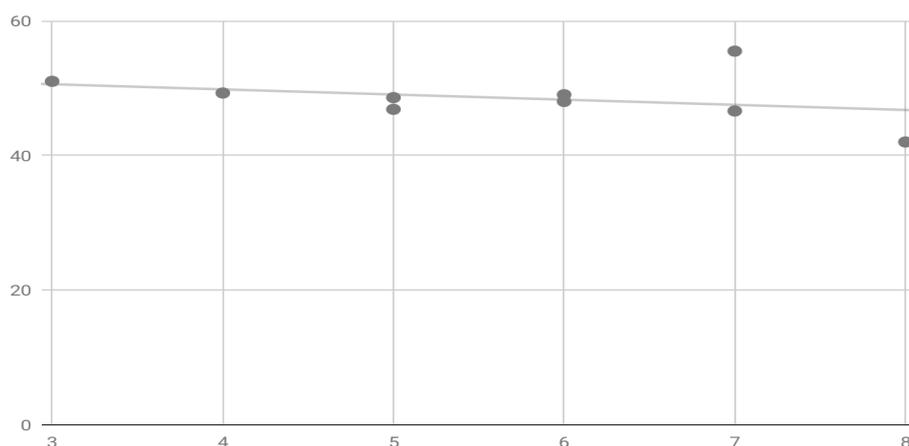


Рис. 2. Влияние шума на количество птиц

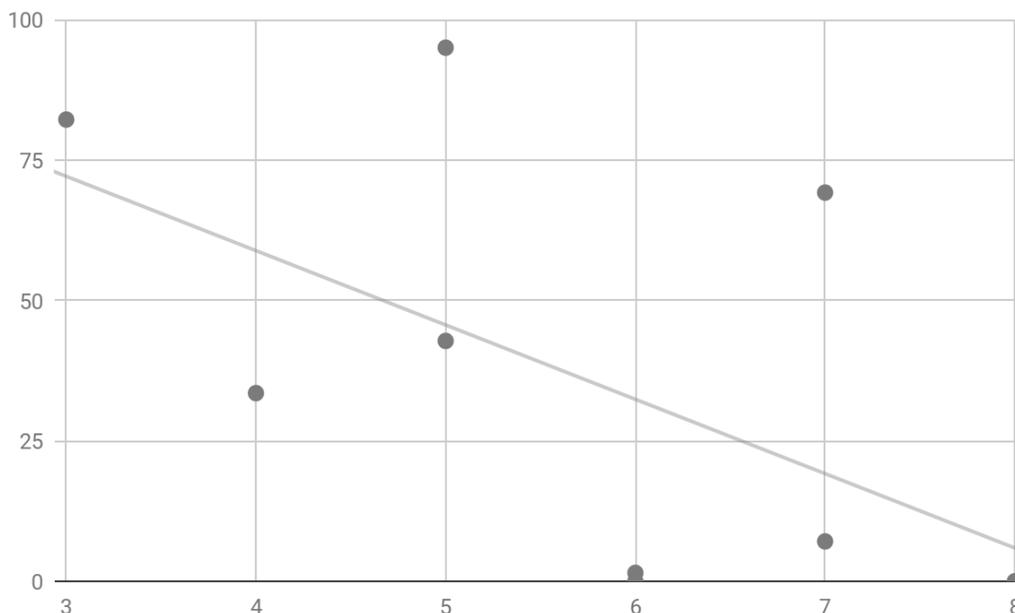


Рис. 3. Влияние света на количество птиц

от 100 до 300 метров («далеко»), и от 300 метров до километра («очень далеко»). (Предполагается, что далее 1 км определить видовую принадлежность птицы затруднительно и не нужно [6].

Все учеты и измерения проводились в 9-ти точках лесопарка (рис. 1)

Была взята карта-схема Лесопарка и отобраны точки с предполагаемым высоким, средним и низким уровнем светового и шумового загрязнения.

Средние значения шумового и светового загрязнения для каждой точки занесены в таблицу 1.

Из таблицы видно, что уровень шумового загрязнения наиболее интенсивный в точках 1, 6, 8 и 9 и составляет от 49,03 дБ до 55,50 дБ. Самый низкий уровень составляет 42,01 дБ в точке 7, где не имелось антропогенных объектов, высокая лесистость, сохранился естественный травяной покров, незначительное количество людей. Средние показатели по шумовому загрязнению наблюдались в точках 2, 3, 4, 5 от до 46,61 дБ

Таблица 2. Виды птиц, встреченные по маршруту лесопарка Кузьминки-Люблино

Точки №	Виды встреченных птиц	Кол-во видов/общее количество встреченных птиц, голов
1	дрозд певчий (<i>Turdus philomelos</i>) — 1 зяблик (<i>Fingilla coelebs</i>) — 2 мухоловка-пеструшка (<i>Ficedula hypoleuca</i>) — 2 синица большая (<i>Parus major</i>) — 1 трясогузка белая (<i>Motacilla alba</i>) — 1	5/7
2	дрозд певчий (<i>Turdus philomelos</i>) — 1 дрозд черный (<i>Turdus merula</i>) — 1 зяблик (<i>Fingilla coelebs</i>) — 2 скворец обыкновенный (<i>Sturnus vulgaris</i>) — 1 соловей восточный (<i>Luscinia luscinia</i>) — 1 трясогузка белая (<i>Motacilla alba</i>) — 1	6/7
3	дрозд черный (<i>Turdus merula</i>) — 1 мухоловка-пеструшка (<i>Ficedula hypoleuca</i>) — 2 синица большая (<i>Parus major</i>) — 2	3/5
4	дрозд певчий (<i>Turdus philomelos</i>) — 1 дрозд-рябинник (<i>Turdus pilaris</i>) — 2 дрозд черный (<i>Turdus merula</i>) — 1 зяблик (<i>Fingilla coelebs</i>) — 1 скворец обыкновенный (<i>Sturnus vulgaris</i>) — 1	5/6
5	зяблик (<i>Fingilla coelebs</i>) — 3 синица большая (<i>Parus major</i>) — 2	2/5
6	дрозд певчий (<i>Turdus philomelos</i>) — 1 зяблик (<i>Fingilla coelebs</i>) — 2 мухоловка-пеструшка (<i>Ficedula hypoleuca</i>) — 1	3/4
7	дрозд певчий (<i>Turdus philomelos</i>) — 1 дрозд-рябинник (<i>Turdus pilaris</i>) — 1 дятел средний пестрый (<i>Dendrocopos medius</i>) — 1 зяблик (<i>Fingilla coelebs</i>) — 1 мухоловка-пеструшка (<i>Ficedula hypoleuca</i>) — 1 синица большая (<i>Parus major</i>) — 2 скворец обыкновенный (<i>Sturnus vulgaris</i>) — 1	7/8
8	дрозд черный (<i>Turdus merula</i>) — 2 зяблик (<i>Fingilla coelebs</i>) — 2 синица большая (<i>Parus major</i>) — 1 славка черноголовая (<i>Sylvia articapilla</i>) — 1	4/6
9	дрозд певчий (<i>Turdus philomelos</i>) — 1 зяблик (<i>Fingilla coelebs</i>) — 2	2/3

до 48,60 дБ. В этих точках встречалось малое количество людей.

Самый высокий уровень светового загрязнения в точках 1, 3, 9 составляет от 69,2 лк до 95 лк, в этих точках расположены фонари, освещающие местность. Самый низкий уровень светового загрязнения 0 лк в точках 7 и 8. Это глубь парка, где нет протоптанных тропинок и фонарей и место за Усадьбой Деда Мороза, где не имеется фонарей. Средний уровень в точках 2, 4, 5, 6.

Рассмотрим график, наглядно оказывающий зависимость количество птиц от шумового загрязнения (рис. 2).

Линия тренда на графике показывает зависимость количества птиц от шумового загрязнения. Как видно по графику, шумовое загрязнение мало влияет на птиц. Видимо, они адаптировались к постоянному шуму, отличному от естественных условий. Самое меньшее количество птиц в точке 9, где проходит линия электропередач, от которых исходит постоянный шум в виде треска,

Таблица 3. Список обнаруженных видов птиц и их количество

№	Вид	Общее кол-во
1	Дрозд певчий (<i>Turdus philomelos</i>)	6
2	Дрозд-рябинник (<i>Turdus pilaris</i>)	3
3	Дрозд черный (<i>Turdus merula</i>)	5
4	Дятел средний пестрый (<i>Dendrocopos medius</i>)	1
5	Зяблик (<i>Fingilla coelebs</i>)	15
6	Мухоловка-пеструшка (<i>Ficedula hypoleuca</i>)	6
7	Синица большая (<i>Parus major</i>)	7
8	Скворец обыкновенный (<i>Sturnus vulgaris</i>)	2
9	Славка черноголовая (<i>Sylvia articapilla</i>)	1
10	Соловей восточный (<i>Luscinia luscinia</i>)	1
11	Трясогузка белая (<i>Motacilla alba</i>)	2

Таблица 4. Негативные факторы, влияющие на жизнь птиц

Точки №	Наличие поблизости больших автодорог	Высокая посещаемость людьми	Отсутствие удобных мест для гнездования	Изменение ландшафта	Шумовое загрязнение	Световое загрязнение
1	++	+	+	+	++	+
2	-	-	-	-	+	-
3	-	+	+	++	+	++
4	-	-	-	-	+	-
5	+	+	+	+	+	+
6	-	++	+	+	++	+
7	-	-	-	-	+	-
8	-	+	-	+	++	-
9	++	+	+	++	++	++

Количество птиц в лесопарке

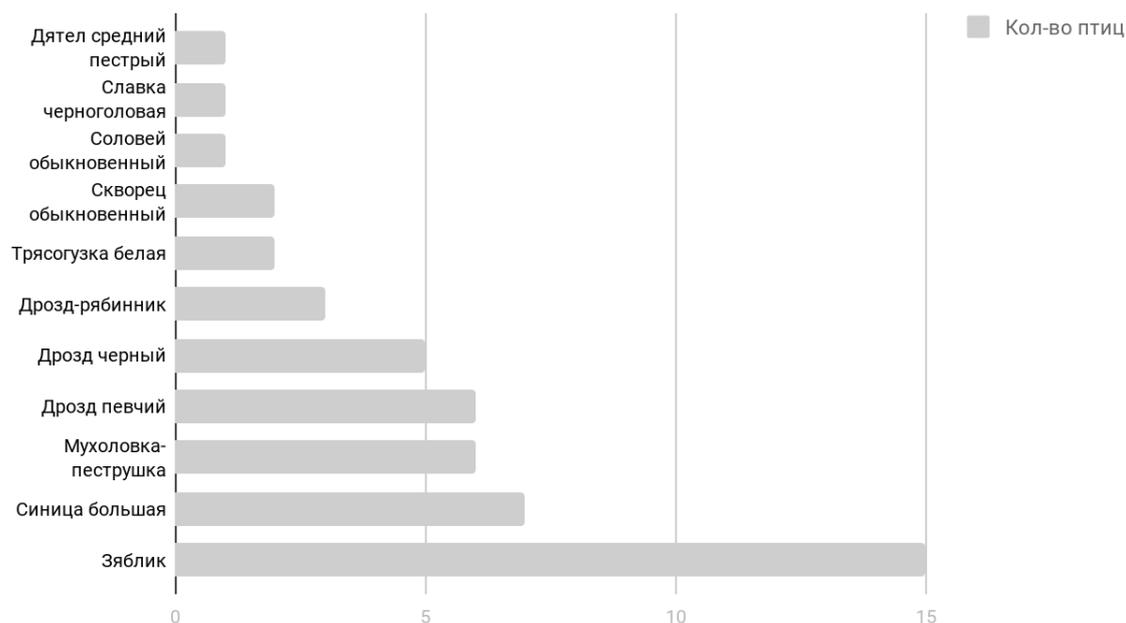


Рис. 4. Видовое разнообразие и показатели доминирования птиц лесопарка

уровень шума в этой точке составляет 51,02 дБ. И в точке 3 также было обнаружено малое количество птиц, уровень шумового загрязнения там составляет 49,28 дБ. В этой точке находятся много кафе, часто играет музыка, отмечено большое скопление людей. Самое большое количество птиц в точке 7 (8 особей), которая находится в глубине лесопарка Кузьминки-Люблино, где шум составляет 42,01 дБ — самый низкий уровень шума из всех точек. На основании полученных данных можно говорить о том, что уровень шума не влияет на разнообразие и количество птиц, скорее всего может оказывать влияние характер шумового загрязнения (лай собак, голоса людей, громкая музыка).

Также был построен график зависимости количества птиц от светового загрязнения (рис. 3).

Как видно на рисунке 3 зависимость количества птиц от уровня света. Чем больший уровень освещенности, тем меньшее число птиц было зафиксировано. Бывают исключения, как, например, в точке 1, где уровень светового загрязнения составляет 69,2 лк, а количество птиц — 7.

В точке 7, где уровень освещенности составляет 0 лк, присутствует большее количество птиц (8 особей). На этой точке имеется естественный растительный покров, дикорастущие травы и кустарники, а фонарей там нет. Также нет фонарей и в точке 8, но птиц там меньше, вероятно, из-за высокого уровня шумового загрязнения (49,03 дБ). Меньше всего птиц обнаружено в точке 9 (3 особи), где проходит линия электропередач и имеются фонари вдоль дороги. И в точке 6 (4 особи), которая хорошо освещена. Также там имеется дополнительное освещение от различных кафе.

Проходя по данному маршруту, фиксировались увиденные и услышанные птицы. Полученные данные занесены в таблицу 2.

Общее количество видов, зафиксированных в период исследования было занесено в таблицу 3, на основании таблицы была построена диаграмма (рис. 4).

Всего здесь было встречено 11 видов. Нами выявлен ряд птиц, на которых не влияет антропогенное загрязнение и трансформированность экосистемы. Это зяблик, большая синица, мухоловка-пеструшка и певчий дрозд. Эти птицы стали синантропными, они приспособились жить рядом с человеком и встречаются широко. Восточный соловей, средний пестрый дятел и славка-черноголовка встречаются достаточно редко в связи с приуроченностью к определенным видам гнездования, которые в парке нарушены: вырубаются деревья, кустарники, подсаживаются декоративные травы.

Из таблицы 4 видно, что в точке 7 меньше всего негативных факторов, влияющих на жизнь птиц. Уровни шумового и светового загрязнения там тоже низкие. В точках 1 и 9 больше всего преобразований, рядом находятся автодороги, трансформирован биоценоз и достаточно высокие уровни шума и освещенности. В точке 5 также достаточно много негативных факторов, но стоит отметить, что уровень светового загрязнения там средний.

Заключение

В результате проделанной работы нами было выявлено ряд изменений в лесопарке Кузьминки-Люблино, которые проявлялись в антропогенном загрязнении: шумовом и световом, а также трансформации биоценоза в виде вырубки деревьев, сведения естественной растительности и подсева декоративных трав, установлении лавочек и пр.

Из проведенных исследований видно, что шум не влияет на количество видового разнообразия птиц. Найдена зависимость количества и разнообразия птиц от уровня светового загрязнения.

Было обнаружено, что основной причиной снижения видового разнообразия является уровень трансформированности биоценоза.

Для сохранения биологического разнообразия необходимо в городских лесопарках сохранять естественные условия, которые будут способствовать сохранению биологического разнообразия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алинзер А.С. Качество городской среды как фактор интенсификации прогресса // Проблемы качества городской среды. — М.: Экология, 2010. — С. 33–35.
2. Дорофеев С. А. Учет численности зимующих и гнездящихся птиц города. Методические рекомендации для студентов биологических специальностей. — Витебск: Издательство ВГУ им. П. М. Машерова, 2002. — 20 с.
3. Иванова А. Н. Влияние параметров придорожных лесных полос на снижение шума вблизи автомобильных дорог (на примере саратовского правобережья): дисс. канд. биол. наук. Саратов, 2014. С. 118. URL: http://www.sgu.ru/sites/default/files/dissertation/2014/09/23/ivanovaas_diss.p
4. Ильичёв В.Д., Фомин Е. В. Орнитофауна и изменение среды (на примере Южно-Уральского региона). М.: Наука, 1988, 247 с.
5. Орешкина, Т. А. Социальная экология: учеб. пособие / Т. А. Орешкина, В. А. Ко- няшкин, Е. А. Купрессова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 128 с.

6. Равкин, Ю.С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах /Ю.С. Равкин // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае.— Новосибирск, 1967 — С. 66–75.
7. Рыбкина, И. Д. Экосистема города Бийска: проблемы и особенности функционирования, оценка качества среды жизни населения/ И. Д. Рыбкина // Известия Бийского отделения Русского географического общества. — 2012. — № 8. — С. 123–127.
8. Храбрый В.М. (ред.) Птицы городов России. — М.: КМК, 2012. — 514 с.

© Макарова Елена Александровна (lelemakarov@mail.ru), Остапенко Владимир Алексеевич (v-ostapenko@list.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени К.И. Скрябина

РОЛЬ АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ В КОНДЕНСАТЕ ВЫДЫХАЕМОГО ВОЗДУХА ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ ЛЕГКИХ У БОЛЬНЫХ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

ROLE OF ANTIOXIDANT ENZYMES IN EXPIRED AIR CONDENSATE IN CHRONIC PULMONARY DISEASE IN PATIENTS OF VLADIMIR REGION

*M. Saed
E. Zaprudnova
M. Smirnov*

Summary. One of the global problems in modern healthcare is the spread of chronic obstructive pulmonary disease (COPD), so there is a need to study the mechanism of its development and develop new methods of its treatment. The work is devoted to the study of the role of antioxidant enzymes in protection against free radical oxidation accompanying stress conditions occurring against the background of chronic disease. In the course of the work, the level of free radical parameters in the exhaled air condensate (CVC) was determined in patients with COPD during an exacerbation of the disease and after treatment, the activity of catalase and superoxide dismutase in CVC was determined in healthy people and in patients with COPD. The results obtained made it possible to assess the state of the oxidant — antioxidant system in patients with COPD in the Vladimir region. In the complex of examining these patients, it is recommended to investigate the condensate of exhaled air using an informative diagnostic method.

Keywords: antioxidant enzymes, free radical oxidation, catalases, oxidative stress, superoxide dismutase (SOD), COPD, exhaled air condensate (EBC).

Введение

Во всем мире хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) является проблемой здравоохранения с серьезными экономическими и социальными последствиями, поэтому поиск методов диагностики и лечения данного заболевания является чрезвычайно актуальным.

Около 90% пациентов с ХОБЛ — курильщики, табачный дым сам по себе является мощным источником оксидантов. Совершенствование методов диагностики

Саед Манас
Аспирант, Владимирский Государственный университет
Manas.saed@gmail.com
Запруднова Елена Александровна
К.б.н., доцент, Владимирский Государственный университет
eazaprudnova@mail.ru
Смирнов Михаил Владимирович
ГБУЗ Владимирской Области «Областная Клиническая Больница»
msmirnovsl@gmail.com

Аннотация. Одной из глобальных проблем в современном здравоохранении является распространение хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ), поэтому существует необходимость изучения механизма ее развития и разработки новых методов ее лечения. Работа посвящена изучению роли антиоксидантных ферментов в защите от свободнорадикального окисления, сопровождающего стрессовые состояния, протекающие на фоне хронического заболевания. В ходе работы был определен уровень свободнорадикальных показателей в конденсате выдыхаемого воздуха (КВВ) у больных ХОБЛ во время обострения заболевания и после лечения, определена активность каталазы и супероксиддисмутазы в КВВ у здоровых людей и у больных ХОБЛ. Полученные результаты позволили оценить состояние системы оксиданты — антиоксиданты у больных ХОБЛ Владимирской области. В комплексе обследования данных больных рекомендуется исследовать конденсат выдыхаемого воздуха с помощью информативного диагностического метода.

Ключевые слова: антиоксидантные ферменты, свободнорадикальное окисление, каталазы, оксидативный стресс, супероксиддисмутазы (СОД), ХОБЛ, конденсат выдыхаемого воздуха (КВВ).

и терапии ХОБЛ является одной из наиболее сложных задач современной пульмонологии [13, С. 129].

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) характеризуется частичным необратимым, с прогрессирующим характером прохождением воздуха в дыхательной системе, что объясняется аномальной воспалительной реакцией ткани легких на раздражение различными патогенными частицами и газами.

На слизистую бронхов при воздействии патогенных факторов изменяются функции гиперсекреции слизи

и секретов бронхов. При этом происходит присоединение инфекций и реакций, повреждающих бронхиол, альвеол и антиоксидантной защиты легких, что нарушает соотношение протеолитических ферментов и антипротеаз.

Основные критерии диагностики [7, С. 132]:

- ◆ кашель, мокрота, одышка — клинические критерии;
- ◆ появляются факторы риска — анамнестические критерии;
- ◆ функциональные критерии — снижаются показатели: объема форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ1) до менее 80% после ингаляции бронходилататора, чувствительного индекса снижения проходимости дыхательных путей (индекса Тиффно) — соотношения ОФВ1/ФЖЕЛ до менее 70% проявления.

Вследствие ХОБЛ ограничивается физическая работоспособность, что ведет к инвалидности пациентов.

Виды ХОБЛ: хронический обструктивный бронхит, эмфизема легких, тяжелые формы бронхиальной астмы, хронический облитерирующий бронхит, бронхоэктатическая болезнь, муковисцидоз, биссиноз.

Факторы риска ХОБЛ [3, С. 58]:

1. Внешние факторы:

- ◆ курение, наличие в воздухе кадмия и кремния (профессиональные);
- ◆ пассивное курение детей;
- ◆ загрязнение воздуха газами SO₂, NO₂, O₃;
- ◆ аденовирусная инфекция, дефицит витамина С.

2. Внутренние факторы:

- ◆ дефицит в организме производимого печенью белка — α1-антитрипсина, который участвует с помощью инактивации ферментов в защите легких от панкреатической эластазы;
- ◆ недоношенность ребенка, наследственность;
- ◆ высокий уровень иммуноглобулина E (IgE) в сыворотке крови и секретах;
- ◆ бронхиальная гиперреактивность;
- ◆ генетическая предрасположенность (группа крови A(II), отсутствие иммуноглобулина A (IgA).

В механизме появления и развития ХОБЛ (в патогенезе) имеют основное значение воспалительные и окислительные стрессы, дисбаланс протеиназ и антипротеиназ в легких, что разрушает легкие и дыхательные пути и происходят необратимые патологии.

Рассмотрим цели лечения ХОБЛ [4, С. 76]:

- ◆ предупреждение и терапия осложнений при лечении;

- ◆ облегчение симптомов болезни;
- ◆ обеспечение физической активности;
- ◆ снижение смертности.

В настоящее время анализ конденсата выдыхаемого воздуха (КВВ) — это область для активных исследований легочной патологии, так как является безопасным, неинвазивным, экономически доступным методом, не оказывает влияния на состав получаемого образца и функцию легких, не повреждает слизистую респираторного тракта, прост в выполнении и является высокоинформативным [5, С. 220].

Целью настоящей работы является изучение влияния антиоксидантных ферментов в КВВ у больных ХОБЛ Владимирской области.

Материалы и методы исследования

В эксперименте принимали участие пациенты пульмонологического отделения Владимирской областной клинической больницы, страдающие хронической обструктивной болезнью легких, находящиеся на лечении по причине обострения заболевания, и на кафедре биологии и экологии.

Три группы: группа здоровых (некурящих) пациентов, группа пациентов с ХОБЛ до начала лечения, группа пациентов с ХОБЛ после лечения. Все пациенты — мужчины, возраст 63.4 лет, стаж курения 38.5 лет, срок болезни 7.5 лет.

Изучение показателей свободнорадикального окисления проводилось с использованием КВВ, который сам по себе не оказывает влияния на собираемые образцы.

Диагноз заболевания устанавливали согласно протоколам (стандартам) диагностики и лечения больных с ХОБЛ (Федеральная программа «Хроническая обструктивная болезнь легких», 2004) в соответствии с Международной классификацией болезней 10 пересмотра и Глобальной инициативой по хронической обструктивной болезни легких (Global initiative for chronic obstructive lung disease (GOLD Workshop Report 2006).)

Содержание нитратов/нитритов в КВВ определялось по методу Грисса с использованием редуктора нитратов.

Метод определения малонового диальдегида основан на реакции МДА с тиобарбитуровой кислотой. Антиоксидантная активность супероксиддисмутазы определялась по методу Сироты Т.В. Определение активности каталазы осуществлялось по методу Баха и Зубковой.



Рис. 1. Содержания нитратов/нитритов при лечении пациентов с ХОБЛ

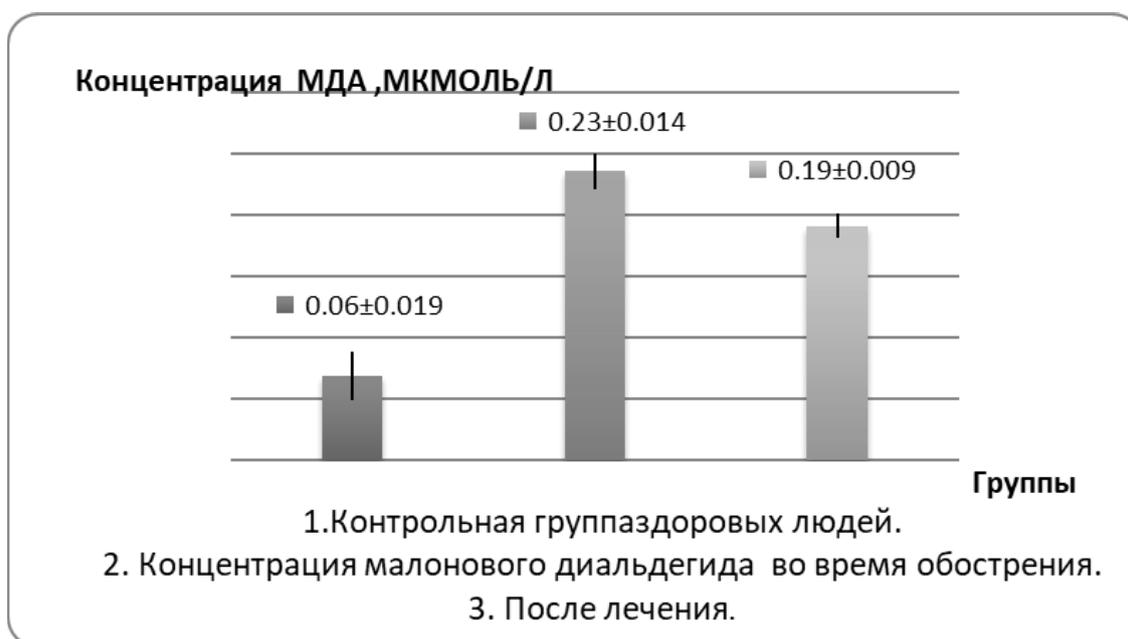


Рис. 2. Содержание малонового диальдегида при лечении пациентов с ХОБЛ

Результаты исследования и их обсуждение

Одной из главных задач работы была оценка динамики изменения показателей нитратов и нитритов в КВВ у больных ХОБЛ при обострении заболевания.

На рисунке 1 показаны содержания нитратов/нитритов при лечении пациентов с ХОБЛ.

Установлено, что в результате обострения ХОБЛ происходит увеличение суммарной концентрации нитратов/нитритов во время обострения в 2.16 раз ($P < 0,05$

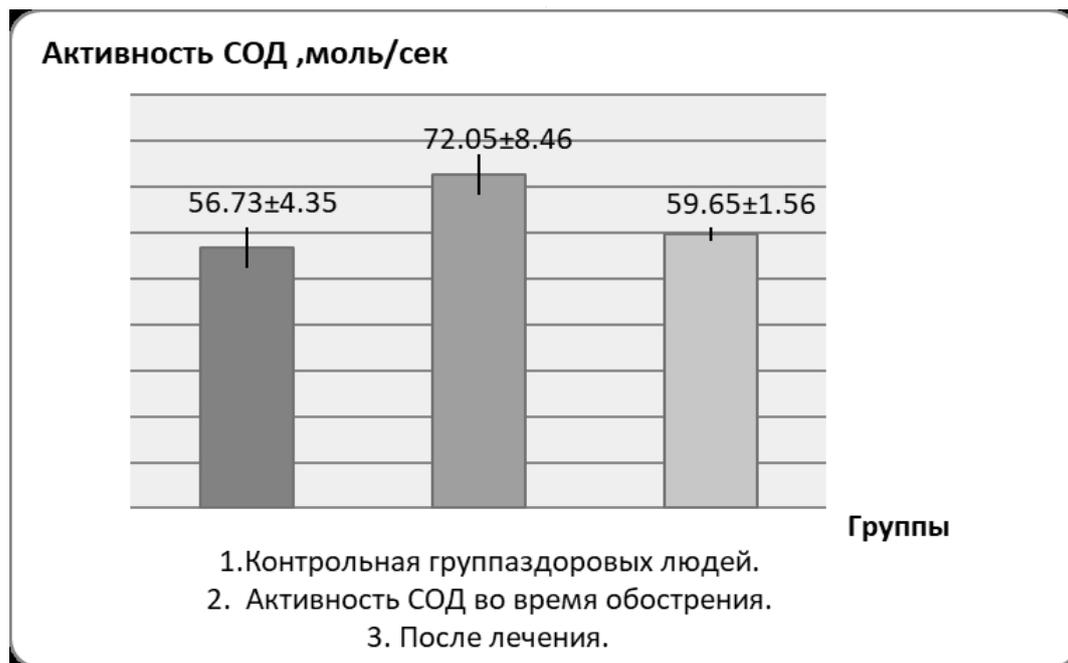


Рис. 3. Активность СОД при лечении пациентов с ХОБЛ

по сравнению с контрольной группой), которое остается высоким и после лечения в 1.61 раз по сравнению с контрольной группой практически здоровых людей. ($P < 0,05$).

Концентрация нитратов/нитритов в КВВ во время обострения у пациентов ХОБЛ в 1.34 раза больше, чем в КВВ после лечения.

Для более полной оценки свободнорадикального статуса испытуемых было проведено так же определение динамики изменения показателей малонового диальдегида в конденсате выдыхаемого воздуха.

На рисунке 2 показано содержание малонового диальдегида при лечении пациентов с ХОБЛ.

Установлено, что в результате обострения ХОБЛ происходит увеличение суммарной концентрации МДА во время обострения в 3.83 раза ($p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой), которое остается высоким и после лечения в 3.16 раз по сравнению с контрольной группой практически здоровых людей ($p < 0,05$).

Концентрация малонового диальдегида в КВВ во время обострения у пациентов ХОБЛ в 1.21 раз больше, чем в КВВ после лечения.

Можно сделать вывод о том, что существуют различия между показателями содержания малонового диальдегида во время обострения и после лечения.

Рассмотрим активность супероксиддисмутазы в КВВ у здоровых людей и больных ХОБЛ.

Во всех аэробных клетках в процессе присоединения одного электрона к молекуле кислорода образуются супероксидный анион-радикал — O_2^- и его протонированная форма — гидроперекисный радикал — HO_2^* . Они оба порождают ряд других активных форм кислорода.

В качестве регуляторов образования АФК выступают антиоксиданты, среди которых антиоксидантные ферменты — супероксиддисмутаза и каталаза.

На рисунке 3 показана активность супероксиддисмутазы (СОД) эритроцитов при лечении пациентов с ХОБЛ.

При обострении также возрастает активность СОД по сравнению с контрольной группой в 1.23 раза ($P < 0,05$). Однако, следует отметить, что интенсификация свободнорадикальных показателей происходит в большей степени.

После лечения активность СОД лишь незначительно превышает показатели контрольной группы (в 1.05 раз больше по сравнению с контрольной группой практически здоровых людей, $P < 0,05$). При этом активность СОД в КВВ во время обострения у пациентов с ХОБЛ в 1.20 раз больше, чем в КВВ после лечения.

Рассмотрим активность каталазы в КВВ у здоровых людей и больных ХОБЛ.

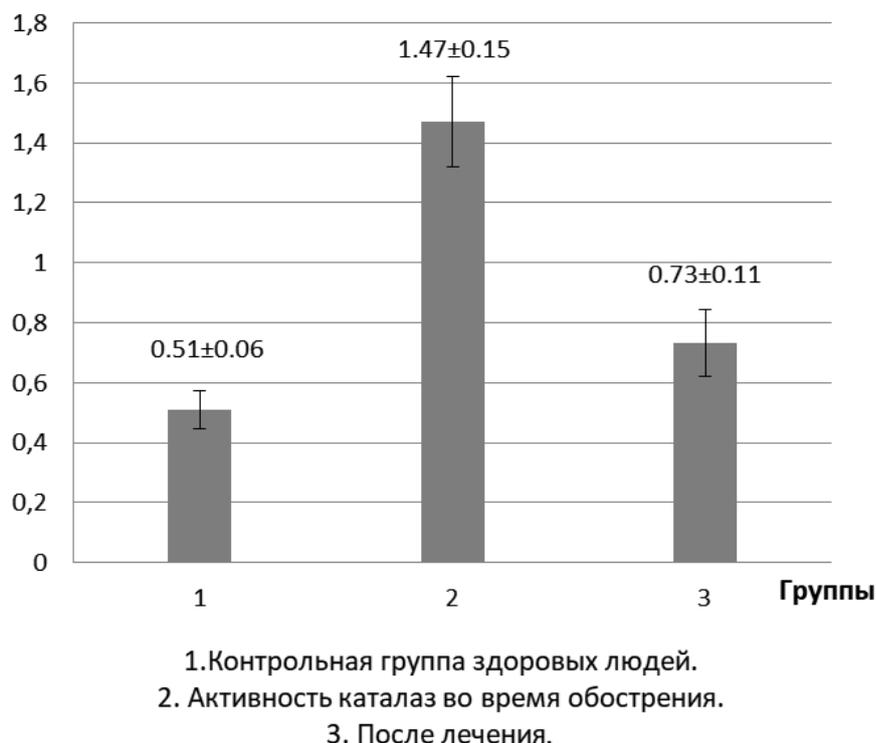
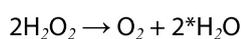
Активность каталазы ,мкмоль/мин.

Рис. 4. Активность каталазы при лечении пациентов с ХОБЛ

Фермент каталаза содержится в большом количестве в эритроцитах, а также во всех тканях и жидкостях организма. Биологическая роль каталазы заключается в обезвреживании пероксида водорода (H_2O_2) путем его разложения на молекулярный кислород и воду:



На рисунке 4 показана активность каталазы при лечении пациентов с ХОБЛ.

Во время обострения ХОБЛ у пациентов, наряду с интенсификацией свободнорадикального окисления происходит значительное увеличение активности каталазы в 2.88 раза ($p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой).

После лечения активность каталазы в 1.43 раза остается выше показателя здоровых людей ($p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой). Активность каталазы в КВВ во время обострения у пациентов ХОБЛ в 2.01 раз больше, чем в КВВ после лечения.

Выводы

1. ХОБЛ сопровождается увеличенным образованием свободных радикалов (НО и МДА), что отражается

в увеличении показателей нитратов/нитритов в 2.16 раз ($P < 0,05$) и МДА в 3.83 раза ($P < 0,05$) как при обострении заболевания, так и после лечения эти показатели оказываются выше показателей здоровых людей нитраты/нитриты в 2.16 раз, МДА в 3.16 раз ($P < 0,05$).

2. Антиоксидантная система (ферменты каталаза и СОД) активизируется в ответ на рост количества свободных радикалов при ХОБЛ.

Активность каталазы увеличивается при обострении в 2.88 раз ($P < 0,05$), а активность СОД в 1.23 раза ($P < 0,05$).

Активность антиоксидантных ферментов поддерживается на большем уровне, по сравнению со здоровыми испытуемыми и после лечения СОД в 1.05 раз и каталазы в 1.43 раза ($P < 0,05$).

3. Увеличение активности СОД происходит в недостаточной степени по сравнению с интенсификацией окислительных процессов. Активность СОД в КВВ во время обострения у пациентов ХОБЛ увеличивается лишь в 1.23 раза по сравнению с контрольной группой практически здоровых людей, в то время как свободнорадикальные показатели возрастают нитраты /нитриты в 2.16 раз и МДА в 3.83 раза. Это свидетельствует о недостаточ-

ности антиоксидантной защиты у пациентов с хроническим заболеванием.

Анализ выдыхаемого воздуха — новый перспективный метод диагностики различных заболеваний. Состав выдыхаемого воздуха различен в норме и при патологии. Современное развитие технологий позволяет пере-

нести анализ выдыхаемого воздуха из научно-исследовательских лабораторий в клиническую практику. Таким образом, в арсенале врачей появился новый инструмент проведения анализа активности антиоксидантных ферментов в защите от свободнорадикального окисления, сопровождающего стрессовые состояния, протекающие на фоне хронического заболевания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агеева Т.С., Букреева Е. Б. Внутрибольничная эндобронхиальная суперинфекция у больных неспецифическими воспалительными заболеваниями легких // Материалы юбилейной конференции, посвященной 200-летию Российской Военно-медицинской академии. Томск. 1999. С. 324–336.
2. Аболин Л. М. Психологические механизмы эмоциональной устойчивости. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1987. 261 с.
3. Будневский А.В., Цветикова Л. Н., Овсянников Е. С., Гончаренко О. В. Мелатонин: роль в развитии хронической обструктивной болезни легких // Пульмонология. 2016. № 26 (3). С. 372–378. DOI: <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2016-26-3-372-378>
4. Букреева Е.Б., Агеева Т. С. Материалы I Всесоюзного конгресса по болезням органов дыхания // Эндобронхиальная суперинфекция у больных неспецифическими воспалительными заболеваниями легких. Киев, 1990. № 960.
5. Быкова А.А., Малиновская Л. К., Чомахидзе П. Ш., Трушина О. В., Шалтаева Ю. Р., Беяков В. В., Головин А. В., Першенков В. С., Сыркин А. Л., Бетелин В. Б., Копылов Ф. Ю. Анализ выдыхаемого воздуха в диагностике сердечно-сосудистых заболеваний // Кардиология. 2019. № 59 (7). С. 61–67. DOI: <https://doi.org/10.18087/cardio.2019.7.10263>
6. Пирогов А.Б., Нахамчен Л. Г., Приходько А. Г., Перельман Ю. М., Бородин Е. А., Зиновьев С. В. Роль эозинофильного компонента воспаления бронхов и перекисного окисления липидов в формировании реакции дыхательных путей на физическую нагрузку у больных бронхиальной астмой // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2017. № 63. С. 8–15. DOI: https://doi.org/10.12737/article_58e18e117d1b54.28286598
7. Шмелев Е. И. Хроническая обструктивная болезнь легких. М., 2003.
8. Щербатых Ю. В. Экзаменационный стресс. Воронеж: Студия ИАН, 2000. 120 с.
9. Andenaes R., Moum T., Kalfoss M. H. et al. Changes in health status, psychological distress, and quality of life in COPD patients after hospitalization // Qual Life Res. 2006. № 15. С. 249–257.
10. Eisner M.D., Blanc P. D., Yelin E. H. et al. Influence of anxiety on health outcomes in COPD // Thorax. 2010. № 65. С. 229–234.
11. Gavura S. Antioxidants and Exercise: More Harm Than Good? // Science Based Medicine. Retrieved 19 December 2011.
12. Halliwell B. Antioxidant defense mechanisms: from the beginning to the end (of the beginning) // Free Radical Research. 1999. № 31. Pp. 261–272.
13. Сервис регистрации доменов и хостинга. Режим доступа: www.tass-ural.ru.

© Саед Манас (Manas.saed@gmail.com), Запруднова Елена Александровна (eazaprudnova@mail.ru),

Смирнов Михаил Владимирович (mimirnovsl@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ. ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

IMPACT OF RAILWAY TRANSPORT ACTIVITIES ON THE ENVIRONMENT OF THE KALUGA REGION. WAYS OF SOLVING ENVIRONMENTAL PROBLEMS

A. Soskov

Summary. The railway transport of the Kaluga region is a technically complex transport complex, dispersed practically throughout its territory. In modern conditions, the study of the issues of the interaction of railway transport as the most important component of the transport complex with the environment acquires special relevance. The content of environmental protection activities in railway transport is a significant reduction and elimination of negative impact on the environment, conservation and rational use of natural resources.

Keywords: ecology, environment, railway transport, pollution, hazardous substances, OJSC "Russian Railways".

Сосков Александр Викторович

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

Аннотация. Железнодорожный транспорт Калужской области — технически сложный транспортный комплекс, рассредоточенной практически по всей ее территории. В современных условиях особую актуальность приобретает исследование вопросов взаимодействия железнодорожного транспорта как важнейшей составляющей транспортного комплекса с окружающей средой. Содержанием природоохранной деятельности на железнодорожном транспорте является существенное снижение и ликвидация негативного влияния на окружающую среду, сохранение и рациональное использование природных ресурсов.

Ключевые слова: экология окружающая среда, железнодорожный транспорт, загрязнение, вредные вещества, ОАО «РЖД».

Калужская область сегодня является лидером экономического развития. Несомненно, существует устойчивая связь между ростом экономики и развитием транспортной системы, особенно это касается железнодорожного транспорта, занимающего первое место среди других видов транспорта по объему грузовых перевозок. Поэтому проблема экологически сбалансированного устойчивого развития транспортных услуг является одной из актуальных [1, 2].

Железные дороги являются базовой отраслью экономики и представляют собой важный, стержневой элемент транспортной системы. Железнодорожный транспорт Калужской области — технически сложный транспортный комплекс, рассредоточенной практически по всей ее территории. Железные дороги обеспечивают внутренние и внешние транспортно-экономические связи области и потребности населения в перевозках. Деятельность железнодорожного транспорта как части единой транспортной системы Калужской области, способствует функционированию всех отраслей общественного производства, социальному и экономическому развитию.

В современных условиях особую актуальность приобретает исследование вопросов взаимодействия железнодорожного транспорта как важнейшей составляющей транспортного комплекса с окружающей средой. Экологические проблемы возникают в результате взаимодействия природы и человека, при котором антропогенная нагрузка на территорию превышает экологические возможности этой территории, обусловленные главным образом ее природно-ресурсным потенциалом и общей устойчивостью природных ландшафтов [3].

Железнодорожный транспорт существенно влияет на прилегающие экосистемы, что проявляется в загрязнении воздушной, водной сред и почв при создании и эксплуатации железных дорог. Таким образом, негативное влияние железнодорожного транспорта на окружающую среду осуществляется за счет выброса вредных веществ, как от подвижного состава, так и от многочисленных производственных и подсобных предприятий, обслуживающих перевозочный процесс. При этом происходит существенное загрязнение атмосферного воздуха, воды и почвы тяжелыми металлами и их соединениями, углекислым газом, различной по химическому

составу пылью от перевозки сыпучих грузов, видоизменение ландшафтов, деградация фитоценозов, изъятие ресурсов сельскохозяйственных земель, нарушения гидрологических условий, создание условий для развития эрозии, потеря плодородия почвы, засорение территорий, слив загрязненных вод и т.д. [4–6].

Наряду с этим происходит распространение и накопление вредных веществ на прилегающих полях и земельных угодьях, что выступает не менее вредным фактором влияния, как на окружающую среду, так и на жизнь и здоровье населения. Поскольку тяжелые металлы и их соединения обладают способностью накапливаться в сельскохозяйственных культурах, то потребление их человеком ставит под угрозу его жизнедеятельность [7].

Загрязнение воздушного бассейна выбросами вредных веществ является одной из важнейших экологических проблем на предприятиях железнодорожного транспорта. Ежегодно в атмосферу поступает значительное количество различных веществ, каждая из которых в определенной степени является опасной для живых организмов, сооружений, зданий, памятников культуры и т.д. Атмосфера загрязняется продуктами сгорания топлива, углеводородами, соединениями тяжелых металлов, аэрозолями кислот, щелочей, красок и т.д.

Значительная часть выбросов образуется за счет сжигания топлива при эксплуатации дизельного магистрального и маневрового подвижного состава, рефрижераторных поездов; на долю стационарных источников приходится 10–15% валового объема выбросов [8].

Наиболее опасными с экологической точки зрения объектами железнодорожного транспорта являются промывочно-пропарочные пункты для наливного подвижного состава, пункты дезинфекции вагонов для перевозки животных и биологически опасных веществ, шпалопропиточные и щебеночные заводы, локомотивные и вагонные депо, подвижной состав, перевозящий нефтепродукты и взрывчатые вещества, пункты отстоя подвижного состава и др. [9].

Сточные воды железнодорожного транспорта образуются в результате эксплуатации различных технических средств, производственной деятельности локомотивных и вагонных депо, ремонтных заводов, промывочно-пропарочных и других предприятий. Количество сточных вод в среднем составляет: для локомотивных депо — 100–1000 м³/сутки; для вагонных депо — 50–500 м³/сутки; для промывочно-пропарочных станций 500–2000 м³/сутки. Часть объема этих сточных вод является условно чистой, остальная масса загрязнена отходами производства [10, 11].

Основные виды загрязняющих примесей на указанных объектах такие: нефтепродукты — 200–800 мг/л, механические примеси — 600–1400 мг/л, кислоты, щелочи, хлориды, сульфаты. В сточных водах промывочно-пропарочных станций, где проводится обработка цистерн после перевозки химических грузов, содержатся, кроме того, различные химикаты (более 130 компонентов), в том числе и ядовитые (масло креозота, фенолы, аммиак, хлористый цинк и т.д.), а в сточных водах от обработки цистерн из-под этилированного бензина — чрезвычайно опасный тетраэтил свинец — 0,01–0,03 мг/л. Наиболее загрязнены моющие растворы и обмывочные воды от моечных машин различного назначения: в них содержится 2000–20000 мг/л нефтепродуктов, в 10000 мг/л взвешенных веществ, щелочность их составляет 60–750 мг-экв/л [12].

Тенденция к наращиванию производства в Калужской области, наблюдаемая в последнее время, дальнейшее поглощение современным техногенным обществом окружающей природной среды, ее постоянное загрязнение, а также необходимость экологически чистого будущего требуют немедленного решения назревших эколого-экономических проблем, активизации природоохранной деятельности.

Перевозка грузов и пассажиров предприятиями железнодорожного транспорта уже давно признана наиболее экологичной по сравнению с другими видами транспорта. Ведущие железнодорожные компании во всем мире стремятся совершенствовать свою деятельность в этом направлении и ставят перед собой еще более амбициозные цели.

Железнодорожный транспорт остро нуждается во внедрении инновационных технологий, позволяющих повысить экологическую безопасность, качество и надежность его эксплуатации, безопасность движения. Современная железнодорожная инфраструктура — это не только высокоскоростные линии, это, прежде всего, безопасность движения, прочность и надежность железнодорожного полотна, низкие затраты на его содержание, а также ограничение неблагоприятного воздействия на окружающую среду [13].

Железные дороги мира пытаются обеспечить экологическую устойчивость различными путями, среди которых применение пригодных к утилизации сырьевых материалов, использование «зеленых» методов строительства зданий и сооружений, снижение объемов потребления энергоносителей и воды, внедрение локомотивов с меньшим загрязнением атмосферы, ограничение шума и вибраций, вызванных движением поездов [15–17].

Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта совместно с РКК «Энергия», начали разработку проекта энергетической установки на топливных элементах предназначенной для электропитания специализированной путевой техники в туннелях. Целью создания установки является освоение на железнодорожном транспорте принципиально новых энергетических установок, работающих на водороде и обеспечивают ряд технико-экономических преимуществ перед существующими энергоустановками, в том числе высокую экологичность [18].

Грузовой асинхронный электровоз 2ЭС10 («Гранит») — современная высокопроизводительная машина, которая при стандартных весовых параметрах способна водить поезда весом до 9–10 тыс. тонн, что примерно на 40–50% больше, чем позволяют электровозы серии ВЛ. Кроме того, в несколько раз будут снижены затраты на обслуживание локомотива в течение его жизненного цикла. Экологичность от выбора электротяги очевидна [19].

ОАО «РЖД» непрерывно разрабатывает стратегии повышения эффективности применения всех видов ресурсов и уменьшения антропогенного воздействия на окружающую среду. Система экологического мониторинга ОАО «РЖД» позволяет: контролировать выбросы и сбросы; получать аналитическую информацию о составе и свойствах загрязнений; собирать и передавать полученную информацию в базу данных для принятия управленческих решений.

В 2018 г расходы ОАО «РЖД» на природоохранные мероприятия превысили 8,5 млрд. руб., что привело к сокращению выбросов вредных веществ в атмосферу на 4,3%, уменьшению сбросов загрязненных сточных вод на 11%, ликвидации 12 объектов накопленного экологического ущерба [20].

Эффективное экологическое корпоративное управление ОАО «РЖД» позволяет не только следовать национальным и мировым экологическим стандартам, но и повышает конкурентоспособность компании на рынке грузовых и пассажирских перевозок, формируя имидж экологически ответственной компании [21].

Главной целью РЖД в сфере экологии выступает работа об экологической безопасности и здоровье людей. Для ее достижения до 2025 планируется:

- ◆ на 18% снизить выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников;
- ◆ на 4,5% снизить удельный уровень выбросов парниковых газов;
- ◆ на 20% снизить использование водных ресурсов;
- ◆ на 18% снизить сброс загрязненных сточных вод;

- ◆ 2,4% увеличить долю обезвреживания и вовлечения во вторичный оборот отходов производства и потребления.

Однако, не смотря на применяемые меры борьбы с загрязнением воздушного бассейна, проблема остается острой и требует дальнейших усилий для разрешения [20, 21].

Особый акцент необходимо сделать на полезном эффекте использования искусственных лесных насаждений и естественных лесов, расположенных на полосах земельного отвода путей. В частности, защитные лесные насаждения в условиях работы железнодорожного транспорта защищают земляное полотно и гражданские сооружения от негативного воздействия водных потоков, закрепляют почвы, прикрывают линии связи, автоблокировки, централизации и сигнализации от воздействия ветра и интенсивного образования льда, являются надежным средством защиты железнодорожных путей от снежных и песчаных заносов, оползней и селевых потоков, снижают сопротивление ветровых потоков движения поездов.

Следует отметить, что 1 га таких защитных насаждений снижает общую загрязненность воздуха на 10–35%, также обеспечивает снижение температуры и влажности воздуха в прилегающей к железнодорожному полотну зоне на 10–15%; полоса древесно-кустарниковых насаждений шириной 25–30 м снижает уровень концентрации углекислого газа на 70%, поглощает 75–80 кг фтора, 200 кг сернистого газа, 30–70 т пыли [3]. При этом лесозащитные полосы также защищают окружающие территории от негативного шумового эффекта, или акустического загрязнения.

Кроме того следует подчеркнуть, что лесные насаждения являются дешевым, надежным и долговременным биологическим средством защиты железнодорожного полотна от негативного воздействия природных явлений.

Заключение

В современных условиях проблема рационального использования природных ресурсов и обеспечения экологической безопасности населения является необходимым условием устойчивого экономического и социального развития Калужской области.

Наряду с отраслями, которые традиционно нарушают экологическое равновесие, значительное влияние на окружающую природную среду оказывают различные виды транспорта, в том числе предприятия железнодорожного транспорта. Хотя среди всех видов транспорта

железнодорожный транспорт остается наиболее экологичным, однако, он все-таки оказывает отрицательное влияние на окружающую среду, что обусловлено значительным потреблением воды, сбросами сточных вод, загрязнением атмосферного воздуха, образованием отходов, загрязнением почв, шумовым, вибрационным и электромагнитным излучением, ионизирующим влиянием, аварийными загрязнениями при перевозке опасных грузов и т.д.

С экологической точки зрения, устойчивое развитие предприятий железнодорожного транспорта должно обеспечивать максимальное уменьшение нагрузки на окружающую среду и поддержание целостности биологических и физических природных систем.

Функционирование и развитие транспорта, как и любого элемента техносферы, должно основываться на следующих принципах: проведение количественной и качественной оценки состояния экологических систем, природных комплексов и природных ресурсов; нормирование уровня антропогенных воздействий

от различных видов деятельности, в том числе и объектов транспорта на окружающую среду; ограничения воздействия на природную среду с помощью различных методов и средств очистки атмосферных выбросов, сточных вод, отходов производства, физического воздействия; создание экологически чистых производств, технологий, подвижного состава, оборудования и транспортных систем; непрерывный контроль за состоянием окружающей среды методами экологической профилактики отраслей и объектов транспорта; использование экономических методов в управлении охраной окружающей среды и рационального природопользования; неизбежность наступления ответственности за нарушение правил, норм по охране окружающей среды.

Содержанием природоохранной деятельности на железнодорожном транспорте является существенное снижение и ликвидация негативного влияния хозяйственной деятельности объектов железнодорожного транспорта на окружающую среду, сохранение и рациональное использование природных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чаусов Н.Ю., Чаусова Л. А., Горбатов А. В. Состояние природной среды Калужской области как фактор устойчивого развития региона // Региональная экономика и управление: Электронный научный журнал. — 2018. — № 4 (56). [Электронный ресурс.] — Режим доступа: <https://www.printfriendly.com/p/g/b7R2nc>
2. Якунина М.В., Крутиков В. К., Посыпанова О. С. Экономическая безопасность региона: Учеб.-метод. пособие. — Калуга: КГУ имени К.Э. Циолковского, 2015.
3. Калачева О.А., Прицепова С. А. Проблемы воздействия подвижного состава железнодорожного комплекса на окружающую среду // Естественные и технические науки. — 2012. — № 6 (62). — С. 129–136.
4. Чернуха А. Д. Эколого-правовые требования при вводе в эксплуатацию. Объектов железнодорожного транспорта // Экономика Ж. Д. — 2014. — № 10. — С. 81–92.
5. Сидоров Ю. П. Практическая экология на железнодорожном транспорте: учебное пособие. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2013. — 227 с.
6. Панова Н. С. Влияние железнодорожного транспорта на экологию // Научно-технический вестник Поволжья. — 2010. — № 1. — С. 139–144.
7. Сейпышева Д. Р. Влияние железнодорожного транспорта на окружающую среду // Экономика и менеджмент инновационных технологий. — 2019. — № 9 (96). — С. 1.
8. Водясов П. И. Экологические аспекты железнодорожного транспорта // Проблемы современной науки. 2013. № 7–3. С. 46–52.
9. Казанцев, М. И. Железнодорожный транспорт — как источник загрязнения почв тяжелыми металлами / М. И. Казанцев // Самарский научный вестник. — 2015. — № 2 (11).
10. Сидоров Ю. П. Практическая экология на железнодорожном транспорте. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. — С. 228.
11. Капцов, В. А. Экологические проблемы железнодорожного транспорта на современном этапе / В. А. Капцов // Гигиена и санитария. — 1999. — № 2. — С. 44–46.
12. Васюкевич Е. Б. Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте // Путь и путевое хозяйство. — 2011. — № 1. — С. 8–13.
13. Калачева О.А., Прицепова С. А. Экологическая безопасность на железнодорожном транспорте. // В сб. «Авиакосмические технологии (АКТ-2015)». — 2015. — С. 305–308.
14. Малов Н.Н., Коробов Ю. И. Охрана окружающей среды на железнодорожном транспорте. — М.: Транспорт, 2004. — С. 238.
15. Проскуракова Е. А. Развитие зеленой экономики на железнодорожном транспорте // Природопользование и устойчивое развитие регионов России: сборник статей II Международной научно-практической конференции. — Пенза: РИО ПГАУ, 2019. — С. 137–140
16. Лапицкий, В. Н. Экологические аспекты железнодорожного транспорта / В. Н. Лапицкий. — Омск, 2013
17. Клочкова Е. А. Промышленная, пожарная и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте. — М.: УМЦ ЖДТ, 2008. — С. 456.

18. Григорович, Д. Н. Энергетическая установка на топливных элементах для работы в железнодорожных тоннелях [Электронный ресурс] / Д. Н. Григорович. — Режим доступа: http://h2forum2008.ru/docs/pdf/abstracts/5_4_01.pdf
19. Информационный центр поддержки предпринимательства о новых промышленных технологиях и изделиях [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www/URL: http://www.74rif.ru/Sinara-Simens.html](http://www.74rif.ru/Sinara-Simens.html)
20. Писцова Н.Ф. ОАО «РЖД» — экологоориентированная компания // Безопасность городской среды. — Омск: Омский государственный технический университет, 2018. — С. 367–371.
21. Белошапкина В. И. Устойчивое развитие компании ОАО «РЖД»: экологическая составляющая // Современные тенденции развития науки и технологий. — 2017. — 3–13 (24). — С. 16–20.
22. Балычев, В. Д. Роль защитных лесных насаждений Нижнего Поволжья в регулировании шума: автореф. дис. канд. с.-х. наук / В. Д. Балычев. Волгоград, 2006. — 22 с.

© Сосков Александр Викторович (Aleksandr-angel@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Калужский Государственный Университет им. К.Э. Циолковского

ЦИЛИАТНОЕ НАСЕЛЕНИЕ АЭРОТЕНКОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ Г. ХАБАРОВСКА

CILIATE POPULATION OF AERATION TANKS OF Khabarovsk TREATMENT FACILITIES

**M. Tribun
A. Zhukov**

Summary. The paper presents data on the fauna of ciliates of wastewater treatment plants in Khabarovsk. It was found that the ciliocenosis of the studied aerotanks includes 57 species belonging to 2 subtypes and 8 classes. The trophic structure is dominated by bacterio-detritophages (72%), while the ecotopic structure is dominated by the periphyton and periphyton-benthic groups.

Keywords: infusorians, ciliofauna, activated sludge, wastewater, sewage treatment plants.

Трибун Михаил Маркович

К.б.н., доцент, Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск
tribunmikhail@gmail.com

Жуков Андрей Валерьевич

К.б.н., директор, Амурский институт железнодорожного транспорта, г. Свободный
a.v.zhukov@mail.ru

Аннотация. В работе приводятся данные по фауне инфузорий очистных станций г. Хабаровска. Установлено, что цилиоценоз исследованных аэротенков насчитывает 57 видов, относящихся к 2 подтипам и 8 классам. В трофической структуре преобладают бактерио-детритофаги (72%), а в экопической — перифитонная и перифитонно-бентосная группы.

Ключевые слова: инфузории, цилиофауна, активный ил, сточные воды, очистные сооружения.

Введение

Сточные воды и методы их очистки — одна из важнейших экологических проблем человечества на протяжении многих веков. Установлено, что в составе неочищенных сточных вод могут содержаться патогенные бактерии, яйца гельминтов и различные простейшие организмы. Токсические вещества губят флору и фауну, тем самым нарушая процесс самоочищения водных объектов [1]. Таким образом, для преодоления водного кризиса необходимо не только расширение сети очистных станций, но и качественное улучшение эффективности их работы. Именно от решения данной проблемы зависит здоровье и благосостояние человека.

Инфузории (Ciliata, Ciliophora) одна из наиболее многочисленных групп гидробионтов, населяющих активный ил. Цилиаты способны оперативно реагировать на любые изменения в окружающей среде не только на внутриклеточном, но и популяционном уровнях. Инфузории, являясь в основной массе бактериофагами, снижают численность патогенных микроорганизмов, участвуют в процессах осветления воды, способны заглатывать и переваривать яйца некоторых гельминтов, а также играют важную роль в трансфор-

мации и минерализации органических веществ и энергии [2–5].

Цель работы

Получение новых данных по фауне и экологии цилиата очистных сооружений г. Хабаровска.

В плане реализации цели нами были определены следующие задачи исследования:

1. Инвентаризация видового состава цилиатного населения очистных сооружений г. Хабаровска.
2. Осуществить сравнительный зоогеографический анализ видового сходства цилиоценозов различных регионов.
3. Выявить некоторые эколого-биологические характеристики инфузорий активного ила.
4. Установить индикаторную роль цилиофауны в процессе очистки сточных вод.

Методика сбора и обработки материала

Материалом для настоящего исследования послужили водные образцы, отобранные из аэротенков очист-

ных сооружений в период 2009–2012 гг. и 2018–2020 гг. Было проанализировано на предмет выявления инфузорий свыше 300 проб.

Очистные сооружения г. Хабаровска, расположенные вблизи пос. Березовка, были запущены в эксплуатацию в 1983 году. Очистка сточных вод ведется по классической схеме — механическая, полная биологическая очистка и обеззараживание жидким хлором. Общий объем стоков города Хабаровска составляет, ориентировочно, 300 тыс. м³/сут., из них проходят полную механическую и биологическую очистку 220,2 тыс. м³/сут. стоков, а остальные сбрасываются неочищенными [4].

Отбор гидробиологического материала осуществлялся при помощи пробоотборников, в качестве которых использовали стеклянные (реже полиэтиленовые) широкогорлые сосуды объемом не более 500 мл. В периоды обедненного видового богатства инфузорий, образцы предварительно центрифугировали (1500 об/мин на 30–60 сек) или отстаивали, а также добавляли питательную среду. В качестве питательного субстрата чаще всего использовали сенной отвар [6–8]. Для его приготовления в коническую колбу на 2/3 объема наливали сырой воды и добавляли 100–200 г мелко нарезанного сена сорных трав: клевера полевого, овса, тимopheевки луговой, листьев деревьев. Далее полученную смесь кипятили в течение 20 минут.

Изучение цилиата производили *in vivo* и *in vitro* с использованием микроскопов фирм «Leica» (Германия), «Motic» (Гонконг), «Микмед-6» (Россия). Прижизненное наблюдение за инфузориями производили с применением технологии «микроаквариумов» [9–10]. Для этого припаровальной иглой на углах покровного стекла делали небольшие вазелиновые ножки. Далее этим стеклом накрывали каплю исследуемой жидкости. Для длительного наблюдения «микроаквариум» помещали в чашку Петри, на дно которой укладывали слегка смоченную водой фильтровальную бумагу.

Выявление видового состава цилиата активного ила производили с помощью метода «стекло по стеклу». На одном предметном стекле равномерно распределяли иловую смесь. Второе стекло ставили на первое узкой стороной (под углом около 45°), вплотную к краю пробы. Далее, вторым стеклом аккуратно сдвигали активный ил к противоположному краю, а первое стекло немного наклоняли, чтобы отделить воду с протистами от хлопьев ила [11]. Для снижения двигательной активности клеток простейших применяли фиксаторы Да-Фано и Карнуа [12].

Видовая идентификация инфузорий производилась с использованием определителей, а также многочис-

ленных описаний, изложенных в специализированных монографиях и статьях [4,6,8,13–18]. Распределение цилиата по трофическим группам, экологической приуроченности и индикационному значению осуществлялось согласно работ [19,20].

Для проведения зоогеографического анализа использовали доступные литературные сведения по цилиоценозу аэротенков следующих населенных пунктов: г. Свободный, пос. Говсана и Сахиль, г. Вельс и г. Борисоглебск [21–24].

При сравнительном анализе группировок цилиата применялся коэффициент фаунистического сходства Чекановского-Серенсена, вычисляемый по формуле:

$$I_{CS} = \frac{2C \times 100}{A + B}$$

где, С — число видов, общих для двух сравниваемых биотопов; А — число видов, населяющих первый объект; В — то же, во втором.

Результаты и обсуждение

В ходе фаунистической ревизии было выявлено 57 видов инфузорий, относящихся к 2 подтипам и 8 классам (табл. 1). Основу цилиатного населения представляют виды класса Oligohymenophorea, насчитывающий 26 представителей, что составляет 45,6% от общего разнообразия инфузорий аэротенков очистных сооружений г. Хабаровска. Наибольшее число видов отмечено в родах *Epistylis* и *Vorticella* (по 7).

Достаточно широко в очистных станциях представлены инфузории подкласса Peritrichia. К данному таксону был отнесен 21 вид, что составляет 37% от всего видового богатства цилиата исследованных аэротенков. Обильное развитие перитрих отмечается на стенках резервуаров, поверхности хлопьев активного ила и прочих субстратах. Массовая колонизация пространства характерна, в первую очередь, для представителей родов *Epistylis* и *Vorticella*.

Коэффициент видового сходства цилиофауны между аэротенками г. Хабаровска и другими очистными сооружениями оказался достаточно низким: г. Свободный — 31%, пос. Говсана и Сахиль — 24,7%, г. Борисоглебск — 21% и г. Вельс — 35,6%. Данное обстоятельство указывает на формирование уникальных условий для жизнедеятельности цилиоценоза присущих каждому очистным станциям. Согласно литературным данным [2, 25], главная роль в этом процессе принадлежит абиотическим и биотическим экологическим факторам. Среди которых важнейшее значение имеют температурный режим и обилие пищи.

Таблица 1. Таксономический состав и некоторые эколого-биологические характеристики цилиоценоза очистных сооружений г. Хабаровска

Вид	Трофическая группа	Экологическая группа	Индикационное значение
Тип Ciliophora Doflein, 1901			
Подтип Postciliodesmatophora Gerasimova, Seravin, 1976			
Класс Heterotrichea Stein, 1859			
<i>Blepharisma lateritium</i> (Ehrenberg, 1831)	Б-Д	Б	-
<i>Stentor coeruleus</i> (Pallas, 1766)	Н	Пл, Пр, Б	-
<i>S. roeseli</i> Ehrenberg, 1835	Н	Пл, Пр, Б	-
<i>Spirostomum minus</i> Roux, 1901	Б-Д	Б	-
<i>S. teres</i> Claparede et Lachmann, 1859	Б-Д	Б	-
Подтип Intramacronucleata Lynn, 1996			
Класс Spiotrichea Butschli, 1889			
<i>Aspidisca cicada</i> (Muller, 1786)	Б-Д	Пр, Б	Низкие значения БПК ₅ и ХПК, мало растворенного кислорода и нитратов
<i>A. turrita</i> (Ehrenberg, 1838)	Б-Д	Пр, Б	-
<i>Euplotoides patella</i> (Muller, 1773)	Б-Д	Пр	Нормальный режим работы. При массовом развитии совместно с коловратками свидетельствует об улучшении процесса очистки
<i>Oxytricha fallax</i> Stein, 1859	Б-Д	Б	-
<i>Tachysoma pellionellum</i> (Muller, 1773)	Н	Пл, Пр, Б	-
Класс Armophorea Lynn, 2002			
<i>Caenomorpha medusula</i> Perty, 1852	Б-Д	Б	-
<i>Metopus es</i> Muller, 1786	Б-Д	Б	Перегруженный ил, низкое содержание O ₂ в воде
<i>Metopus</i> sp.	Б-Д	Б	-
Класс Litostomatea Small et Lynn, 1981			
<i>Acinertia uncinata</i> Tucolesco, 1962	Б-Д	Пр, Б	Здоровый активный ил, нормальный режим работы
<i>Amphileptus pleurosigma</i> Stokes, 1884	Х	Пр	Встречается при невысокой и средней нагрузке на активный ил
<i>Amphileptus</i> sp.	Х	Пр	-
<i>Litonotus carinatus</i> Stokes, 1885	Х	Пр, Б	-
<i>L. lamella</i> (Muller, 1773)	Х	Пр, Б	Повышенная нагрузка на ил, нарушение процесса очистки
<i>Spathidium</i> sp.	Б-Д	Пл	-
Класс Phyllopharyngea Puytorac et al., 1974			
<i>Acineta tuberosa</i> Ehrenberg, 1834	Х	Пр	-
<i>Chilodonella uncinatus</i> Ehrenberg, 1838	Б-Д	Пр, Б	-
<i>Dendrosoma radians</i> Ehrenberg, 1837	Х	Пр	-
<i>Discophrya elongata</i> Claparede et Lachmann, 1859	Х	Пр	-
<i>Sphaerophrya sol</i> Metshnikoff, 1864	Х	Пр	-
<i>Tokophrya mollis</i> Butschli, 1889	Х	Пр, Эпб	-

Таблица 1 (продолжение). Таксономический состав и некоторые эколого-биологические характеристики цилиоценоза очистных сооружений г. Хабаровска

Вид	Трофическая группа	Экологическая группа	Индикационное значение
<i>T. quadripartita</i> Claparede et Lachmann, 1859	X	Пр, Элб	-
<i>Trichophrya brevis</i> (Goodrich et Jahn, 1943)	X	Пр	-
<i>Trithigmotoma cucullus</i> Jankowski, 1967	A	Пр, Б	Чувствителен к фосфатному загрязнению
Класс Nassophorea Small et Lynn, 1981			
<i>Microthorax pusillus</i> Engelmann, 1862	Б-Д	Б	-
<i>M. sulcatus</i> Engelmann, 1862	Б-Д	Пр, Б	-
Класс Prostomatea Small&Lynn, 1985			
<i>Coleps hirtus</i> Nitzsch, 1817	Г	Пл, Пр, Б	Невысокая нагрузка на активный ил, устойчив к низкому содержанию O ₂
Класс Oligohymenophorea De Puytorac et al., 1974			
<i>Carchesium batorligetiense</i> Stiller, 1953	Б-Д	Пр	-
<i>C. polypinum</i> (Linnaeus, 1758)	Б-Д	Пр	-
<i>Colpidium campylum</i> Stokes, 1886	Б-Д	Пл, Б	Низкая и средняя нагрузка на ил
<i>Cothurnia imberbis</i> Ehrenberg, 1831	Б-Д	Пр	-
<i>Epistylis bimarginata</i> Nenninger, 1948	Б-Д	Пр	Низкая и средняя нагрузка на ил
<i>E. chrysemidis</i> Bishop et Jahn, 1941	Б-Д	Пр	-
<i>E. epibioticum</i> Banina, 1983	Б-Д	Элб	-
<i>E. longicaudatum</i> Banina, 1983	Б-Д	Пр	-
<i>E. polenici</i> Matthes, 1950	Б-Д	Пр	-
<i>E. plicatilis</i> Ehrenberg, 1831	Б-Д	Пр	-
<i>E. thienemanni</i> (Nenninger, 1948)	Б-Д	Пр, Элб	-
<i>Opercularia coarctata</i> (Claparede et Lachmann, 1858)	Б-Д	Пр, Пл	Высокая токсичность сточных вод
<i>O. curvicaulis</i> (Penard, 1922)	Б-Д	Пр, Пл	Индикатор наличия в воде сероводорода H ₂ S
<i>O. phryganae</i> Kahl, 1935	Б-Д	Пр	Индикатор наличия в воде сероводорода H ₂ S
<i>Paramecium caudatum</i> Ehrenberg, 1833	Б-Д	Пл, Б	Высокая нагрузка на ил и/или дефицит растворенного кислорода
<i>Tetrahymena pyriformis</i> complex Schewiakoff, 1889	Б-Д	Пр, Б	«Молодой» активный ил, индикатор анаэробных условий
<i>Urocentrum turbo</i> Nitzsch, 1827	Б-Д	Пр, Б	-
<i>Uronema marinum</i> Dujardin, 1841	Б-Д	Пр, Б	Низкое качество сточных вод
<i>Vorticella alba</i> Fromental, 1876	Б-Д	Пр, Б	Активный ил разной нагрузки
<i>V. convallaria</i> (Linne,1767)	Б-Д	Пр	Здоровый активный ил, нормальный режим работы
<i>V. infusionum</i> Dujardin, 1841	Б-Д	Пр	Индикатор наличия в воде сероводорода H ₂ S

Таблица 1 (продолжение). Таксономический состав и некоторые эколого-биологические характеристики цилиоценоза очистных сооружений г. Хабаровска

Вид	Трофическая группа	Экологическая группа	Индикационное значение
<i>V. microstoma</i> Ehrenberg, 1830	Б-Д	Пр	Индикатор наличия в воде сероводорода H ₂ S
<i>V. nutans</i> Muller, 1773	Б-Д	Пр	-
<i>V. octava</i> Stokes, 1885	Б-Д	Пр	-
<i>V. submicrostoma</i> Ghosh, 1922	Б-Д	Пр	-
<i>Zoothamnium procerius</i> Kahl, 1935	Б-Д	Пр	Хорошая эффективность очистки

Примечание:

трофическая группа: б-д — бактерио-детритофаг, г — гистофаг, х — хищник, а — альгофаг, н — неселективный (всеядный).

экологическая группа: пл — планктонная, пр — перифитонная, б — бентосная, эпб — эпибионтная.

Однако, ядро цилиосообщества в очистных сооружениях г. Хабаровска оказывается единым для большинства аэротенков разных регионов мира. К таким видам можно отнести следующих представителей: *Coleps hirtus*, *Paramecium caudatum*, *Litonotus lamella*, *Vorticella convallaria*, *V. microstoma*, *Aspidisca cicada*, *Uronema marinum* и др. Этот факт объясняется эврибионтностью значительной части видового состава инфузорий. Кроме того, указанные выше виды часто регистрируются и в естественных водотоках г. Хабаровска и его окрестностей [8, 26].

Тем не менее, несмотря на идентичность структурообразующих видов цилиоценоза, именно аэротенки очистных сооружений отличаются высокой специфичностью обитающих в них инфузорий. Так, при сравнении полученных сведений с данными по Среднему Приамурью [27] мы зафиксировали 26 «специфичных» видов, т.е. присущих только биоценозу очистных станций. Для сравнения, число таких видов в природных водотоках составляет: рр. Амур и Красная — 4; р. Черная — 1; р. Березовая — 3. Причиной специфичности цилиофауны аэротенков является стенобионтность по отношению к ряду экологических факторов: концентрация растворенного в воде кислорода и высокое гидростатическое давление для представителей подкласса Suctorina [4]; наличие течения для Peritrichia [1].

При анализе данных по приуроченности инфузорий к различным экологическим зонам водного объекта мы руководствовались следующими правилами:

- ♦ обычно, при небольшой глубине водоема деление на предпочитаемый экотоп носит условный характер, что, например, отражается в появлении бентосных видов в планктонных пробах;
- ♦ все виды перифитона, встречающиеся в обрастающих, разделены на следующие группы: прикреп-

ленные («истинно перифитонные»); подвижные перифитонно-бентосные («типичные»); подвижные планктонно-бентосные («случайные») [28];

- ♦ к категории «переходные» отнесли все виды, зарегистрировавшиеся нами в нескольких экологических зонах биотопа [19];

Учитывая вышеизложенные особенности, а также особые условия местообитания цилиофауны, нами были получены закономерные результаты: подавляющее большинство видов колонизируют перифитонный (24 вида) и перифитонно-бентосный (12) экотопы. Суммарно к двум группам относится свыше 63% от общего фаунистического разнообразия инфузорий в аэротенках очистных сооружений г. Хабаровска. Однако если учитывать, что каждый вид, населяющий два и более экотопа относится к «переходным», то деление на предпочитаемые экологические зоны выглядит следующим образом: бентос — 8, перифитон — 28 (включая эпибионтные формы), планктон — 1, «переходная» — 20.

Трофическая структура цилиатного населения аэротенков оказалась достаточно простой: 72% всех выявленных видов относятся к бактерио-детритофагам и 19,2% к группе хищников. На долю остальных категорий приходилось от 1,7 до 5,2% от общего фаунистического разнообразия инфузорий очистных станций.

По данным [29] бактерио-детритофаги играют существенную роль в механизме очистки сточных вод. При нормальной работе аэротенков число патогенных микроорганизмов снижается на 98%. Кроме того, в результате выедания бактерий значительно снижается мутность воды.

Из общего фаунистического списка 21 вид является показательным (индикаторным) при определении режи-

ма работы очистных сооружений и/или наличия в среде некоторых химических веществ. Анализируя представленные данные по индикационной значимости инфузорий в аэротенках, был выявлен ряд признаков работы очистных сооружений г. Хабаровска:

- ◆ восемь представителей цилиосообщества (38% от всего видового состава показательных видов) аэротенков являются индикаторами низкой и средней нагрузки на активный ил, т.е. показателями нормального режима работы;
- ◆ четыре вида (19%) индексировали низкую концентрацию растворенного в воде кислорода и перегрузку ила, а три представителя — (14,2%) наличие в среде сероводорода.

Заключение

Таким образом, фауна инфузорий аэротенков очистных сооружений г.Хабаровска представлена 57 видами, ядро которых (45,6%) относится к классу Oligohymenophorea. Проведенный зоогеографический сравнительный анализ цилиатного населения аэ-

ротенков разных регионов мира показал достаточно низкие значения видовой общности (24,7–35,6%), что свидетельствует об уникальности условий местообитания в каждом водоеме и, как следствие, формирование стенотопного цилиоценоза. Тем не менее, ядро структурообразующих представителей (*Coleps hirtus*, *Paramecium caudatum*, *Aspidisca cicada*, *Uronema marinum* и др.) является типичным для подавляющего большинства не только антропогенно трансформированных, но и естественных водных объектов.

По приуроченности к основному экотопу большинство видов предпочитает перифитонную (24 представителя) и перифитонно-бентосную (12) зоны, что составляет свыше 63% от всей фауны инфузорий в исследованных аэротенках. Трофическая структура цилиоценоза очистных станций оказалась простой, с ярким доминированием бактерио-детритофагов (72% от общего фаунистического богатства видов). Установлено, что некоторые виды цилиата являются индикаторными при определении режима работы аэротенков и служат показателями качества очистки сточных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Банина Н. Н. Ciliata в очистных сооружениях бытовых и смешанных сточных вод // Протозоология: Простейшие активного ила. Л.: Наука, 1983. Вып. 4. С. 76–86.
2. Бурковский И. В. Экология свободноживущих инфузорий. Москва: МГУ, 1984. 208 с.
3. Константиненко Л. А. Круговий часті инфузории (Ciliophora, Peritrichia) очистительных сооружений: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.08. Житомир, 2008. 217 с.
4. Жуков А. В. Эколого-биологические особенности и индикационное значение цилиофауны очистных сооружений г. Хабаровска: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08. Хабаровск, 2012. 150 с.
5. Caron D.A., Joel C. G., Denette M. R. Experimental demonstration of the roles of bacteria and bacterivorous protozoa in plankton nutrient cycles // Hydrobiology, 1998. Vol.1. P. 27–40.
6. Никитина Л. И. Инфузории Среднего Приамурья. — Хабаровск: ХГПУ, 1997. 102 с.
7. Мячина О. А. Фауна и биолого-экологические особенности речных инфузорий некоторых водоемов южной лесостепи Омской области: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.04. Омск, 2010. 166 с.
8. Трибун М. М. Экологические особенности цилиофауны малых рек окрестностей г. Хабаровска: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08. — Хабаровск: ДВГУПС, 2012. 154 с.
9. Dragesco J., Dragesco-Kerneis A. Cilies libres de l'Afrique intertropicale. Introduction a la connaissance et a l'etude des cilies // Faune tropicale. 1986. № 6. P. 1–59.
10. Berger H., Foissner W. Illustrated guide and ecological notes to ciliate indicator species (Protozoa, Ciliophora) in running waters, lakes and sewage plants. Biologische Methoden der Gewässeranalysen, 2003. 160 p.
11. Kreutz M., Foissner W. The Sphagnum ponds of Simmelried in Germany: a biodiversity hot-spot for microscopic organisms. Protozool. Monogr., 2006. 267 p.
12. Алекперов И. X. Атлас свободноживущих инфузорий. Баку, 2005. 310 с.
13. Curds C. British and other freshwater ciliated protozoa. Part I: Kinetofragminophora. London: Cambridge, 1982. 387 p.
14. Curds C., Gates M., Roberts D. British and other freshwater ciliated protozoa. Part II: Oligohymenophora and Polyhymenophora. London: Cambridge, 1983. 314 p.
15. Warren A. The ecology, morphology and taxonomy of freshwater Peritrich ciliates: Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy in the University of Surrey, 1983. 328 p.
16. Фауна аэротенков: атлас / отв. ред. Л. А. Кутикова. Л.: Наука, 1984. 264 с.
17. Протисты: Руководство по зоологии / под ред. А. Ф. Алимова. СПб: Наука, 2007. Ч. 2. 1144 с.
18. Довгаль И. В. Инфузории. Суктории (Ciliophora, Suctorea) // Фауна Украины. Киев: «Наукова Думка», 2013. Т. 36. 270 с.
19. Жариков В. В. Свободноживущие инфузории Волги: состав, динамика и пространственно-временное распределение в условиях полного гидротехнического зарегулирования реки: дис. ... докт.биол.наук: 03.00.08. СПб., 1997. 403 с.
20. Foissner W. Protists as bioindicator in activated sludge: identification, ecology and future needs. European Journal of Protistology, 2016. Vol. 55. P. 75–94.

21. Приходько А. В. Морфо-экологические особенности инфузорий из природных и антропогенных биоценозов Амурской области: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. Хабаровск: ДВГУПС, 2009. 155 с.
22. Мамедова А. К. Фауна инфузорий в очистных сооружениях Говсаны и Сахиль Апшеронского полуострова // Австрийский журнал технических и естественных наук. 2016. № 3–4. С. 11–15.
23. Oberschmidleither R., Aeschl E. Taxonomische Untersuchungen über einige Ciliaten (Ciliophora, Protozoa) aus Belebtschlammen oberösterreichischer Kläranlagen // Beiträge zur Naturkunde Oberösterreichs. 1996. Bd. 4. P. 3–30.
24. Шарапова И. В. Структура и пространственно-временная динамика населения биоценоза активного ила (в условиях биологической очистки стоков малого города): дис. ... канд. биол. наук: 03.00.08. Воронеж, 2010. 224 с.
25. Алекперов И. Х. Свободноживущие инфузории Азербайджана (экология, зоогеография, практическое значение). Баку: Эльм, 2012. 520 с.
26. Трибун М. М. Инфузории реки Амур // Инновационные процессы в современной науке, тенденции развития: сб. статей между. науч.-практ. конф. Уфа: Вестник науки. 2019. С. 145–149.
27. Цилиофауна природных и техногенных экосистем Среднего Приамурья: монография / Л. И. Никитина и др. Хабаровск: ДВГУПС, 2011. 160 с.
28. Быкова С. В. Фауна и экология инфузорий малых водоемов Самарской Луки и Саратовского водохранилища: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. Тольятти, 2005. 207 с.
29. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. Москва: АКВАРОС, 2003. 512 с.

© Трибун Михаил Маркович (tribunmikhail@gmail.com), Жуков Андрей Валерьевич (a.v.zhukov@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Дальневосточный государственный университет путей сообщения

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ НА НЕКОТОРЫХ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА

Юсифова Анаханум Амралы кызы

*Доктор философии по аграрным наукам, доцент,
Азербайджанский Государственный Педагогический
Университет
azmbi@mail.ru*

GENERAL CHARACTERISTICS OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI MEETING ON SOME FODDER PLANTS OF AZERBAIJAN

A. Yusifova

Summary. In the carried out of researcher studied the species composition of mycobiota and the specific gravity of phytopathogens of a number of fodder plants in some regions of Azerbaijan. It was found that on the fodder plants selected for research was spreaded 87 species of micromycetes most of which (72.4%) belongs to the anamorphs of sac fungi. About half of all mycobiota of registered fungi are phytopathogens, that cause fusarium, wilting, rust, spotting, rot, and other plant diseases. The presence of dominant and frequently encountered species among these fungi in the studied areas shows the importance of ensuring the mycological safety of fodder plants.

Keywords: fodder plants, mycobiota, anamorphic fungi, phytopathogens, frequency of occurrence, dominants.

Аннотация. В проведенных исследованиях изучен видовой состав микобиоты и удельный вес фитопатогенов ряда кормовых растений некоторых регионов Азербайджана (Аранский, Ленкоранский и Апшеронский экономические районы). Установлено, что в отобранных для исследования кормовых растениях распространено 87 видов микромицетов, большая часть которых (72,4%) относится к анаморфам сумчатых грибов. В числе зарегистрированных грибов около половины всей микобиоты составляют фитопатогены, вызывающие фузариоз, увядание, ржавчину, пятнистость, гниль и др. заболевания растений. Присутствие среди них видов, являющихся для исследуемых территорий доминирующими или часто встречающимися, показал важность учета микологической безопасности кормовых культур.

Ключевые слова: кормовые растения, микобиота, анаморфные грибы, фитопатогены, частота встречаемости, доминанты.

Неуклонный рост мирового населения начиная со второй половины двадцатого века стал вызывать ряд недостатков, проявляемых в энергоресурсах, пищевых продуктах, а также в сырье для различных отраслей промышленности [16]. К сожалению, масштабы проблемы увеличиваются, и в той или иной степени она начинает ощущаться во всем мире. По этой причине решение этих проблем естественным образом конкретизирует задачи современной науки, особенно биологии, которые в настоящее время охватывают два направления (создание новых источников и повышение эффективности существующих источников).

На фоне задач, поставленных исследованиями, проводимыми в этом направлении, обеспечение мирового населения сельскохозяйственной продукцией, в том числе продукцией животноводства, находится в центре внимания. Так, продукты животного происхождения являются одним из основных и традиционных источников питания человека и будут сохранять свою важность еще долгое время.

Кормовые культуры также играют важную роль в производстве продуктов животноводства [15, 18], поскольку продуктивность животных, выращиваемых для получения пищевых продуктов, а также качественный состав продуктов в значительной степени зависят от употребляемого ими корма.

Растения составляют основную часть кормового рациона крупного и мелкого рогатого скота, выращиваемого для пищевых целей. Растения являются источниками питания не только для животных, но и для микроорганизмов, в том числе грибов. Результатом этого являются сформировавшиеся различные взаимоотношения между растениями и грибами, одной из которых является патология, вызываемая грибами у растений [10]. Так, ежегодные потери урожая из-за грибковых заболеваний измеряются миллионами тонн [2]. Ущерб, наносимый грибами растениям, этим не ограничивается, и грибы также обогащают растения, на которых они обитают, метаболитами, производимыми ими в результате своей жизнедеятельности,

а среди них присутствуют и такие, которые могут вызвать опасные последствия как для самих животных, так и для организмов, использующих их в пищевых целях. Микотоксины, которые по действию сравнивают с оружием массового уничтожения и синтезируются грибами [19], являются ярким примером этого. Чтобы предотвратить заболевания, вызываемые грибами, очень важно всестороннее изучение растений, используемых животными в качестве корма, и пополнение базы данных для разработки эффективных мер борьбы с этими грибами.

Важная роль в экономике Азербайджанской Республики принадлежит аграрному сектору, дикорастущие и выращиваемые кормовые культуры на ее территории [1], позволяют отметить то, что поставленные вопросы не чужды нашей стране. Поэтому целью данной работы было изучение видового состава микобиоты ряда кормовых растений, произрастающих и возделываемых в отдельных районах Азербайджана, и определение удельного веса фитопатогенных видов, участвующих в формировании их микобиоты.

Материалы и методы

Объектами исследования явились дикорастущие и культивируемые кормовые культуры (*Agrostis alba* L., *Artemisia vulgaris* L., *Beta vulgaris* L., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Hordeum vulgare* L., *Lotus* L., *Malva neglecta* Waller, *Medicago sativa* L., *Phleum pratense* L., *Trifolium pratense* L., *T.repens* L., *Triticum aestivum* L., *T.durum* Desf, *Vicia sativa* L., *V.villosa* Roth. вэ *Zea mays* L.) и населяющие их грибы территорий Аранского, Лянкяранского и Апшеронского экономических районов Азербайджана. Отбор проб продолжался с апреля по ноябрь, и пробы были взяты из вегетативных и генеративных органов растений, предположительно заселенных грибами. В целом за время исследования было взято около 500 проб и проанализировано в соответствии с целью работы. В ходе исследования отбор образцов, выделение обнаруженных на них грибов в чистую культуру, хранение рабочих культур проводились по известным микологическим методам [5–6].

Для выделения грибов в чистую культуру были использованы такие питательные среды, как агар Сабуро, сусло-агар, агар Чапека, картофельный и рисовый агар.

Идентификация грибов проводилась на основе известных определителей [3, 7–9, 11–12, 17], составленных на основе их культурально-морфологических и физиологических характеристик.

Частоту встречаемости грибов (%) определяли по формуле $P = (n / N) \times 100$, где P — частота встречае-

мости, n — количество образцов с грибами, N — общее количество взятых образцов.

Результаты и их обсуждение

Исследования, проведенные в 2015–2019 годах, показали, что на 16 видах дикорастущих и культурных растений 3-х экономических районов Азербайджана (Абшеронский, Аранский и Ленкоранский) распространены 87 видов настоящих грибов (Mycota). Большинство зарегистрированных грибов, то есть 63 вида, относятся к анаморфам сумчатых грибов — Ascomycota (*Alternaria alternata*, *A.tenuissima*, *Alternaria solani*, *A.tenuis*, *Asc. betae*, *Asc.hordei*, *Asc.pisi*, *Asc.sojikota*, *Aspergillus candidus*, *A.flavus*, *A.fumigatus*, *A.nidulans*, *A.niger*, *A.ochraceus*, *A.ustus*, *A.versicolor*, *Blumeria graminis*, *Botrytis cinerea*, *Cephalosporium lecanii*, *Cercospora beticola*, *C.fabae*, *Cladosporium cladosporioides*, *C.herbarium*, *Cochliobolus heterostrophus*, *Colletotrichum trifolii*, *Colletotrichum gloesporioides*, *Fusarium avenaceum*, *F.culmorum*, *F.gibbosum*, *F.moniliforme*, *F.oxysporium*, *F.solani*, *F.semitectum*, *F.spotrichioides*, *Paecilomyces variotii*, *Penicillium brevicompactum*, *P. chrysogenum*, *P.expansum*, *P. glabrum*, *P.martensii*, *P.notatum*, *P.purpurogenum*, *P. thomii*, *Phoma betae*, *Ph.destructiva*, *Ph.medicaginis*, *Phomopsis leptostromiforme*, *Pyrenophora graminea*, *Septoria nodorum*, *Septoria pisi*, *S.sojina*, *S.tritici*, *Stemphilem botryosum*, *Thielaviopsis basicola*, *Trichoderma atroviride*, *T.asperillum*, *T.harzianum*, *T.polysporum*, *T.viride*, *Trichothecium roseum*, *Verticillium bulbillosum*, *V.dahliae*, *V.nigrescens*), 8 видов (*Absidia ramosa*, *Mucor circinelloides*, *M.globosum* *M. hiemalis*, *M.mucedo*, *M.racemosus*, *Rhizopus nigricans*, *Rh. Stolonifer*) к зигомицетам (Zygomycota), 9 видов (*Claviceps purpurea*, *Eryshiphe betae*, *E.communis*, *E.pisi*, *Gibberella fujikuroi*, *Monilia cytophila*, *Pyrenophora graminea*, *Sclerotinia libertiana* и *S. Sclerotiorum*)- к телеоморфам сумчатых грибов, 7 видов (*Puccinia recondita*, *Rhizoctonia solani*, *Tilletia caries*, *Urocystis cepulae*, *Uromyces trifolii-repentis*, *Ustilago hordei* и *U.zeae*) относятся к базидиомицетам (Basidiomycota).

Численное превосходство видов сумчатых грибов в кормовых растениях, является одной из характерных черт микобиоты природы Азербайджана. Так, в большинстве исследований к настоящему времени неоднократно подтверждалось преобладание анаморф сумчатых грибов в формировании микобиоты у растений, в первую очередь, принадлежащих по своей жизненной форме к травам [4].

Как уже отмечалось, между грибами и растениями сложились различные взаимоотношения, одно из которых проявляется в том, что грибы вызывают у растений различные патологии. Среди грибов, обнару-

Таблица 1. Оценка общей и фитопатогенной микобиоты исследованных кормовых растений

№	Название растений	Количество грибов участвующих в формировании общей микобиоты (шт.)	Количество фитопатогенов (шт.)	Удельный вес фитопатогенов(%)
1	<i>Agrostis alba</i>	11	4	36,4
2	<i>Artemisia vulgaris</i>	9	3	33,3
3	<i>Beta vulgaris</i>	17	10	58,8
4	<i>Cynodon dactylon</i>	12	6	50,0
5	<i>Hordeum vulgare</i>	18	10	55,6
6	<i>Lotus L.</i>	11	5	45,5
7	<i>Malva neglecta</i>	15	7	46,7
8	<i>Medicago sativa</i>	23	15	65,2
9	<i>Phleum pratense</i>	15	7	46,7
10	<i>Trifolium pratense</i>	20	11	55,0
11	<i>T.repens</i>	18	9	50,0
12	<i>Triticum aestivum</i>	16	7	43,8
13	<i>T.durum</i>	15	7	46,7
14	<i>Vicia sativa</i>	13	5	38,5
15	<i>V.villosa</i>	12	6	50,0
16	<i>Zea mays</i>	18	10	55,6

женных на кормовых растениях в ходе исследований, есть виды, о вызываемых патологиях которых имеется достаточная информация. Примерами могут служить виды грибов родов *Alternaria*, *Ascochyta*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Phoma*, *Puccinia*, *Septoria*, *Urocystis*, *Uromyces*, *Verticillium* и др. Так, виды грибов, вызывающие у различных растений такие заболевания, как фузариоз, увядание, пятнистость (разной формы и цвета), гниль разной окраски, ржавчина, мучнистая роса и т.д. и приводящие к серьезным изменениям как морфологических, так и физиолого-биохимических параметров относятся именно к отмеченным выше родам. Так, например, такие грибы как *B. cinerea*, вызывающий серую гниль, *V. dahliae*, вызывающий увядание, *F. moniliforme* и *F. oxysporum*, вызывающие фузариоз, *E. communis*, вызывающий мучнистую росу, *A. alternata*, вызывающий альтернариоз и др. являются характерными видами этих родов, и в ходе исследований было установлено, что они распространены во взятых образцах кормовых растений Азербайджана. Кроме того, многие из них, такие как *Fusarium oxysporium* и *Verticillium dahliae*, вызывают заболевания у сотни видов растений, т.е. они являются универсальными патогенами, не обладающими субстратной специфичностью. Наряду с этим, многие из этих грибов обладают способностью синтезировать ряд биологически активных веществ в результате жизнедеятельности, некоторые из которых полезны с точки зрения практических нужд, а другие вызывают развитие серьезных негативных последствий для здоровья человека.

По этой причине частота их встречаемости используется для выяснения характера функций, выполняемых грибами в той или иной экосистеме, а также для определения удельного веса грибов в формировании гетеротрофного блока экосистемы. Это также важно с точки зрения обеспечения микологической безопасности произрастающих или культивируемых в конкретной экосистеме растений пищевого, кормового и медицинского назначения. С учетом этого было целесообразным охарактеризовать зарегистрированные грибы как по распространению на отдельных растениях, так и по частоте встречаемости отдельных видов грибов в общих отобранных пробах.

При определении распределения на отдельных растениях зарегистрированных, а также получивших подтверждение фитопатогенности грибов выявлено, что растение *Medicago sativa* характеризуется самыми высокими, а *Artemisia vulgaris* — самыми низкими показателями как общей микобиоты, так количества фитопатогенов (Таблица 1). Так, более половины из 23 видов грибов, участвующих в формировании микобиоты *Medicago sativa*, а точнее 65,2%, относятся к фитопатогенам, включающие такие виды как *A. alternata*, *Botrytis cinerea*, *Erysiphe pisi*, *F. moniliforme*, *F. oxysporium*, *Phoma medicaginis*, *Thielaviopsis basicola*, *Uromyces trifolii-repentis*, *Verticillium dahliae* и др. Многие из этих видов также встречаются в таких растениях, как *Trifolium pratense* и *T. repens*, что связано с их таксономической близостью.

Таблица 2. Характеристика частоты встречаемости грибов, встречающихся на отобранных образцах кормовых растений

Оцениваемые параметры	Доминанты	Часто встречающиеся	Случайные и редкие виды
Количественный показатель частоты встречаемости	40,5–52,7%	11,2–36,8%	0,008–7,9%
Общее количество соответствующих грибов	6	38	43
Количество фитопатогенов	3	21	28
Названия соответствующих фитопатогенов	<i>A.alternata</i> , <i>F.oxysporium</i> <i>V.dahile</i>	<i>Alternaria solani</i> , <i>A.tenuis</i> , <i>Asc.betae</i> , <i>Asc.hordei</i> , <i>Asc.pisi</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Cercospora fabae</i> , <i>Colletotrichum trifolii</i> , <i>Favenaceum</i> , <i>F. gibbosum</i> , <i>F.moniliforme</i> , <i>F.solani</i> , <i>F.semitectum</i> , <i>Phoma betae</i> , <i>Ph.destructiva</i> , <i>Ph.medicaginis</i> , <i>Septoria pisi</i> , <i>Stemphilium botryosum</i> <i>Thielaviopsis basicola</i> , <i>Ustilago zeae</i>	<i>Alternaria tenuissima</i> , <i>Asc.sojkita</i> , <i>Blumeria graminis</i> , <i>Cercospora beticola</i> , <i>Claviceps purpurea</i> , <i>Cochliobolus heterostrophus</i> , <i>Colletotrichum gloesporioides</i> , <i>Eryshiphe betae</i> , <i>E.communis</i> , <i>E.pisi</i> , <i>Fusarium culmorum</i> , <i>F.sporotrichioides</i> , <i>Gibberella fujikuroi</i> , <i>Monilia sitophila</i> , <i>Pyrenophora graminea</i> , <i>Phomopsis leptostromiforme</i> , <i>Puccinia recondita</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotinia libertiana</i> , <i>S.sclerotiorum</i> , <i>Septoria nodorum</i> , <i>S.sojina</i> , <i>S.tritici</i> , <i>Tilletia caries</i> <i>Trichothecium roseum</i> , <i>Urocystis cepulae</i> , <i>Uromyces trifolii-repentis</i> , <i>Ustilago hordei</i>

Что касается частоты встречаемости фитопатогенных видов грибов в общих образцах, взятых в ходе исследования, то из полученных результаты показали, что во всех исследуемых зонах 6 видов характеризуются частотой встречаемости, свойственной доминирующим видам (таблица 2). Как видно, из грибов с частотой встречаемости более

40% 3 вида, т.е. *A. alternata*, *F. oxysporium* и *V. dahile*, относятся к фитопатогенам, то есть 50% доминант относятся к фитопатогенам.

Из зарегистрированных видов грибов 38 характеризуются частотой встречаемости, характерной для часто встречающихся грибов, а ее количественное значение колеблется в пределах 11,2–36,8%. 55,3% грибов, соответствующих этой характеристике, относятся к фитопатогенам.

Случайные и редкие виды по сравнению с другими, характеризуются более высокими показателями, как по количеству видов, так и по удельному весу фитопатогенов (65,1%).

Следует отметить, что исследуемые экономические районы отличаются естественными почвенно-климатическими условиями [1], и это различие приводит к формированию для каждой зоны специфической микобиоты, которая проявляется как в видовом составе, так и в частоте встречаемости отдельных фитопатогенов.

Так, из 87 видов, зарегистрированных в ходе исследований, 75 видов участвуют в формировании микобиоты кормовых растений Ленкоранского, 70 видов — Аранского и 62 — Апшеронского экономических районов. Кроме того, 25 видов, зарегистрированных на территории Ленкоранского экономического района, не обнаружено на Апшеронском полуострове и 12 видов, зарегистрированных на территории Апшеронского полуострова — в Ленкоранском экономическом районе. Согласно аналогичному подходу, из грибов, обнаруженных на территории Аранского экономического района, 12 видов не выявлено в Ленкорани и 6 видов — на Апшероне. При обратном сравнении Апшерона и Арана таких видов было 8. Все это позволяет отметить, что естественные почвенно-климатические условия Ленкоранского экономического района более благоприятны для распространения грибов.

В то же время следует подчеркнуть, что эпифитотия того или иного заболевания на исследуемых территориях до сих пор не обнаружена, что позволяет констатировать, что фитосанитарное состояние исследуемых территорий не опасное, но наблюдаемое возрастание некоторых заболеваний (фузариоз, увядание и мучнистая роса) указывает на важность удержания в центре внимания этого вопроса и принятия профилактических мер по улучшению фитосанитарной ситуации.

Таким образом, в результате исследований выявлено, что в формировании микобиоты кормовых растений

в Апшеронском, Аранском и Ленкоранском экономических районах Азербайджана участвуют 87 видов настоящих грибов, в числе которых есть фитопатогены, вызывающие опасные заболевания растений. Изучаемые растения различаются между собой как по участвующим в форми-

ровании общей микобиоты грибам, так и по распределению фитопатогенных грибов по субстратам, а также в целом по частоте встречаемости грибов на отобранных образцах. Все эти данные могут быть полезны при разработке профилактических мер против фитопатогенов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азербайджанская Национальная Энциклопедия. В 25 томах. Азербайджанский том. Баку: Научный центр «Азербайджанская Национальная Энциклопедия», 2007, 884с.
2. Атлас экономически значимых растений и вредных объектов России и сопредельных государств.// <http://www.agroatlas.ru/diseases>
3. Болезни культурных растений. / Под общей редакцией В. А. Павлюшина. СПб, 2005. — 288 с.
4. Гаджиева Н.Ш., Мамедов Г. М., Эюбов Б. Б., Мамедова Ф. Р., Гахраманова Ф. Х., Джабраилзаде С. М. Патогенные грибы, обитающие на растениях, культурно возделываемых в условиях Азербайджана.// Вестник МГОУ, серия «Естественные науки», 2012, № 5, с. 9–12
5. Методы экспериментальной микологии/Под. ред. Билай В. И. Киев: Наукова думка, 1982, 500с.
6. Нетрусов А.И., Егорова М. А., Захарчук Л. М. и др. Практикум по микробиологии. — М.: Издательский центр «Академия», 2005, 608с.
7. Саттон Д., Фотергилл А., Риналди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. М.: Мир, 2001, 486с.
8. Семенкова И.Г., Соколова Э. С. Фитопатология. М.: Академия, 2003, 479с.
9. Хохряков М.К., Доброзракова Т.Л., Степанов К. М., Летова М. Ф. Определитель болезней растений. СПб: Лань, 2003, 592 с
10. Archana J., Surendra S., Qin W., Yuanfu L. & Jingshan Sh. A review of plant leaf fungal diseases and its environment speciation.// *Bioengineered*, 2019, 10:1, 409–424
11. Ellis M.B., Ellis J. P. *Microfungi on Land plants. An identification Handbook*. London: Helm, 1987, 819p.
12. Kirk P.M., Cannon P.F., David J. C., Stalpes J. A. *Ainsworth and Bisby's Dictionary of the fungi*(9 ed.) Oxon, Wallingford: CAB International, 2001, 655 p.
13. Knapp S., Van der Heijden M. G.A. A global meta-analysis of yield stability in organic and conservation agriculture.// *Nat Commun*, 2018, 9, 3632. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05956-1>
14. Lawrence P.R., Meghan C. W-R., Debra K. A., Teresa A. D. Importance of Animals in Agricultural Sustainability and Food Security.// *The Journal of Nutrition*, 2015, v.145, is. 7, p.1377–1379.
15. Ma Y., Luo B., Zhu Q. et al. Changes in traditional ecological knowledge of forage plants in immigrant villages of Ningxia, China.// *J Ethnobiology Ethnomedicine*, 2019, 15, 65. <https://doi.org/10.1186/s13002-019-0333-0>
16. Owusu P.A., & Asumadu-Sarkodie S. A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation. // *Cogent Engineering*, 2016, 3(1), 1167990. <https://doi.org/10.1080/23311916.2016.1167990>
17. Samson R.A., Pitt J. I. *Integration of modern taxonomic methods for Penicillium and Aspergillus classification*. Amsterdam: Harwood Publishers, 2000, 510p.
18. Thornton Ph. K. Livestock production: recent trends, future prospects.// *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.*, 2010, v.27, i.365(1554): p.2853–2867.
19. Zain ME. Impact of mycotoxins on humans and animals. *J Saudi Chem Soc.* 2011;15:129–144.

© Юсифова Анаханум Амралы кызы (azmbi@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ АППАРАТНОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ, РАБОТАЮЩИХ НА ОСНОВЕ ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СТРУКТУР

DEVELOPMENT AND ANALYSIS
OF A METHOD FOR INCREASING
THE SECURITY OF HARDWARE
AND SOFTWARE OF INDUSTRIAL
FACILITIES OPERATING ON THE BASIS
OF LANS OF VARIOUS HIERARCHICAL
STRUCTURES

**A. Andryukhin
N. Grachev
N. Lvov**

Summary. This paper presents a method developed and used to protect a local area network (LAN) from unauthorized access. The essence of the method is to control the hardware of PCs, that are part of the local network by means of a specialized server that performs a network survey and stores information in a specialized database. The General principle of operation of SOFTWARE based on this method is considered, and flowcharts are provided.

Keywords: information protection, software, local area networks.

Андрюхин Александр Гаврилович

К.т.н., доцент, МИРЭА — Российский
технологический университет (г. Москва)
pr1110@list.ru

Грачев Николай Николаевич

К.т.н., профессор, МИРЭА — Российский
технологический университет (г. Москва)
nnggrachev@mail.ru

Львов Никита Сергеевич

МИРЭА — Российский технологический университет
(филиал в г. Фрязино)
lvov_ns@outlook.com

Аннотация. В данной работе представлен метод, разработанный и используемый для защиты локально-вычислительной сети (ЛВС) от несанкционированного доступа. Суть метода заключается в контроле аппаратной части ПК, входящих в локальную сеть, посредством разработанного в данной работе программного комплекса, выполняющего опрос сети и хранящего информацию в специализированной базе данных. Рассматривается общий принцип работы ПО, построенного на основе данного метода, приводятся блок-схемы.

Ключевые слова: защита информации, программные средства, локально-вычислительные сети.

Актуальность данной работы заключается в повышении защищенности аппаратного и программного обеспечения локальных сетей различных объектов, а также оперативного реагирования на случаи несанкционированных изменений аппаратных конфигураций, как в сторону уменьшения (например, при несанкционированной замене комплектующих), так и в сторону увеличения (например, при несанкционированном подключении посторонних устройств для попытки организации канала утечки конфиденциальной информации). В качестве объектов могут выступать различные предприятия и организации, имеющие как обычные, так и территориально распределенные ЛВС

на основе структур от выделенного сервера до централизованного кластера серверов [1].

Объектом исследования является уровень защиты дорогостоящего аппаратного и программного обеспечения локально-вычислительных сетей объектов, обладающее уникальными или специализированными свойствами от несанкционированных проникновений и изменений.

Целью проведенных исследований является повышение эффективности защиты локально-вычислительных сетей (ЛВС) от несанкционированного доступа при



Рис. 1. Принцип работы ПО AIDA64

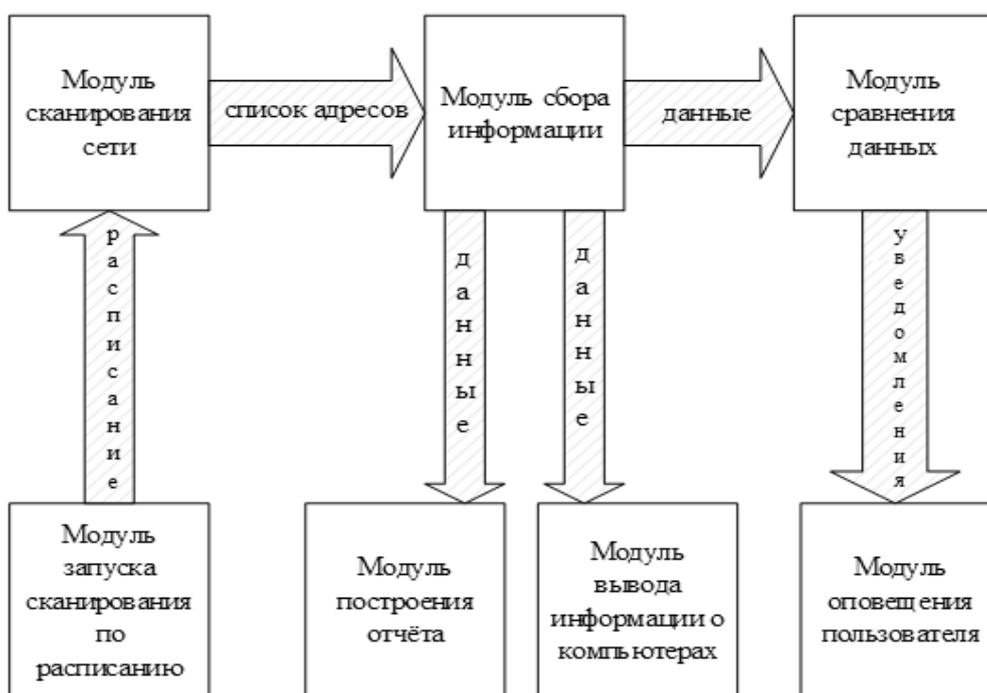


Рис. 2. Структурная схема реализации предлагаемого в данной работе метода

ведении учета аппаратного обеспечения, и разработка средств, позволяющих моментально уведомлять о несанкционированных изменениях.

В настоящее время для попытки решения данной проблемы применяются два метода:

- ♦ в части борьбы с попытками подключения несанкционированных устройств — путем механической блокировки корпусов процессорных блоков, а также пломбирования внешних интерфейсов, и ежедневного контроля целостности пломбировки. Данный метод, при его высокой надежности, имеет существенный недостаток —

требуется ежедневное присутствие контролирующего лица;

- ♦ в части борьбы с попытками кражи или подмены комплектующих — путем использования специализированных программных комплексов (например, AIDA64 фирмы FinalWire Ltd, или «Инвентаризация компьютеров» отечественного производителя 10-Страйк).

Данные программные комплексы позволяют из любой точки сети получить информацию о аппаратной конфигурации любого узла сети. Однако, данный метод не позволяет выполнить автоматическую сверку текущего состояния аппаратной конфигурации узла сети с его состоянием в предшествующее время. Принцип работы данного и аналогичного ему ПО приведен на рисунке 1.

Для достижения поставленной в работе цели необходимо решить следующие подчиненные задачи, а именно:

- ♦ сохранение информации о эталонном состоянии аппаратного обеспечения узлов сети;
- ♦ определение статуса узлов сети в параллельном режиме;
- ♦ периодический сбор информации о текущем состоянии аппаратного обеспечения узлов сети [2].

В данной работе предлагается использовать следующий оригинальный метод. Его структурная схема приведена на рисунке 2. Локально-вычислительная сеть объекта подвергается круглосуточному мониторингу со стороны центрального сервера сети объекта, имеющего достаточную степень защиты от постороннего вмешательства. Сама структура метода исключает возможность наличия вышеуказанных недостатков. Не требуется выполнять «пломбирование» и «опечатывание» интерфейсов и процессорных блоков, а также выполнять ручное протоколирование состояний аппаратной конфигурации — данные операции происходят автоматически с заданной периодичностью. Уменьшение этого временного отрезка повышает время реагирования на несанкционированные вмешательства, однако повышает нагрузку на сеть.

Модуль сканирования сети (его блок-схема, представляющая собой принцип функционирования модуля сканирования сети, представлена на рисунке 3) Указанный принцип производит производить вычисление допустимой области адресов компьютеров в сети, на основе идентификатора подсети и маски. Далее, он совершает проверку соединения с этими компьютерами, и исключает те адреса, по которым не удалось установить связь. Затем по полученному списку адресов выполняется проверка возможности сбора необходимых данных по WMI, с помощью короткого WMI запроса,

таким образом исключаются все устройства, которые её не поддерживают, или к ним по какой-то причине нет доступа в данный момент. Полученный список доступных адресов передаётся следующим модулям.

На первом этапе происходит перевод маски подсети в двоичную систему счисления, затем возведение числа 2 в степень суммарного количества бит в маске, принимающих значение «1», что позволяет получить количество возможных адресов компьютеров. На втором этапе происходит генерация списка возможных адресов хостов, путём инкрементации адреса на количество возможных адресов. На третьем этапе происходит сканирование всех адресов в списке. Если в списке имеется адрес, который ещё не проходил проверку, то выполняется эхо-запрос по нему, в результате которого выясняется наличие или отсутствие доступа к адресу. При наличии доступа к адресу идёт его проверка с помощью короткого WMI запроса, благодаря которой адрес либо записывается в список доступных адресов, либо исключается из списка, затем происходит переход к следующему адресу; При отсутствии доступа к адресу, он исключается из списка и происходит переход к следующему адресу.

Если в списке все адреса прошли проверку, то модуль передаёт список доступных адресов следующим модулям.

Модуль сбора информации производит опрос компьютеров по списку адресов, на предмет свойств и параметров их внутренних комплектующих. Затем производит приведение полученной информации к объектной модели, создавая условный объект для каждого компьютера, который содержит в себе объекты его составных частей, которым в свою очередь присваиваются свойства реальных комплектующих. Приведение информации к данному виду обусловлено необходимостью унифицировать обработку всех компьютеров. Полученный массив объектов передаётся следующим модулям.

Опишем алгоритм, представленный блок-схемой (см. рис. 4). На первом этапе, по полученному от модуля сканирования сети списку адресов, выполняется сбор информации от компьютеров [3].

На втором этапе создаются абстрактный объект для каждого компьютера, как совокупность некоторого количества устройств. На третьем этапе для каждого обнаруженного комплектующего создаётся абстрактный объект, как совокупность свойств комплектующего. Происходит заполнение свойств данного объекта информацией о характеристиках реального комплектующего. На четвёртом этапе происходит логическое объедине-

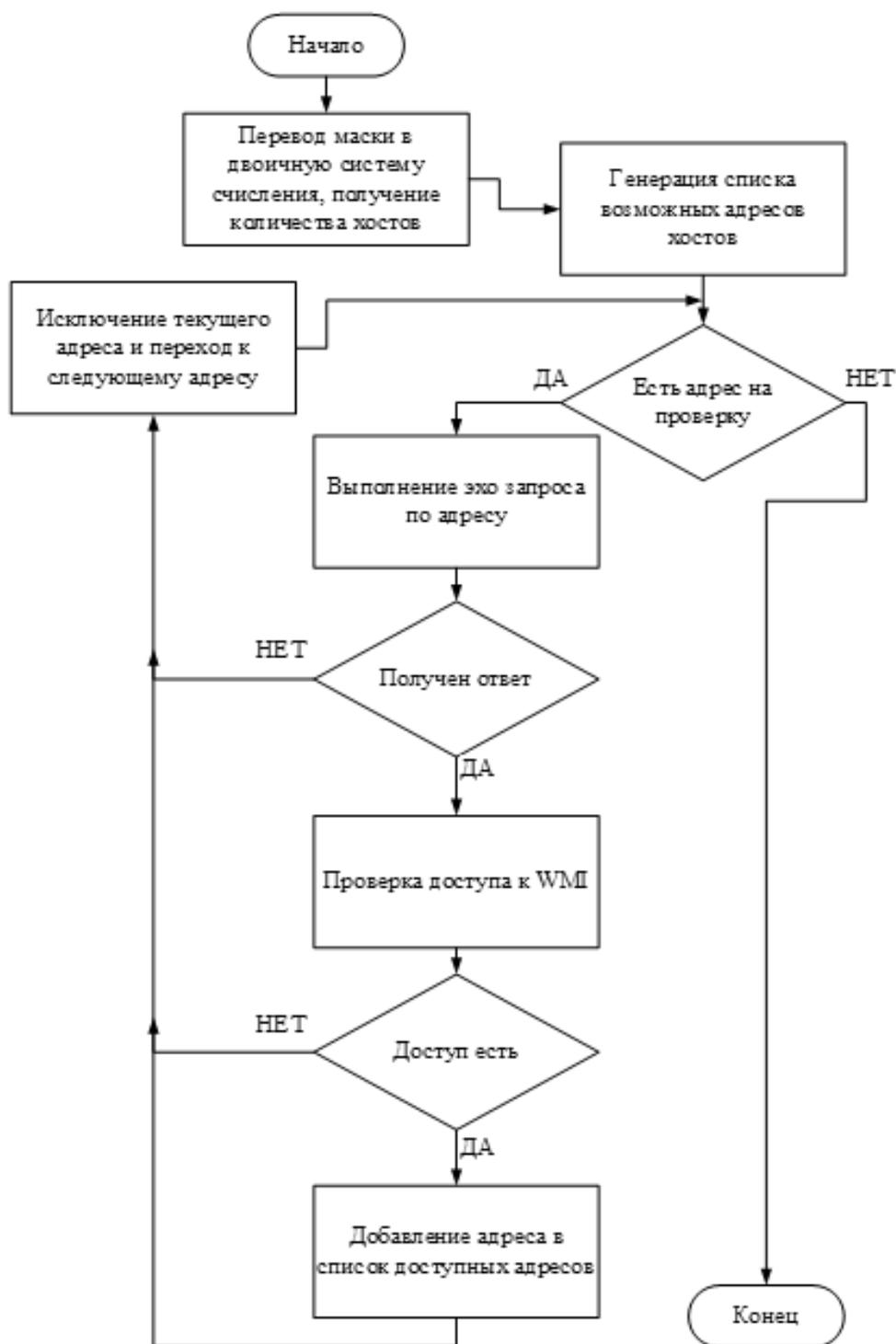


Рис. 3. Блок-схема работы модуля сканирования сети

ние объектов компьютеров с объектами комплектующих, в соответствии с реальным оборудованием. На пятом этапе каждому объекту компьютера присваиваются служебные свойства: имя, адрес и время сканирования, необходимые при обработке данной структуры последующими модулями.

Модуль сравнения данных производит сравнение так называемых «архивных данных» предыдущего сканирования и «новых данных» полученных при последнем сканировании. Если же архивных данных нет, то новые данные автоматически станут архивными. Такое происходит при самом первом запуске программы.

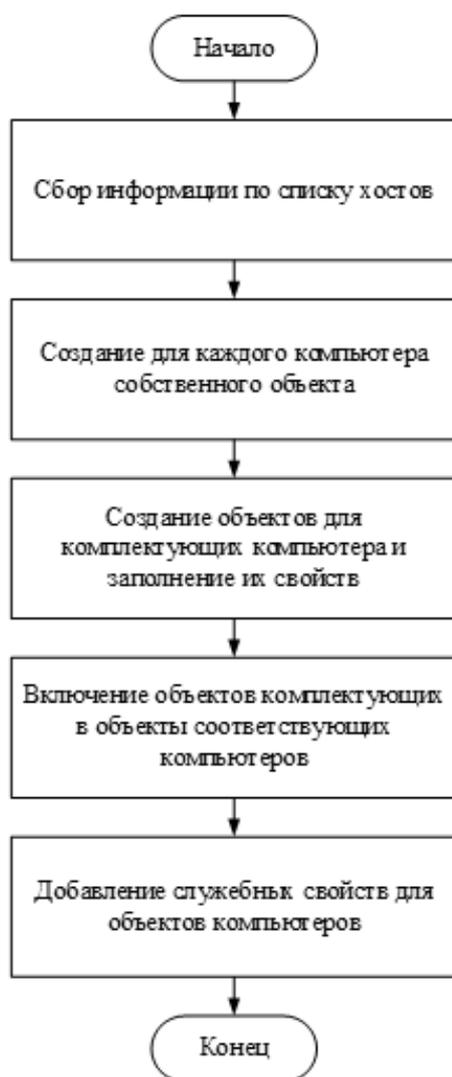


Рис. 4. Блок-схема работы модуля сбора информации

Опишем алгоритм, представленный блок-схемой (см. рис. 4). На первом этапе происходит попарное сравнение каждого свойства, каждого комплектующего в каждом компьютере. На втором этапе при нахождении изменений далее происходит проверка наличия архивной информации о несовпадающем свойстве. Если информация о данном параметре ранее присутствовала в архиве, то модуль сделает вывод о том, что вероятно устройство отсутствует и перейдет к следующему параметру. Если никакой информации о несовпадающем параметре найти не удалось, то модуль сделает вывод что этот параметр принадлежит новому устройству и перейдет к следующему параметру. При отсутствии изменений модуль просто завершает свою работу [4].

Таким образом, разработанный метод повышает защищенность аппаратного и программного обеспечения локальных сетей различных объектов от не-

санкционированного доступа и дает возможности оперативного реагирования на несанкционированные изменения, отличающийся от ныне существующих методов за счет отсутствия необходимости физического контроля аппаратного обеспечения, а также за счет возможности выполнения сверки текущего состояния аппаратной конфигурации узла сети с его состоянием какое-то время назад. Программное средство, созданное на основе разработанного метода, позволяет отказаться от приобретения дорогостоящих программных пакетов (стоимость лицензии AIDA64 на 1 рабочую станцию составляет около 14 тысяч рублей и если офис организации содержит около 20 компьютеров, то лицензия им обойдется в 280 тысяч рублей а при обновлении парка ПК или смене системной платы лицензию придется приобретать заново) для проведения мониторинга состояния аппаратного обеспечения ЛВС на базе ОС Windows.

ЛИТЕРАТУРА

1. Таненбаум Э. Современные операционные системы, 4-е издание / Таненбаум Э., Бос Х. — СПб.: Питер, 2018—1120 с.
2. Попов А. В. Введение в Windows PowerShell / Попов А. В. — СПб.: БХВ-Петербург, 2009. — 464 с.
3. Линн С. Администрирование Microsoft Windows Server 2012 / Линн С. — М.: Орелли, 2014—304 с.
4. Прайс М. С# 7 и .NET Core. Кросс- платформенная разработка для профессионалов / Прайс М. — СПб.: Питер, 2019—640 с.

© Андрюхин Александр Гавриилович (pr1110@list.ru),
Грачев Николай Николаевич (nngachev@mail.ru), Львов Никита Сергеевич (lvov_ns@outlook.com).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



МИРЭА — Российский технологический университет

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ ДЛЯ РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА В ОБЛАЧНЫХ СИСТЕМАХ

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF USING BIOMETRIC AUTHENTICATION FOR ACCESS CONTROL IN CLOUD SYSTEMS

**A. Barsolevskaya
D. Kondrashkin
V. Samoylov
S. Volkov**

Summary. The article touches upon the problems of information security of remote working employees operating in companies with a cloud-based infrastructure. The degree of influence of the authentication system on the reliability of the information security system is analyzed based on the CVSS (common vulnerability scoring system). A comparative analysis of the reliability of two-factor biometric and password authentication systems is carried out by assessing the probabilities of successful attacks. Furthermore, a two-factor biometric authentication scheme is proposed for working with cloud-based structures.

Keywords: authentication system, access control, biometric characteristics, two-factor authentication, type II error.

Барзольевская Анна Федоровна

ФГБОУ ВО «Московский Государственный
Лингвистический Университет», Москва
a.barsolevskaia@gmail.com

Кондрашкин Дмитрий Александрович

ФГБОУ ВО «Московский Государственный
Лингвистический Университет», Москва
jakekondr@gmail.com

Самойлов Вячеслав Евгеньевич

К.т.н., ФГБОУ ВО «Московский Государственный
Лингвистический Университет», Москва
v.samoilov@linguanet.ru

Волков Сергей Дмитриевич

Аспирант, ФГБОУ ВО «Московский Государственный
Лингвистический Университет», Москва
volkov1234@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы информационной безопасности удаленной работы сотрудников с облачными структурами компаний. На основании системы общего учета уязвимостей CVSS анализируется степень влияния системы аутентификации на надёжность системы защиты информации, проводится сравнительный анализ надёжности двухфакторных систем биометрической и парольной аутентификации, посредством оценки вероятности «удачной» атаки. А также, предлагается схема двухфакторной биометрической аутентификации для работы с облачными структурами.

Ключевые слова: система аутентификации, разграничение доступа, биометрические характеристики, двухфакторная аутентификация, ошибка второго рода.

Введение

Процесс цифровизации российской экономики постепенно захватывает новые области и приобретает новые формы. Одной из таких форм является дистанционная (удаленная) работа — это особая форма организации трудового процесса, при которой сотрудники компании выполняют свои трудовые функции вне рабочего пространства, а их коммуникация в процессе работы осуществляется посредством цифровых технологий. Сравнительно недавно такая трудовая форма была скорее исключением, чем обыденностью, однако эпидемия вируса COVID-19 внесла свои коррективы в процессы развития человеческого общества. Безусловно, удаленная работа возможна далеко не во всех видах деятельности, но обстоятельства заставляют чело-

века приспособляться и видоизменять традиционные способы взаимодействия.

После появления вируса COVID-19 на территории Российской Федерации Указ Президента РФ от 25.03.2020 N206 «Об объявлении в Российской Федерации нерабочих дней» [1] положил начало серии правовых актов, которые вводили меры по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения на территории нашей страны. Федеральное и региональное Правительство на волне противоэпидемических и профилактических мероприятий обратилось к работодателям с рекомендацией по принятию вспомогательных мер, в том числе использованию гибких форм занятости, а именно удаленной, дистанционной и надомной работы. А в конце 2020 года был подготовлен и принят Феде-

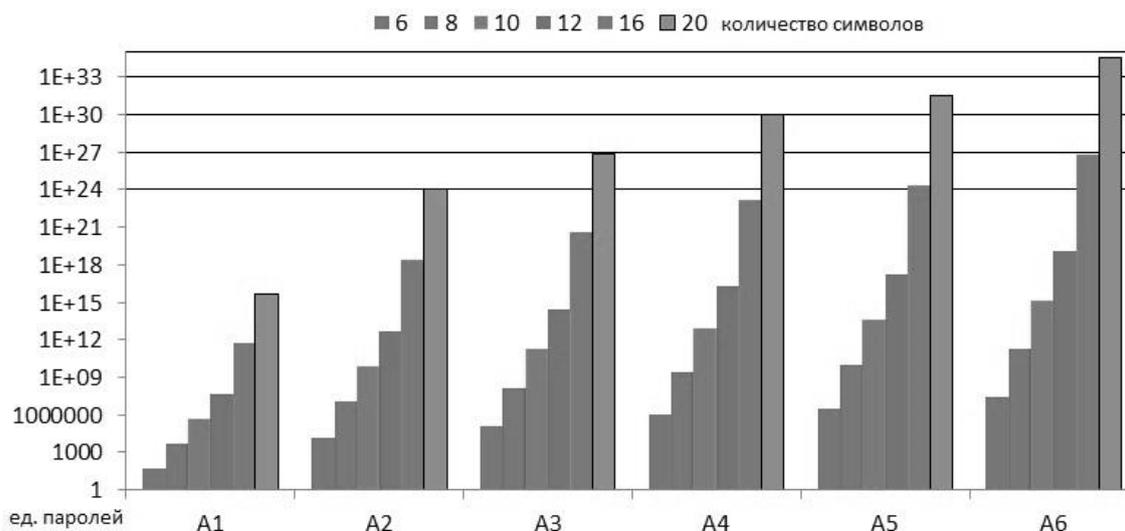


Рис. 1. Зависимость среднего времени подбора пароля от используемого алфавита и длины пароля

ральный закон от 8 декабря 2020 г. N407-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации в части регулирования дистанционной (удаленной) работы и временного перевода работника на дистанционную (удаленную) работу по инициативе работодателя в исключительных случаях» [2]. Закон вступил в силу с 1 января 2021 года.

Закон вводит три ключевых понятия: дистанционная (удаленная) работа; временная дистанционная (удаленная) работа — режим, предусматривающий временное выполнение трудовой функции вне стационарного рабочего места, находящегося под контролем работодателя; комбинированная дистанционная (удаленная) работа — стационарная занятость на рабочем месте и дистанционная (удаленная) работа.

Развитие указанных в [2] форм работы способствует повышенному интересу компаний к созданию собственных или использованию существующих облачных структур. Явные преимущества в виде снижения объемов арендной платы и снижения хозяйственных расходов на содержание офисов определяют заинтересованность коммерческих организаций в переводе сотрудников на удаленную работу. Однако, отсутствие системного контроля за действиями сотрудников, находящихся вне территории работодателя, в очередной раз делает актуальным вопрос об информационной безопасности использования информационных систем (ИС), функционирующих на основе технологии облачных вычислений.

Постановка задачи

Ключевой частью ИС, построенной на технологии облачных вычислений, является система аутентификации,

она реализует функцию защиты информации и осуществляет разделение доступа пользователей. Большинство протоколов аутентификации используемых в облачных структурах используют однофакторную или многофакторную парольную защиту [3–5]. Современные алгоритмы поиска и перебора паролей достигают своих целей за сравнительно небольшие сроки. На рисунке 1 приведены зависимости среднего времени подбора пароля от используемого алфавита и длины пароля [6].

Очевидно, что решением данной проблемы является усложнение требований к паролю, согласно [6] он должен составлять не менее 8–12 символов и состоять из алфавитов A5 и A6. Однако, постоянное усложнение паролей приводит к появлению уязвимостей другого рода — повышается вероятность утери пароля пользователем. Пользователи склонны к записи и сохранению сложных паролей. Кроме того, бесчисленный рост систем, требующих персональной аутентификации, увеличивает число пар «логин-пароль», которые необходимо запомнить и постоянно использовать (проблема «многих входов»), что также приносит определённые риски со стороны пользователей.

Для решения проблемы «многих входов» часто используют схему однократного входа с авторизацией SSO (Single Sign-On). Управление доступом по схеме SSO даёт возможность пользователям корпоративной сети при их входе в сеть пройти только одну аутентификацию, предъявив только один раз пароль, и затем без дополнительной аутентификации получить доступ ко всем авторизованным сетевым ресурсам, которые нужны для выполнения их работы [5]. Использование данной схемы повышает производительность труда пользователей, повышает информационную безопасность систем, сни-

Таблица 1. Показатели аутентификации

Показатель	Описание показателя	Вес
Многоразовая аутентификация	Эксплуатация уязвимости требует, чтобы пользователь провел аутентификацию несколько раз. Например, пользователю необходимо осуществить вход в ОС, а затем в бизнес-приложение	0,450
Одноразовая аутентификация	Эксплуатация уязвимости требует прохождения аутентификации один раз	0,560
Аутентификация отсутствует	Эксплуатация уязвимости не требует аутентификации	0,704

Таблица 2. Изменение значений базовой метрики CVSS для разных систем аутентификации

Показатель	Вектор CVSS	Значение
Многоразовая аутентификация	AV: A/AC: M/Au: M/C: P/I: P/A: P	4,5
Одноразовая аутентификация	AV: A/AC: M/Au: S/C: P/I: P/A: P	4,9
Аутентификация отсутствует	AV: A/AC: M/Au: N/C: P/I: P/A: P	5,4

жая вероятность утери паролей пользователем, однако не решает проблемы развития алгоритмов подбора паролей.

Очевидным решением данной задачи является использование биометрических характеристик человека для доступа к ресурсам облачных структур компаний. Современные ноутбуки и смартфоны обеспечены высококачественными видеокамерами и звуковыми картами, что привело к масштабному распространению и развитию технологий Face ID и Voice ID.

Количественная оценка риска подбора пароля в системе аутентификации ИС, построенной на технологии облачных вычислений

Для проведения количественной оценки и построения риск-модели облачной среды используются базовые векторы системы общего учета уязвимостей (CVSS) [7, 8]. В данной системе особое место отводится процессу аутентификации, он описывает количество необходимых сеансов аутентификации цели при эксплуатации уязвимости. Показатель не учитывает сложности данного процесса, а лишь характеризует саму необходимость аутентификации для использования уязвимости [7].

Расчет базовой метрики производится по следующей формуле:

$$BS = \text{round_to_1_decimal}\{[(0,6imp) + (0,4Exp) - 1,5] + f(imp)\},$$

где *BS* — базовая метрика;
imp — общее влияние (урон), определяемое как

$$imp = 10,41[1 - (1 - Confimp)(1 - Intimp)(1 - Avimp)],$$

где *Confimp* — урон конфиденциальности;
Intimp — урон целостности;
Avimp — урон доступности;
Exp — доступность использования эксплойта, определяемая как

$$Exp = 20AccVec \cdot AccCom \cdot Aut,$$

где *AccVec* — вектор доступа,
AccCom — вектор сложности;
Aut — аутентификация;
 $f(imp) = 0$, если $imp = 0$, в других случаях $f = 1,176$.

Показатели аутентификации определяются коэффициентами, представленными в таблице 1. Очевидно, что с усложнением системы аутентификации изменяется и количественная оценка рисков для облачной системы, но в таблице 1 не приведено значение весового коэффициента для биометрической аутентификации. Возникает вопрос, является ли эта технология более надёжной с точки зрения информационной безопасности?

Рассмотрим изменение количественной оценки рисков облачной системы для заданных параметров при условии, что система аутентификации меняется. Результаты моделирования представлены в таблице 2.

Результаты анализа изменения значений базовой метрики CVSS позволяют сделать вывод о том, что для «неидеальной» с точки зрения информационной безопасности системы усложнение схемы аутентификации существенно влияет на её защиту.

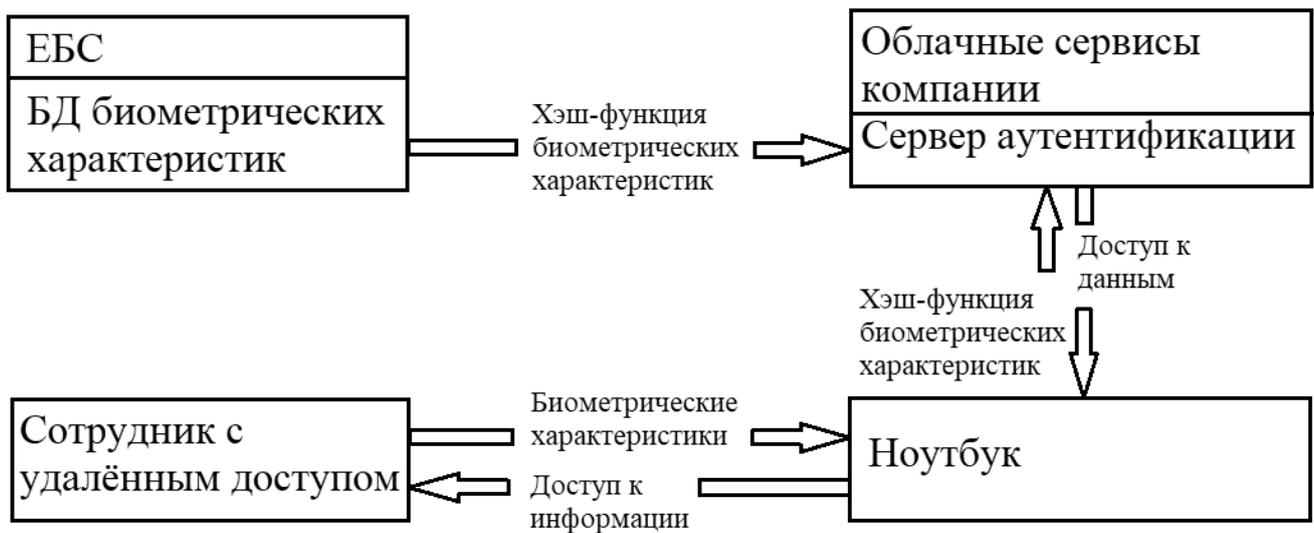


Рис. 2. Схема двухфакторной биометрической аутентификации при работе с облачными структурами

Оценка вероятности «удачной» атаки на систему биометрической и парольной аутентификации

Для сравнительного анализа надёжности систем биометрической и парольной аутентификации необходимо определить вероятности «удачной» атаки. Для качественного анализа необходимо сравнивать двухфакторную аутентификацию, как наиболее распространённую и в должной мере надёжную.

Вероятность «удачной» атаки на двухфакторную систему парольной аутентификации определяется формулой

$$p_{\text{п}} = p_{1\text{п}}p_{2\text{п}} + p_{2\text{рп}}$$

где $p_{1\text{п}}$ — вероятность подбора первого пароля за приемлемое время;

$p_{2\text{п}}$ — вероятность подбора второго пароля за приемлемое время;

$p_{2\text{рп}}$ — вероятность ошибки второго рода двухфакторной системы парольной аутентификации.

Очевидно, что $p_{2\text{рп}} \ll 0$, поэтому результирующая формула для оценки вероятности «удачной» атаки на двухфакторную систему парольной аутентификации будет

$$p_{\text{п}} = p_{1\text{п}}p_{2\text{п}}$$

По аналогии вероятность «удачной» атаки на двухфакторную систему биометрической аутентификации определяется формулой

$$p_{\text{б}} = p_{1\text{г}}p_{2\text{л}} + p_{2\text{рб}}$$

где $p_{1\text{г}}$ — вероятность подбора голосового пароля; $p_{2\text{л}}$ — вероятность подбора геометрии лица; $p_{2\text{рб}}$ — вероятность ошибки второго рода двухфакторной системы биометрической аутентификации.

Известно, что для систем биометрической аутентификации вероятность второго рода $p_{2\text{рп}} \neq 0$. Для голосовой аутентификации вероятность ошибок второго рода велика, порядка 10^{-2} , для систем аутентификации на основе геометрии лица этот параметр значительно меньше, и составляет 10^{-6} [9, 10].

Результирующее значение вероятности ошибки второго рода для комбинации систем аутентификации по голосу и по геометрии лица составит

$$p_{2\text{рб}} = p_{2\text{рг}}p_{2\text{рл}} = 10^{-2} \cdot 10^{-6} = 10^{-8}$$

Учитывая, что задача подбора образцов голоса и формы лица гораздо более сложна, чем задача подбора пароля, можно сделать вывод о повышении безопасности ИС при использовании комбинированной двухфакторной биометрической аутентификации.

Применение двухфакторной биометрической аутентификации в облачных структурах

С 2019 года в Российской Федерации ведётся сбор биометрических данных граждан в Единую биометрическую систему (ЕБС). ЕБС работает совместно с Единой системой идентификации и аутентификации (ЕСИА), эти системы

позволяют проводить идентификацию и аутентификацию человека с вероятностью 99,99% (ошибка второго рода лежит в допустимых пределах и составляет $10^{-6} \div 10^{-8}$). В ЕБС используются одновременно два параметра — голос и лицо, что позволяет однозначно определить человека, а не его имитацию. Биометрическая информация в ЕБС хранится в виде односторонней хэш-функции.

В рамках актуальности задачи повышения безопасности использования облачных сервисов для осуществления удалённой работы сотрудников компаний, предлагается использовать биометрическую аутентификацию для доступа сотрудников к облачным ресурсам. Схема аутентификации представлена на рисунке 2.

Анализ предложенного подхода выявляет решение нескольких очевидных проблем:

1. После увольнения сотрудника из компании нет необходимости удалять его профили и пароли. Паролем уволенного сотрудника никто не сможет воспользоваться.
2. Отсутствие необходимости использования SSO систем. Все системы, требующие аутентификации, заводятся на надёжную биометрическую защиту.
3. Пользователь не может потерять или передать кому-либо свой пароль.

Заключение

В работе были рассмотрены проблемы информационной безопасности удаленной работы сотрудников с облачными структурами компаний. Определена актуальность задачи повышения сложности систем аутентификации для ИС, построенных на технологии облачных вычислений. Проведён анализ степени влияния системы аутентификации на надёжность системы защиты информации. Результаты анализа изменения значений базовой метрики CVSS казали, что усложнение схемы аутентификации существенно влияет на защиту ИС.

Проведен сравнительный анализ надёжности двухфакторных систем биометрической и парольной аутентификации, посредством оценки вероятности «успешной» атаки. В результате чего было определено, что при использовании комбинированной двухфакторной биометрической аутентификации безопасность ИС повышается.

А также, была предложена схема двухфакторной биометрической аутентификации при работе с облачными структурами, которая позволяет снизить влияние нескольких уязвимостей, связанных с особенностями работы пользователей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента РФ от 25.03.2020 N206 «Об объявлении в Российской Федерации нерабочих дней» // «Собрание законодательства РФ», 30.03.2020, N13, ст. 1898 // Официальный сайт Президента России — <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45335-2020>. — 25 марта.
2. Федеральный закон от 8 декабря 2020 г. N407-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации в части регулирования дистанционной (удаленной) работы и временного перевода работника на дистанционную (удаленную) работу по инициативе работодателя в исключительных случаях» // Информационно-правовой портал Гарант.ру — <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74915881/> — 2021. — 8 декабря.
3. Минакова Н.Н., Поляков В. В., Толстошеев С. Н. Методы технической и правовой защиты информации в сети Интернет. — Барнаул: Алтайский государственный университет, 2015. — 155 с.
4. Роганов В. А., Кузнецов А. А., Матвеев Г. А., Осипов В. И. Адаптивный анализ надежности паролей при помощи гибридных суперЭВМ // Программные системы: теория и приложения. 2015. Т. 6. № 4 (27). С. 139–155.
5. Шаньгин В. Ф. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей: учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования, обучающихся по группе специальностей «Информатика и вычислительная техника». — Москва: Форум: ИНФРА-М, 2012. — 415 с.
6. Блинов А. С., Степаненко М. А. Оценка достаточной сложности пароля для безопасного использования на веб-ресурсах // Исследования в области естественных наук. 2014. № 8 (32). С. 24–27.
7. Блохина О. В., Логинова А. О., Царегородцев А. В. Методика количественной оценки риска информационной безопасности для облачной инфраструктуры организации // Огарёв-Online. 2018. № 14 (119). С. 3.
8. Царегородцев А. В., Макаренко Е. В. Методика количественной оценки риска в информационной безопасности облачной инфраструктуры организации // Дайджест-финансы. 2015. № 1 (233). С. 56–67.
9. Газин А. И. Особенности голосовой аутентификации личности // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». 2010. Т. 2. С. 232–235.
10. Иванова А. В., Михайлова У. В., Баранкова И. И. Уязвимости биометрической защиты // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2020. Т. 11. № 1. С. 68–72.

© Барзольевская Анна Федоровна (a.barzolevskaia@gmail.com), Кондрашкин Дмитрий Александрович (jakekondr@gmail.com),

Самойлов Вячеслав Евгеньевич (v.samoilov@linguanet.ru), Волков Сергей Дмитриевич (volkov1234@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИИ ИНТЕРНЕТ-ПУБЛИКАЦИЙ

COMPARISON OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS OF INTERNET PUBLICATIONS CLASSIFICATION

**A. Barsolevskaya
D. Kondrashkin
V. Samoylov
A. Tsaregorodtsev**

Summary. The Internet is a vast source of information on Earth. You can find almost everything you want online. Information on the Internet is displayed in various formats and types, including text documents, videos and photos. Nonetheless, gathering useful information without using some web-based utilities can be a daunting task. In this scenario, web mining may come in handy. This method provides a tool that simplifies the extraction process of the required data from Internet resources. Many studies have focused on the issue of highly accurate classification of web pages and publications. This study evaluates several supervised learning algorithms to identify categories and classify social media posts. During the course of the research, following machine learning algorithms to compare the effectiveness of solving social network user publication classification problems were used: Random Forest, Neural Networks, Dimensionality Reduction, AdaBoost.

Keywords: classification of Internet user publications; social networks; classification of web pages; data analysis; random forest; neural networks; dimensionality reduction; AdaBoost.

Барзольевская Анна Федоровна

ФГБОУ ВО «Московский Государственный
Лингвистический Университет», Москва
a.barzolevskaia@gmail.com

Кондрашкин Дмитрий Александрович

ФГБОУ ВО «Московский Государственный
Лингвистический Университет», Москва
jakekondr@gmail.com

Самойлов Вячеслав Евгеньевич

К.т.н., ФГБОУ ВО «Московский Государственный
Лингвистический Университет», Москва
v.samoilov@linguanet.ru

Царегородцев Анатолий Валерьевич

Д.т.н, профессор, ФГБОУ ВО «Московский
Государственный Лингвистический Университет»,
Москва
avtsaregorodtsev@linguanet.ru

Аннотация. Интернет представляет собой один из крупнейших источников информации в мире. Можно сказать, что любая тема, на которую мы размышляем, может быть найдена в сети. Информация в Интернете представлена в разных формах и типах, например, в текстовых документах, картинках и видео. Однако, сбор полезной информации без помощи некоторых веб-утилит является очень непростой задачей. В этом деле помогает веб-майнинг: данный метод предоставляет инструменты, облегчающие извлечение необходимых данных из интернет-ресурсов. Многие исследования сфокусированы на проблеме высокоточной классификации веб-страниц. В данном исследовании проводится оценка некоторых алгоритмов контролируемого обучения для выявления категорий среди публикаций в социальных сетях. В процессе исследования, для сравнения эффективности решения задач классификации публикаций пользователей социальных сетей, использованы следующие алгоритмы машинного обучения: случайный лес, нейронная сеть, снижение размерности, AdaBoost.

Ключевые слова: классификация публикаций пользователей сети Интернет; социальные сети; классификация веб-страниц; анализ данных; случайный лес; нейронные сети; снижение размерности; AdaBoost.

Введение

В сети, данные представляют собой очень важную область. Их количество постоянно растет, поэтому актуальной является задача поиска полезной информации из огромного массива данных. Общий процесс анализа данных для поиска полезной

информации называется интеллектуальным анализом данных. В последние годы, значительная часть корпоративных данных хранилась в реляционных базах данных [1]. Они структурированы и легкодоступны для исследований с помощью методов интеллектуального анализа данных. Однако, характер данных поменялся с появлением Интернета. В сети содержатся различные

типы и форматы данных, такие как таблицы, XML документы, неструктурированные данные, мультимедиа, текст на веб-страницах. Такое разнообразие форматов данных помогает пользователям делиться своими идеями на веб-ресурсах, но также создаёт сложности для анализа контента.

Социальные сети — это посредник в общении между людьми. Они позволяют пользователям быстро и удобно обмениваться информацией. Однако, публикации большинства пользователей тяжело классифицировать, так как зачастую необходимо использовать семантические свойства языка, на котором написано сообщение. Это приводит к появлению потребности разработке новых методов и алгоритмов интеллектуального анализа данных.

Анализ иностранных работ, посвящённых текстовому анализу

В методах текстового анализа используются концепции из многих областей, таких как фильтрация и поиск информации, искусственный интеллект, интеллектуальный анализ текста, методы машинного обучения и так далее. В модели машинного обучения, классификатор проходит обучение на уже классифицированных примерах, изучая правила классификации. Затем этот же классификатор используется для классификации новых страниц. Примеры работ:

1. Anagnostopoulos [2] предложил систему для идентификации и категоризации веб-страниц на основе фильтрации информации. Система представляет собой трехуровневую вероятностную сеть, имеющую смещения и радиальные базисные нейроны в среднем слое, и конкурирующие нейроны в выходном слое. Таким образом, идентифицируются веб-страницы для покупки-продажи онлайн, для классификации их по соответствующим типам на основе структуры, позволяющей описывать коммерческие транзакции в сети.
2. В том же направлении работал и Feng Shen [3], предложивший новую модель классификации текста для решения проблем категоризации китайского текста веб-страниц, основанную на глубоком обучении. Сети глубокого обучения обладают отличной способностью к обучению признакам. Данная система позволяет формировать укрупнённые более подходящие для классификации объекты из комбинации низкоуровневых объектов.
3. J. Jagani [4] и M.S. Othman [5] исследовали классификацию веб-документов с использованием метода извлечения информации и машинного обучения. Были определены шесть признаков веб-документа: текст, мета-тег, заголовок (A), за-

головок и текст (B), заголовок (C), мета-тег, заголовок (D), мета тег (D), текст (F). Для классификации документов был использован метод опорных векторов, в то время как радиальная базисная функция, и линейные, полиномиальные и сигмовидные ядра были применены для проверки точности классификации.

4. E. Sarac [6] представил результаты исследования доказывающие, что увеличение количества информации вызвало необходимость в точной автоматической классификации веб-страниц, в целях поддержки веб-каталогов и повышения производительности поисковых систем. Каждый тег и каждый термин на каждой веб странице можно рассматривать как признак. Цель заключалась в том, чтобы применить новейший метод оптимизации, а именно «алгоритм светлячков». Данный метод был реализован для выбора подмножеств признаков и оценки соответствия выбранных признаков.
5. A. Herrouz [7] использовал методы алгоритма Apriori и реализацию наивного байесовского классификатора. Алгоритм Apriori находит корреляцию между большими наборами элементов данных, а наивный байесовский классификатор рассчитывает вероятности использования ключевых слов среди больших датасетов.

Алгоритмы машинного обучения

Поскольку текстовый анализ осуществляется на базе машинного обучения, то необходимо рассмотреть machine learning (ML) алгоритмы.

1. Алгоритм «Случайный лес»

Случайный лес [8] — это алгоритм машинного обучения, заключающийся в использовании ансамбля деревьев решений. Случайный лес осуществляет классификацию не на основе одного дерева решений, а на основе комплексного прогноза, построенного деревьями решений.

Обучение алгоритма «Случайный лес» использует метод бэггинг Бреймана. Классификатор обучается на тестовом наборе данных, из которого случайным образом формируются тренировочные подвыборки с повторениями. На основании каждой подвыборки строится дерево решений. Эта процедура приводит к повышению точности модели, поскольку снижает разброс оценки классификации.

Классификация входных данных проводится путём голосования: каждое дерево комитета относит класси-

фицируемый объект к одному из классов, и побеждает класс, за который проголосовало наибольшее число деревьев алгоритма. Они определяют класс, а затем получают среднюю оценку классификации по всем деревьям.

2. Искусственные нейронные сети (ИНС)

Взаимосвязанный набор искусственных нейронов, созданный программами, подобными работе биологического нейрона или электронных структур (электронных чипов, предназначенных для моделирования работы нейронов), использующих математическую модель для обработки информации на основе коммуникативного метода вычислений. Нейронные сети обычно состоят из простых обрабатывающих элементов, которые выполняют простую работу, но общее поведение сети определяется связями между этими различными элементами, называемыми нейронами, и индикаторами этих элементов [9]. Первое предположение об идее нейронных сетей связано с механическим действием нейронов мозга, которые можно сравнить с электрическими, биологическими сетями, которые обрабатывают информацию, содержащуюся в мозге.

Искусственные нейронные сети состоят из узлов, называемых нейронами или обрабатывающими элементами, которые соединены вместе, образуя сеть. Каждый контакт между этими узлами имеет набор значений, называемых весовыми коэффициентами, которые способствуют определению значений, получаемых в результате каждого элемента обработки, на основе входных значений этого элемента. Нейронная сеть состоит из слоев искусственных ячеек [10]: входной слой, выходной слой и слои между ними, называемые скрытыми слоями. Каждая ячейка в одном из этих слоев соединена со всеми нейронами в следующем и предшествующем слоях.

Нейроны умножают каждое входное значение от нейронов предыдущего слоя на весовой коэффициент связи этих нейронов, а затем перемножают результаты. Преобразование отличается в зависимости от типа нейрона, состояние преобразования учитывает состояние нейрона, которое передается в нейроны следующего слоя.

3. Снижение размерности

Два компонента снижения размерности — отбор и проекция признаков. В первом происходит поиск подмножества исходного набора переменных или признаков, чтобы получить меньшее подмножество, которое можно использовать для моделирования проблемы. Во втором данные в пространстве большой размерности сокращаются до пространства меньшей размерности.

Снижение размерности может быть линейным или нелинейным, в зависимости от используемого метода. Этот алгоритм особенно эффективен при большом количестве признаков у объекта классификации.

4. Алгоритм AdaBoost

AdaBoost, сокращенно «Adaptive Boosting», представляет собой «мета-алгоритм машинного обучения», это тип «ансамблевого обучения», при котором различные ученики используются для создания более сильного алгоритма обучения. AdaBoost — один из самых эффективных алгоритмов контролируемого обучения за последние несколько лет [11]. В большинстве случаев он используется с несколькими альтернативными алгоритмами обучения («слабые ученики») для повышения производительности. AdaBoost работает, выбирая базовый алгоритм и итеративно улучшая его, учитывая неправильно классифицированные примеры в обучающей выборке.

Сбор и предварительная обработка данных

Сбор данных — это процесс, используемый для сканирования веб-страницы. Чтобы добиться правильного представления содержания, должна применяться предварительная обработка текста. Предварительная обработка содержит три шага (лексический анализ, токенизация строк, удаление стоп-слов и выделение корней).

Инструменты лексического анализа используются для уменьшения объема данных путем удаления любого бесполезного слова и может получать потоки полезных слов, которые можно использовать на следующих этапах предварительной обработки. С помощью токенизации каждое слово представляется в виде токена.

После того, как процесс токенизатора строки применен к стоп-словам, выполняется исключение, что означает, что местоимения, предлоги и союзы удаляются из документа, потому как не имеют никакого значения или указаний о содержании поста. Наконец, последняя часть предварительной обработки — это выделение корней — метод, используемый для минимизации слов до их морфологических частей. Процесс производит удаление суффиксов и приставок. Таким образом, можно сократить количество терминов в документе и понизить сложность классификации.

После предварительной обработки текста создается база данных, которая содержит все уникальные слова. Она представляет собой перечень отличительных слов, появившихся несколько раз. Каждое слово представляет одно признаковое описание объекта. Этот вектор

Таблица 1. Сравнительные результаты трех классификаторов

Алгоритм	Точность	Полнота	F Меры
Случайный лес	91,93%	81,17%	88,01%
Нейронная сеть	90,11%	78,35%	83,42%
Снижение размерности	87,52%	82,40%	83,40%
AdaBoost	81,64%	88,64%	82,42%

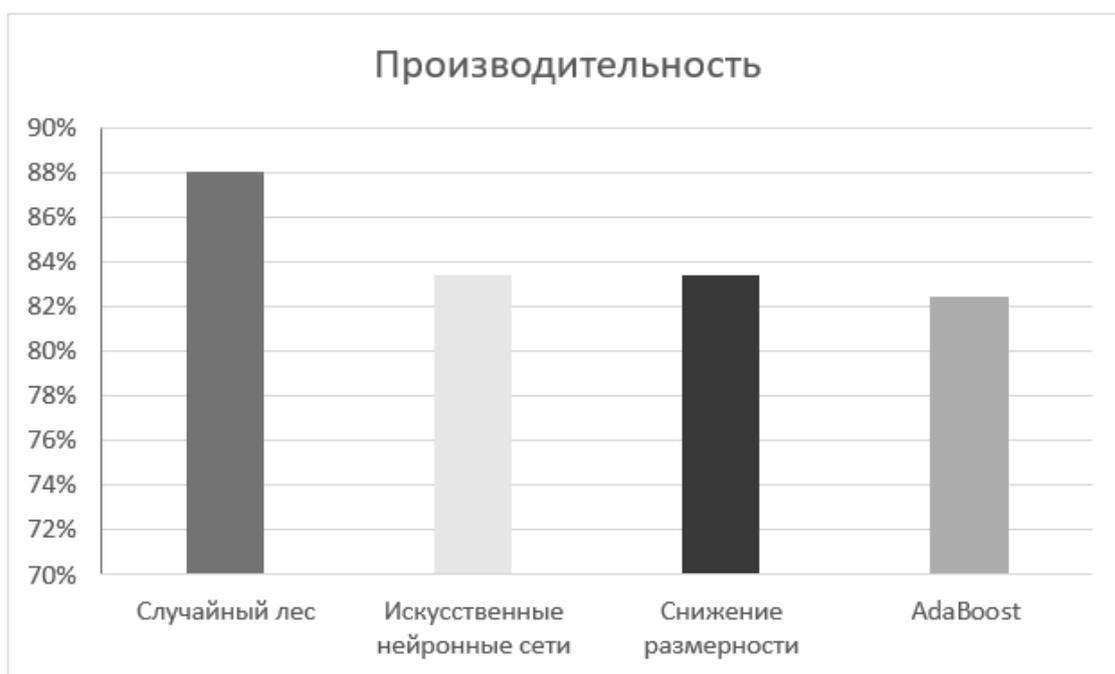


Рис. 1. Производительность алгоритмов

признаков содержит вес слов текста. Вес слова рассчитывается на основании схемы взвешивания элементов энтропии.

Схема взвешивания элементов энтропии

Энтропийный метод основан на вероятностном анализе, определяющем наиболее вероятные слова каждой категории. Он вычисляет веса слов с помощью схемы взвешивания. Весовой коэффициент рассчитывается по двум переменным: локальный весовой коэффициент L_{jk} и глобальный G_k . Схема взвешивания каждого элемента энтропии рассчитывается как $L_{jk} \times G_k$ и вычисляется по двум формулам [12]

$$\begin{cases} L_{jk} = 1 + \log(TF_{jk}), TF_{jk} > 0 \\ L_{jk} = 0, TF_{jk} = 0 \end{cases},$$

$$G_k = \frac{1 + \sum_{k=1}^n \frac{TF_{jk} \log\left(\frac{TF_{jk}}{F_k}\right)}{F_k}}{\log n},$$

где n — количество документов в базе данных;
 TF_{jk} — это частота термина для каждого слова в документе j ;
 F_k — это частота термина k во всём тексте.

Экспериментальные результаты

Экспериментальные данные реализации перечисленных алгоритмов приведены, чтобы показать их эффективность и различия. Используемый тип данных — публикации, которые случайным образом загружаются из социальных сетей Facebook, VKontakte и т.д. разделенные на восемь категорий, а именно: новости, события, фотографии, фотографии, видеозаписи, инфографики, прямые эфиры, опросы, этот набор данных был разде-

лен на 70% для фазы обучения и 30% для тестирования. Оценивалась эффективность классификации с использованием стандартных мер поиска информации (F-мера), он учитывает, как точность, так и полноту, как показано ниже:

$$accuracy = \frac{TP}{TP+FP},$$

где TP — количество истинно положительных результатов;

FP — количество ложных положительных результатов;

$$completeness = \frac{TP}{TP+FN},$$

где FN — количество ложноотрицательных результатов;

$$F\text{-мера} = \frac{2TP}{2TP+FP+FN}.$$

Эксперимент проводился с использованием трех алгоритмов, проверялась точность и эффективность каждого из них. Результаты представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Приведенные выше результаты показывают, что алгоритм «Случайный лес» имеет более высокую точность, чем нейронная сеть и AdaBoost.

Алгоритм «Случайный лес» работает с помощью обучения множества деревьев решений, каждое из которых основано на разной повторной выборке исходных обучающих данных. Создавая множество таких деревьев, а затем, усредняя их, можно значительно уменьшить разброс значений классификации по сравнению с разбросом одного дерева. На практике единственным огра-

ничением размера «леса» является время вычисления, поскольку бесконечное количество деревьев можно обучить без постоянно увеличивающейся систематической ошибки и с постоянным уменьшением дисперсии значений.

«Слабые ученики» AdaBoost имеют высокую систематическую ошибку и низкую дисперсию.

Хотя результат алгоритма «Случайный лес» практически схож с нейронной сетью, оба алгоритма имеют сильные и слабые стороны. Здесь стоит сосредоточиться на положительных сторонах алгоритма «Случайный лес» по сравнению с нейронной сетью. Он быстрее, обычно заканчивается в течение нескольких минут, и его легче обучить, но имеет меньше параметров для настройки. Напротив, нейронная сеть имеет огромное количество параметров: количество слоев, количество нейронов в каждом слое, активация признаков, скорость обучения и т.д.

Заключение

На этапе тестирования точность классификатора алгоритма «Случайный лес» составила 88.01%, нейронной сети — 83.42%, снижения размерности — 83.4%, а AdaBoost — 82.42%. Согласно этим результатам можно сделать вывод, что алгоритм «Случайный лес» может классифицировать точнее, чем классификаторы нейронных сетей и AdaBoost. Однако, у ИНС лучшая производительность по сравнению с AdaBoost.

Для большинства архитектур нейронных сетей необходимо, чтобы данные были очень хорошо обобщены, и число входных текстов было велико. В то же время, алгоритм «Случайный лес» может обеспечить должную точность с небольшим количеством текстов.

ЛИТЕРАТУРА

1. T. Bourgeois, "Information Systems for Business and Beyond", Edition, Textbook Equity, Saylor Academy, 2014.
2. I. Anagnostopoulos, C. Anagnostopoulos, V. Loumos and E. Kayafas, "Classifying Web pages employing a probabilistic neural network", IEE Proceedings-Software, Vol.151, No.3, June 2004, PP.139–150.
3. F. Shen, X. Luo and Yi. Chen, "Text Classification Dimension Reduction Algorithm for Chinese Web Page Based on Deep Learning", International Conference on Cyberspace Technology (CCT 2013), pp. 451–456, Beijing, China, 23 Nov. 2013.
4. M.S. Othman, L.M Yusuf and J. Salim, "Web classification using extraction and machine learning techniques", In Information Technology (ITSim), 2010 International Symposium in Vol 2, PP. 765–770, Kuala Lumpur, 15–17 June 2010. (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 8, No. 11, 2017 209 | Page www.ijacsa.thesai.org
5. E. Sarac and S. A. Ozel, "Web page classification using firefly optimization", In Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA), 2013 IEEE International Symposium on, PP.1–5, Albena, Bulgarian, 19–21 June 2013.
6. M. Klassen, "A framework for search forms classification" In Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2012 IEEE International Conference on, PP.1029–1034 Seoul, Korea, 14–17 Oct. 2012.
7. K.J. Patel and K. J. Sarvakar, "Web Page Classification Using Data Mining", International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, Vol. 2, No.7, July 2013, pp. 2513–2520.

8. T.K Ho, "Random decision forests." In Document Analysis and Recognition, 1995. Proceedings of the Third International Conference on, vol. 1, pp. 278–282. IEEE, 1995.
9. J. Heaton, "Artificial Intelligence for Humans: Deep learning and neural networks", Vol 3, Heaton Research, Incorporated, 323 pages, 2015.
10. N. Gupta, "Artificial Neural Network", Network and Complex Systems, Vol 3, no. 1, pp. 24–28, 2013.
11. Y. Freund and R. E. Schapire. "A decision-theoretic generalization of online learning and an application to boosting." In a European conference on computational learning theory, pp. 23–37. Springer, Berlin, Heidelberg, 1995.
12. Z.S. Lee, M. A. Maarof, A. Selamat and S. M. Shamsuddin, "Enhance Term Weighting Algorithm as Feature Selection Technique for Illicit Web Content Classification", The 8th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, pp.145–150, Kaohsiung, Taiwan, IEEE, 26–28 Nov. 2008.

© Барзолеевская Анна Федоровна (a.barzolevskaia@gmail.com), Кондрашкин Дмитрий Александрович (jakekondr@gmail.com),
Самойлов Вячеслав Евгеньевич (v.samoilov@linguanet.ru), Царегородцев Анатолий Валерьевич (avtsaregorodtsev@linguanet.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский государственный лингвистический университет

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ УЧЕТ ЭМОЦИЙ КЛИЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОКАЗАНИЯ ТУРИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ

AUTOMATED ACCOUNTING OF CUSTOMER EMOTIONS IN THE PROCESS OF PROVIDING TRAVEL SERVICES

D. Bogdanova
E. Sazonova
A. Asylguzhin

Summary. This article discusses various ways to take into account the emotions of customers in the process of providing tourist services, using the example of health complexes in the Republic of Bashkortostan.

Modern methods of affective calculations and ways of their application in real life are considered. Based on the analysis and comparison of existing solutions on the market, we offer our own solution that can automatically analyze customer behavior for subsequent processing.

Keywords: artificial intelligence, affective intelligence, multi-modal recognition, reengineering of business processes, tourist services, tourist complex, influence of emotions.

Богданова Диана Радиковна

*К.т.н., доцент, Уфимский государственный
авиационный технический университет, г. Уфа
office@ugatu.su*

Сазонова Екатерина Юрьевна

*К.т.н., доцент, Уфимский государственный
авиационный технический университет, г. Уфа*

Асылгужин Азат Фагимович

*Уфимский государственный авиационный
технический университет, г. Уфа
azat.asylguzhin98@gmail.com*

Аннотация. В данной статье рассматриваются различные способы учета эмоций клиентов в процессе оказания туристических услуг, на примере оздоровительных комплексов на территории Республики Башкортостан.

Рассматриваются современные методы аффективных вычислений и способы их применения в реальной жизни. На основе проведенного анализа и сравнения, существующих на рынке решений, предлагается собственное, способное автоматически анализировать поведение клиентов для последующей обработки.

Ключевые слова: искусственный интеллект, аффективный интеллект, мульти-модальное распознавание, реинжиниринг бизнес-процессов, туристические услуги, туристический комплекс, влияние эмоций.

Введение

Сфера туристических услуг бурно развивается: открываются новые туристические направления, появляется все больше туристических комплексов. Вполне закономерно на этом рынке появляется конкуренция и борьба за посетителей. Для того, чтобы оставаться конкурентно способными, компаниям необходимо постоянно работать над качеством предоставляемых услуг и своими бизнес-процессами, стараясь их упростить и оптимизировать.

Приобретение услуги клиентом зависит от качества её предоставления. Поэтому, необходимо собирать обратную связь для повышения качества предлагаемых услуг и сервисов.

Сейчас компании со всего мира экспериментируют с методами повышения качества предлагаемых услуг, товаров и сервисов. Целые отделы и команды сотрудников работают над повышением процента людей, которые повторно обращаются за получением услуги. Разраба-

тываются различные алгоритмы для улучшения продаж, в данном случае эмоции играют большую роль в понимании удовлетворенности клиентов.

Постановка задачи

Современный туризм давно вышел за рамки обычных кемпингов и печатной карты местности. Сейчас это многомиллионный бизнес со своими тонкостями и особенностями.

Туристические комплексы сегодня представляют собой сложные многоуровневые инфраструктурные постройки со всевозможными видами развлечений. В этом можно убедиться на примере зимнего курорта Абзаково [1] и других многочисленных курортов Республики Башкортостан. Виды предоставляемых сервисов и услуг приведены ниже, в таблице 1.

Для того чтобы управлять эмоциональным следом, который остается у клиента от полученных услуг, его нужно измерять.

Таблица 1. Виды предоставляемых услуг

Курорт «Абзаково»	Клубный комплекс «33 медведя»	База отдыха «Бухта Кила»
<ol style="list-style-type: none"> 1. Автостоянка 2. Площадки для пикников 3. Зоопарк 4. Банный комплекс 5. Горнолыжные трассы с подъемником 6. Детский игровой городок 7. Боулинг 8. Бильярд 9. Тир 10. Аквапарк 11. Оздоровительные услуги 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Детская площадка и игровая комната 2. Мангальные площадки 3. Беседки с мангалами 4. Прокат: горные велосипеды, настольный теннис, мячи, бадминтон, горнолыжные комплекты 5. Финская сауна с ледяной купелью 6. Спортивная площадка 7. Магазин горнолыжной экипировки 8. Зоопарк 9. Аквапарк 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Автостоянка 2. пляж 3. Причал 4. Спортплощадки 5. Водные аттракционы 6. Прокат лодок, велосипедов, летнего и зимнего спортивного инвентаря 7. Ночной клуб-бар 8. Зимний каток 9. Тюбинговая горка 10. Катание на снегоходах 11. Катание на квадроциклах

Таблица 2. Сравнение методов измерения оценки качества

Классический опрос	Sms/e-mail/удаленные опросы	Видеоаналитика
<ol style="list-style-type: none"> 1. Токсичность — негативное влияние на лояльность клиентов. Задавая клиенту вопрос, например, выберет ли в следующий раз ваш курорт, вы частично снижаете его эмоциональное удовлетворение. 2. Большая часть клиентов не довольна, когда к ним пристают с вопросами. 3. Влияние личности интервьюера на конечный результат. Клиенту попросту может не понравиться манера речи и внешность собеседника, независимо от его профессиональных навыков. 4. Сложность получения Real Time оценок (интервьюеры не могут стоять и проводить опросы на протяжении всего дня). 5. Высокая доля ручного труда. 6. Высокая стоимость (как следствие предыдущего пункта). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Низкий уровень отклика с каждой рассылки (показатель отклика редко превышает 5%). 2. Ресурсозатратность — для достижения хотя бы 10% отклика необходимо сделать несколько рассылок. 3. Отсутствие генеральной совокупности — откликнувшиеся ни при каких обстоятельствах не охарактеризуют мнение всех клиентов. 4. Бесполезность — следствие предыдущего пункта. Измеренная оценка ничего не характеризует. 5. Невозможность определить корневые причины недовольства. 6. Вредность — почти все клиенты, получившие письмо, чувствуют недовольство. Рассылка может восприниматься как вмешательство в личное пространство. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Утечка данных. В открытый доступ попадут данные о местах, посещаемых человеком. 2. Дороговизна — модели с функцией трекинга объектов отличаются высокой ценой. Необходимость сервисного анализа — обычные камеры нуждаются в сервисном анализе изображений. 3. Сложность с обновлением (в случае встроенных анализаторов). При покупке видеокамеры со встроенной аналитикой вы будете вынуждены обходиться её функциями несколько последующих лет. 4. Невозможность выявить факторы недовольства.

Исходя из масштабов комплексов и предлагаемых услуг, становится понятно, что для получения какой-либо полезной и объективной информации, для последующего реинжиниринга, необходимо проанализировать колоссальное количество данных о посетителях.

Получить показатель уровня удовлетворенности клиента можно с помощью классических «живых опросов» на основе случайной выборки, размер которой зависит от общего числа клиентов, доверительной вероятности и допустимой статистической ошибки.

Так же, измерение оценки воспринимаемого качества обслуживания может быть осуществлено с помощью sms/e-mail рассылок [4] или удаленных опросов [5], которые основываются на стихийной выборке.

Самым новым из подходов измерения эмоционального следа является использование систем видеоаналитики, которая автоматически определяет эмоции клиентов. Сравнение методов, описанных ранее, по их недостаткам представлено в таблице 2.

По результатам сравнения недостатков, рассмотренных выше методов для улучшения качества измерения эмоционального следа, был выбран новейший из способов — метод видеоаналитики, как создающий, а не разрушающий контроль.

Метод, будет усовершенствован путем использования совокупности модулей распознавания, как будет показано в следующем разделе «Аффективные вычисления».

Таблица 3. Сравнение инструментов по распознаванию эмоций человека

FaceReader	EmoDetect	FaceSecurity
Достоинства		
1. Средний процент распознавания эмоций равен 89%. 2. Программа работает с большим количеством форматов видеофайлов с кодеками MPEG1, MPEG2, DivX4, DivX5, DivX6, DV-AVI.	1. Построение графика динамического изменения интенсивности эмоций испытуемого во времени и формирование отчета о результатах обработки видео. 2. Возможность записи видеофайлов с веб-камеры, анализ всех поддерживаемых операционной системой форматов.	1. Работа в реальном времени. 2. Возможность слежки за обнаруженным лицом на нескольких потоках данных одновременно.
Недостатки		
1. Распознавание может происходить неточно, если человек носит очки. 2. Программа не определяет лица, повернутые в профиль.	1. Программа не определяет лица, повернутые в профиль.	1. Невозможность произведения вычислений для лиц, имеющих отклонение от фронтального положения более чем 15 градусов. 2. Невозможность распознавания лица, при попадании на него теней и бликов.

Искусственный интеллект хорошо зарекомендовал себя в решении задач, которые с трудом поддаются ручной обработке. В данном случае он отлично подойдет для определения эмоций клиентов в процессе оказания услуг. Это поможет лучше понять слабые стороны предоставляемых услуг и предоставит возможности для прогнозирования поведения посетителей. Что в свою очередь позволит повысить качество оказываемых услуг и оптимизировать издержки в процессе обслуживания клиентов.

Аффективные вычисления

На основании сказанного в предыдущем разделе «Эмоциональный след», оптимальным решением поставленной задачи контролирования эмоционального следа, который будет оставаться у пользователей услуг, является способ применения аналитики на основе компьютерного зрения.

Для решения такой задачи нам потребуется разобратся в том, что собой представляют аффективные вычисления [8] и каким образом они могут помочь при реинжиниринге бизнес-процессов предприятия.

Начнем определения понятия “реинжиниринг бизнес-процессов”. Его как нельзя точно описал Фирсов Михаил в своей работе [2]. Действительно, под этим понятием понимается метод, который позволит тем или иным образом реконструировать существующие в компании бизнес-процесс с учетом современных подходов и технологий. В качестве современных технологий, в данном случае выступает система, которая при помощи искусственного интеллекта, способна анализировать и систематизировать информацию о клиентах

бизнес-предприятия. Что позволит владельцу бизнеса отладить и оптимизировать внутренние процессы предприятия.

Ниже речь пойдет об использовании аффективных вычислений на практике, и, в частности, распознавании эмоций человека для оценки его удовлетворенности продуктом.

Подходы к решению

Люди, при общении друг с другом, большое внимание уделяются эмоциям другого человека. Они позволяют понять, какие чувства испытывает человек: злиться ли он, радуется, спокоен или же находится в напряжении. С появлением искусственного интеллекта, способного распознавать эмоции человека, компьютеры научились определять чувства человека, используя информацию с различных датчиков, голосовых записей, фото и видео-записей.

Постепенно эта технология начала набирать популярность не только среди исследовательских работ, но и среди крупных компаний, таких как: Google, Amazon, Facebook и Twitter.

В настоящей работе предлагается использование мульти-модального распознавания при помощи выражения лица и жестов рук [6] для определения уровня удовлетворенности клиента услугой. Мульти-модальное распознавание, в отличие от мономодального, использует комбинацию из нескольких вариантов входных данных, что, в итоге, повышает точность распознавания, но требует больших вычислительных мощностей системы.

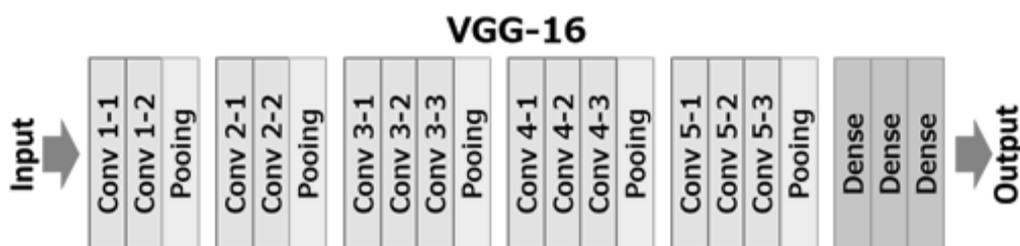


Рис. 1. Архитектура VGG-16

Распознавание эмоций человека по его изображению является довольно распространенной задачей [7], что позволяет обратиться к научным исследованиям и выбрать оптимальный инструмент для решения поставленной в статье задачи. Сравнение инструментов по их возможностям представлено в таблице 3.

Предлагаемое решение

Ни один из инструментов выше не является достаточным для реализации задачи, поэтому в качестве инструмента, была выбрана сверточная нейронная сеть, так как она наиболее удобная и популяризированная для работы с изображениями, а также, имеет наибольшую гибкость настройки.

Для того, чтобы самостоятельно не обучать нейронную сеть, мною была выбрана готовая архитектура сети VGG-16 [3]. Она и ее модификации хорошо зарекомендовали себя на международных соревнования ImageNet. Архитектура наглядно представлена на рис. 1

На основе нейронной сети предлагается разработать систему, анализирующую состояние и эмоции клиента до пользования услугой и после. Используя полученные данные, выявить наиболее принимаемые и отторгаемые клиентами услуги. Это позволит сделать выводы, на основе которых можно будет провести реинжиниринг бизнес-процесса, который является неоптимальным по своей сути, либо доставляется клиентам больше дискомфорта и наименее удобен.

Опыт Учета эмоций

Метод, описанный в предыдущем разделе «Аффективные вычисления», находится в начале пути своего развития и обширного применения. Использование искусственного интеллекта в области компьютерного зрения и распознавания лиц за последние несколько лет приобрело большую популярность. Технологии искусственного восприятия активно применяются в системах беспилотных автомобилей, умных устройств и системах слежения.

В основу технологии компьютерного зрения заложены сложные математические алгоритмы — нейронные сети. Компьютер анализирует сотни миллионов параметров лица человека, таких как форма надбровных дуг, расположение теней, цвет кожи, текстура кожи, и даже мимику.

Распознать лицо человека за доли секунд теперь может практически любой смартфон, новым этапом в развитии искусственного интеллекта стали алгоритмы распознавания эмоций.

Иностранные компании, к примеру, Amazon, добились распознавания до 9 видов эмоций и применяют эти технологии в сфере торговли. Однако, российские компании не отстают, и система распознавания эмоций покупателей уже несколько лет по-разному применяется в торговых залах сетевых магазинов или банках России. Так, Петербургская компания «Addreality» занимается продажей интерактивных экранов. Эти экраны связываются с «умными» камерами и нейросетью, которая распознает эмоции. Камеры «видят» человека, распознают его лицо, а нейросеть понимает его эмоции. В зависимости от эмоции человека экран предлагает один товар для грустного покупателя, а совершенно другой — для клиента в хорошем настроении.

В качестве примера успешного использования методов определения эмоций рассмотрим опыт лидера американской розничной торговли — «Walmart». Сети магазинов «Walmart» в конце 2019 года начала применять технологию распознавания эмоций людей, стоящих в очередях на кассах. Она позволяет оценить, насколько клиент удовлетворен посещением конкретной торговой точки. «Walmart» называет внедренную систему «Поиск несчастных покупателей в магазинах».

Так же, если система обнаружит покупателя с недовольным лицом, она должна будет подать сигнал сотрудникам магазина. Как считает руководство «Walmart», это поможет значительно улучшить обслуживание клиентов. Так же, поможет предотвратить массовые жалобы на какие-либо проблемы. Кроме этого, система должна

помочь анализировать покупательское поведение в течение более долгих периодов.

Для лучшего понимания, изложенного выше метода, предлагается рассмотреть его работу на примере курорта Абзаково в зимнее время года. Это время является наиболее благоприятным для тестирования метода, так как в это время на курорте находится достаточно большое количество посетителей и работают все горнолыжные склоны. Предлагается замерять эмоции посетителей на каждом из склонов при помощи видеокамер для того, чтобы убедиться в достаточном качестве оборудования и технического оснащения каждого из них. В случае, если на каком-то из склонов, эмоции посетителей в среднем будут меняться на негативные, то это будет говорить о том, что над этим участком необходимо провести работы и устранить все его недостатки. Так же данные об эмоциях посетителей можно анализировать и делать на этом прогнозы

понравится ли посетителям новый участок трассы или склон.

Заключение

Разработана и опробована новая методика реинжиниринга бизнес-процессов на основе внедрения учета эмоций посетителей в процессе оказания услуг. Инновационное решение использует в своей основе аффективные вычисления, благодаря которым система способна распознать и проанализировать интерес человека к той или иной услуге или продукту. В дальнейшем эти данные могут быть использованы для прогнозирования интереса потребителя к новому продукту компании.

Результаты исследований, приведенные в статье, получены в рамках выполнения грантов РФФИ 18-07-00193, 19-07-00709 и государственного задания № FEUE-2020-0007.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апыткаева М. А. Перспективы развития зимнего туризма в горнолыжном курорте «Абзаково» — УФА: НИЦ АЭТЕРНА, 2016, № 1, С. 22–24.
2. Фирсов М. А. Реинжиниринг процессов как метод управления бизнесом — Москва: Международная медиа группа, 2005. № 2, С. 100–104.
3. Данилин А.Н., Никонов В. В. О нейросетевом подходе к распознаванию дорожных ситуаций — Москва: Научно-информационный издательский центр и редакция журнала «Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук» (Москва), 2017. № 12–1, С. 15–26.
4. Тихонова Е. А. Эффективность sms-рассылки как инструмента маркетинговых коммуникаций для сервисных компаний — Москва: Издательский дом «Гребенников» (Москва), 2007. № 2, С. 110–119.
5. Иванова А., Фёдоров Р., Серёгин А., Анализ привлекательности онлайн-банкинга на основе удаленных опросов — Москва: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2020, С. 110–114.
6. Карпов А.А., Ронжин А. Л. Многомодальные интерфейсы в автоматизированных системах управления — Санкт-Петербург: Известия высших учебных заведений. Приборостроение, 2005, № 7, С. 9–14.
7. Хачумов М.В., Нгуен Т. З. Распознавание лиц по фотографиям на основе инвариантных моментов — Москва: ООО «Издательский дом «Академия естествознания», Кубанский государственный медицинский университет, Камская государственная инженерно-экономическая академия, Кемеровский государственный университет (Москва), 2015, № 2–2, С. 187
8. Алешин Т.С., Редько А. Ю. Принципы подготовки баз речевых данных для задачи распознавания эмоционального окраса речи человека по речевому сигналу — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский Государственный институт кино и телевидения, Современные Научные Технологии, 2016, № 5, С. 229–233.

© Богданова Диана Радиковна (office@ugatu.su),

Сазонова Екатерина Юрьевна, Асылгужин Азат Фагимович (azat.asylguzhin98@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ КАНАЛА УПРАВЛЕНИЯ, ТЕЛЕМЕТРИИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ КАНАЛОВ МАЛОГАБАРИТНЫХ БПЛА

JUSTIFICATION OF THE PRINCIPLES OF CONSTRUCTION OF THE CONTROL CHANNEL, TELEMETRY AND INFORMATION CHANNELS OF SMALL UAV

V. Gel
E. Evdokimov
O. Senin

Summary. The article discusses the features and principles of constructing a control channel, telemetry and information channels of small-sized UAVs. In the course of the study, it was found that for organizing a control and telemetry channel for a small-sized UAV, it is advisable to use signals with direct spread spectrum, and for an information channel of a data reception and transmission system, digital methods based on the DVB digital television standard.

Keywords: information transmission, channel, digital method, reception.

Гель Валентин Эдуардович

К.в.н., доцент, полковник, Военная академия связи
им. С. М. Буденного (г. Санкт-Петербург)

Евдокимов Евгений Викторович

Майор, в/ч 02511

Сенин Олег Геннадьевич

Майор, адъютант, Военная академия связи
им. С. М. Буденного (г. Санкт-Петербург)

9119536622@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены особенности и принципы построения канала управления, телеметрии и информационных каналов малогабаритных БПЛА. В процессе исследования установлено, что для организации канала управления и телеметрии малогабаритным БПЛА целесообразно использовать сигналы с прямым расширением спектра, а для информационного канала системы приема и передачи данных цифровые методы на базе стандарта цифрового телевидения DVB-T2.

Ключевые слова: передача информации, канал, цифровой метод, прием.

Достижения современной науки и техники в области авиастроения, вычислительной техники, радиоэлектроники и систем управления создали основу для реализации программ и проектов разработки беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) различного целевого назначения. Более того, на сегодняшний день появились сферы применения, где БПЛА не имеют пилотируемой альтернативы [1].

Особое распространение в настоящее время получили малогабаритные БПЛА, рост интереса к которым в последние годы является результатом одновременного появления новых достижений в области миниатюризации компонентов летательных аппаратов и новых технических приемов применения таких аппаратов в контексте перспективных концепций информатизации.

При этом следует отметить, что современное технологическое развитие БПЛА в целом и малогабаритных в частности связано с использованием двух общих ресурсов — воздушного пространства и радиочастотного спектра [2]. Безаварийная эксплуатация БПЛА в значительной степени зависит от надежной работы радиотех-

нических каналов связи между летательным аппаратом и станциями наземного управления, а также радиотехническими навигационными системами.

Система приема и передачи данных малогабаритных БПЛА предназначена для выполнения двух основных групп функций:

- ♦ обеспечение функционирования радиоканала управления и телеметрии для дистанционного автоматизированного управления БПЛА (канал управления);
- ♦ передача (прием) и обработка разведывательных данных системы оптико-электронной разведки БПЛА (информационный канал).

Основным фактором, ограничивающим функциональные возможности обоих каналов для малогабаритного БПЛА, являются достаточно жесткие габаритно-весовые ограничения. Ограничение на общий вес БПЛА составляет 1÷4 кг, при максимально обозримом коэффициенте полезного действия специального оборудования общий вес бортовой подсистемы оптической разведки и передачи данных не должен превышать 0,15÷1 кг.

Таблица 1. Требования к телекоммуникационным линиям радиосвязи с БПЛА

Назначение канала радиосвязи	Канал управления БПЛА и передачи телеметрической информации	Канал передачи данных с полезной нагрузкой (передача фото, видео данных)
Вероятность битовой ошибки (BER)	Не более 10^{-7}	Не более 10^{-6}
Скорость передачи данных	56 Кбит/сек	2–30 Мбит/сек
Направление передачи данных БПЛА — НСУ	НСУ — БПЛА	БПЛА — НСУ

С учетом вышеизложенного, не подлежит сомнению тот факт, что построение канала управления, который будет характеризоваться высокой скрытностью и помехозащищенностью, а также информационного канала, обеспечивающего максимизацию количества передачи информации при допустимом уровне качества с учетом габаритно-весовых ограничений БПЛА, представляет собой сложную задачу, которая требует проведения тщательных исследований и практических испытаний в различных условиях.

Таким образом, указанные обстоятельства определяют выбор темы данной статьи, а также подтверждают ее актуальность, теоретическую и практическую значимость.

Анализ характеристик радиоканала связи с беспилотным летательным аппаратом проводился такими учеными как Слесарь В.И., Боев Н.Н., Шаршавин П.В., Barnard J., Bianchi L., Battaini C. Исследованию влияния доплеровского сдвига частоты и результата действия многолучевого распространения на канал связи с БПЛА посвятили свои труды Richard V.N., Prasad R., Austin R., Daigle, John N., Li, Lei.

Вопросами обеспечения помехозащищенности каналов управления БПЛА за счет использования различных типов антенных систем (многосекционные антенные решетки, секторные антенны и антенны на поворотных устройствах) занимаются такие отечественные и зарубежные авторы как Бухалёв В.А., Болдинов В.А., Сухачев А.Б., Golightly, David, Hu, Zhiqun, Zhang, Kun, Daigle.

Итак, анализ имеющихся на сегодняшний день публикаций свидетельствует о большом интересе к вопросам построения каналов управления и информационного обмена малогабаритных БПЛА со стороны как гражданских, так и военных специалистов. Однако, большинство публикаций на эту тему носит общий характер. В то же время, учитывая увеличение доли малогабаритных БПЛА всех классов, очевидно, что требует отдельного внимания рассмотрение особенностей их разработки и управления ими.

Принимая во внимание указанное, цель статьи можно сформулировать следующим образом — рассмотреть особенности и принципы построения канала управления и телеметрии, а также информационного канала системы приема и передачи данных малогабаритных БПЛА.

Основные требования к радиоканалу управления и телеметрии заключаются в обеспечении высокой скрытности и помехозащищенности передачи данных. Это является следствием функционального назначения подсистемы системы приема и передачи данных, поскольку она непосредственно определяет живучесть комплекса оптической разведки и его способность функционировать в условиях интенсивного радиоэлектронного противодействия и попыток перехвата (подавления) управления.

Линии связи БПЛА — наземная станция управления (НСУ) как правило обеспечивают двустороннюю связь. Требования к телекоммуникационным линиям радиосвязи с БПЛА приведены в таблице 1.

В тоже время целесообразно выделить специфические, именно для малогабаритных БПЛА, требования к каналам управления:

- ◆ минимальные задержки в канале управления (работа в режиме реального времени);
- ◆ симметричная работа канала управления;
- ◆ возможность работы в сложных помеховых условиях;
- ◆ адаптация канала управления по скорости обмена информацией между НСУ и БПЛА,
- ◆ эффективное использование спектра сигнала и выходной мощности;
- ◆ низкое энергопотребление для повышения автономности работы БПЛА;
- ◆ вероятность битовой ошибки не должна превышать показателя 10^{-6} .

Анализ перечисленных специфических требований показывает, что практическая реализация помехозащищенного канала управления малогабаритным БПЛА

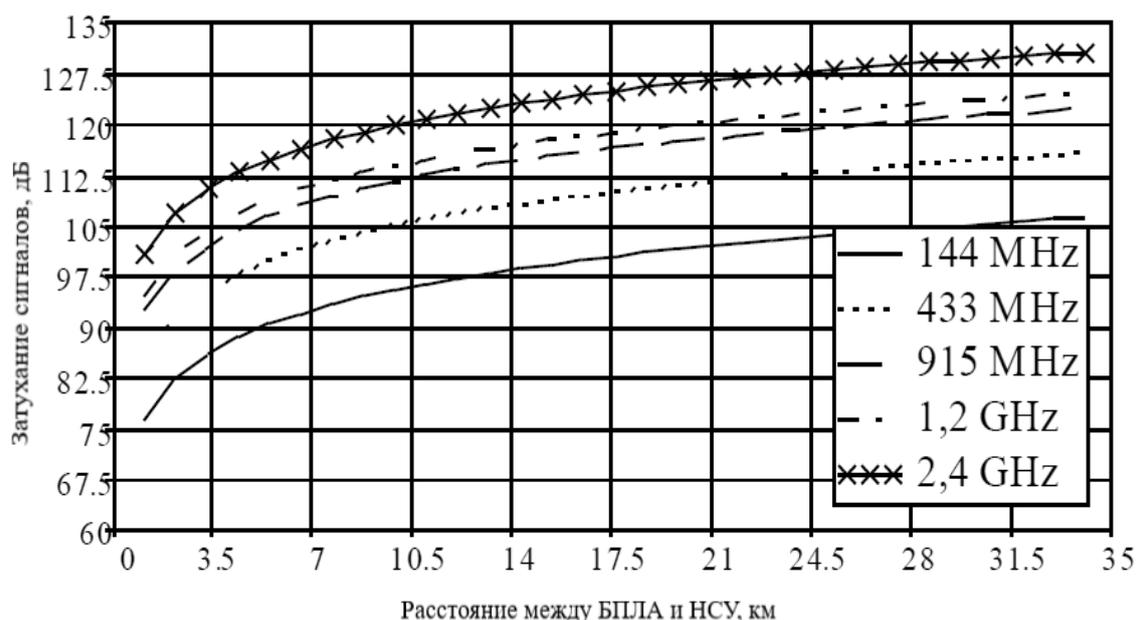


Рис. 1. Зависимость потерь на различных частотах от расстояния между БПЛА и НСУ

невозможна на базе известных протоколов, таких как Bluetooth, Wi-Fi, WiMAX и др. Основными их недостатками является низкая энергетическая эффективность и помехозащищенность.

Важной задачей при проектировании помехозащищенного канала управления малогабаритным БПЛА является выбор диапазона рабочих частот.

Известно, что основные потери при распространении радиосигналов (потери в свободном пространстве), рассчитываются следующим образом [3]:

$$FSL = 10 \lg \left(\frac{4\pi df}{c} \right)^2$$

где d — расстояние между БПЛА и НСУ; f — частота сигнала; c — скорость света.

На рис. 1 представлены зависимости основных потерь от расстояния между НСУ и БПЛА для различных значений рабочей частоты канала управления. В реальных условиях потери на трассе распространения сигнала будут больше за счет рельефа местности и различных предметов (сооружений). Для их учета целесообразно использовать рекомендации ИТУ-R, в частности P.1546 и P.528.

При энергетической оценке различных технологий и видов модуляции сигналов следует руководствоваться критериями энергетической эффективности и спек-

тральной плотности мощности сигналов (СПМ). Причем энергетическая эффективность определяется как энергия, которую необходимо затратить на передачу одного бита информации с заданной достоверностью (вероятностью битовой ошибки), а СПМ рассчитывается как сосредоточение мощности сигнала на один интервал частоты, который обеспечивает передачу информации на заданных скоростях.

Вероятность битовой ошибки (BER) в общем случае зависит от соотношения сигнал/шум (E_b/N_0):

$$BER = f \left(\frac{E_b}{N_0} \right)$$

где E_b — энергия, затрачиваемая для передачи одного бита информации;

N_0 — спектральная плотность мощности белого шума в канале.

Одним из важнейших показателей качества канала управления БПЛА является зависимость вероятности появления ложного бита P_b от E_b/N_0 . Разница между реальным (принятым) и необходимым отношением E_b/N_0 дает энергетический резерв линии связи (или бюджет канала связи).

$$M(\text{дБ}) = \left(\frac{E_b}{N_0} \right)_{\text{прин}} (\text{дБ}) - \left(\frac{E_b}{N_0} \right)_{\text{необх}} (\text{дБ})$$

Мощность принимаемого антенной сигнала определяется по следующему выражению:

Таблица 2. Анализ бюджета канала связи от БПЛА к НСУ

	Усиление/ослабление дБм	Всего дБм
Выходная мощность передатчика	+ 30 дБм	+ 30
Потери в фидерах и разъемах БПЛА	- 1,5 дБ	+ 28,5
Усиление антенны БПЛА	+ 10 дБи	+ 38,5
Потери при распространении (2,4 ГГц на 150 км)	- 145 дБ	- 106,5
Усиление антенны НСУ	+ 30 дБи	- 76,5
Потери в фидерах и разъемах НСУ	- 1,5 дБ	- 78
Уровень шума на входе приемника (полоса 20 МГц)	- 100 дБ	
Отношение сигнал / шум	+ 22 дБ	

$$P_R(\text{дБ}) = P_T(\text{дБ}) + G_R(\text{дБ}) + G_T(\text{дБ}) - L_s(\text{дБ}) - L_0(\text{дБ})$$

где G_R и G_T — коэффициенты усиления передающей и приемной антенн;
 P_T — передаваемая мощность;
 L_s — коэффициент потерь системы, связанных с распространением;
 L_0 — коэффициент потерь системы, не связанных с распространением (потери в фидере и разъемах НСУ и БПЛА).

Из выше представленных уравнений получаем следующее:

$$M(\text{дБ}) = P_T(\text{дБм}) + G_R(\text{дБ}) + G_T(\text{дБ}) - L_s(\text{дБ}) - P_s(\text{дБм})$$

где P_s — чувствительность приемника, дБм.

При работе БПЛА в пределах прямой видимости с НСУ диапазон изменений уровня сигнала через замирание может достигать 15 дБ. Энергетический запас M используется для компенсации этих замираний.

Для характеристики достоверности связи в управляющем канале можно использовать два показателя: коэффициент ошибок (вероятность ошибки при передаче единицы информации) и отношение сигнал-шум h_n (отношение энергии символа (бита) к спектральной плотности шума) на выходе корреляционного (согласованного) приемника:

$$h_n = \frac{P_{c1}}{P_{ш0}} + P_{ш1} + P_{з1}$$

где P_{c1} — мощность сигнала на выходе приемника;
 $P_{ш0}$ — мощность внутренних шумов на выходе приемника;
 $P_{ш1}$ — мощность внешних широкополосных помех;
 $P_{з1}$ — мощность узкополосных помех.

Из анализа выше представленного можно сделать вывод о том, что мощность сигнала и полоса частот являются основными ресурсами системы связи. Эти ресурсы тратятся на передачу информации. Эффективность расходования ресурсов характеризуется показателями энергетической и частотной эффективности:

$$\beta = \frac{R \cdot N_0}{P_c}, \left(\gamma = \frac{R}{F} \right)$$

При этом предельная зависимость, которая определяет взаимосвязь параметров эффективности, имеет следующий вид:

$$\beta = \gamma / (2^\gamma - 1)$$

Как видно из таблицы 2, для обеспечения энергетической эффективности канала связи при большом затухании сигнала на трассе необходимо использовать направленные антенны на борту БПЛА.

Задача управления направлением максимального усиления бортовой антенны может быть решена несколькими способами:

1. Использование многоэлементной антенной решетки с управляемой диаграммой направленности.
2. Использование нескольких переключающих антенн.
3. Установка антенны на опорно-поворотном устройстве.

Итак, принимая во внимание вышеизложенное, можно отметить, что если скорость передачи информации R задана, то при работе с низким отношением сигнал/шум для помехозащищенных систем связи необходимо уменьшать частотную и энергетическую эффективность.

В отличие от канала управления, информационный канал, наоборот, невозможно реализовать без достижения высоких показателей удельных частотных и энергетических затрат. Это вызвано большим

объемом данных, передаваемых в условиях жесткого частотно-временного и энергетического ресурсов системы разведки. Принципиальным вопросом данного анализа является выбор аналогового или цифрового способа передачи данных.

В малогабаритных БПЛА теоретически возможно применение принципов как аналоговой, так и цифровой передачи данных. Но, по мнению автора, цифровой способ передачи данных имеет неоспоримые преимущества, к числу которых относятся:

- ◆ высокое качество цифрового изображения, которое достигается устранением характерных для аналоговых методов помех с помощью цифровых методов повышения помехоустойчивости сигналов;
- ◆ возможностью гибкой адаптации качества по командам оператора БПЛА;
- ◆ большая эффективность использования спектрального диапазона;
- ◆ возможность скрытной передачи информации;
- ◆ пригодность полученных кадров изображений для программной обработки и архивации в базах данных;
- ◆ современное состояние интегральной элементной базы, что позволяет применять модульный принцип реализации различных вариантов цифровых систем;

- ◆ возможность варьирования количеством передачи данных в единицу времени в пользу повышения качества (достоверности) передачи и др.

Основой для создания протокола и технических средств цифровой оптико-электронной разведки для малогабаритных БПЛА с учетом их специфических характеристик может быть европейский стандарт цифрового телевидения DVB-T2, предполагающий использование принципа OFDM передачи. Метод OFDM передачи позволяет компенсировать эффект Допплера не только путем внесения опережающих частотных сдвигов при формировании сигналов в передатчике радиолинии, но и на этапе обработки принятых сигналов. Учет доплеровских смещений при этом может осуществляться, как для всего пакета, так и для каждой поднесущей частоты отдельно.

Таким образом, подводя итоги, отметим, что организацию канала управления и телеметрии малогабаритным БПЛА целесообразно проводить путем использования сигналов с прямым расширением спектра за счет замены простых элементарных сигналов переносчиками с псевдошумовой структурой. Для информационного канала системы приема и передачи данных наиболее приемлемым являются цифровые методы, предполагающие использование алгоритма формирования цифрового сигнала формата DVB-T2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Daigle, John N. User Association and Power Control for UAV-Enabled Cellular Networks // IEEE wireless communications letters. 2020. Volume 9: Number 3; pp 267–270.
2. Li, Lei UAV Positioning and Power Control for Two-Way Wireless Relaying // IEEE transactions on wireless communications. 2020. Volume 19: Number 2; pp 1008–1024.
3. Попов А. Р. Методология построения каналов радиосвязи с шумоподобными сигналами для управления беспилотным летательным аппаратом // Наноиндустрия. 2020. № 596–1. С. 28–30.

© Гель Валентин Эдуардович, Евдокимов Евгений Викторович, Сенин Олег Геннадьевич (9119536622@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕЧЕНИЯ НОВООБРАЗОВАНИЯ МЕТОДОМ ИММУНОТЕРАПИИ

MATHEMATICAL MODELING OF THE CANCER TREATMENT BASED ON IMMUNOTHERAPY

**A. Goncharova
E. Kolpak**

Summary. A mathematical model of the immune response to the appearance of neoplasms in the body has been developed, taking into account the interaction of dividing cells and cells of the immune system. Contact interaction is considered as a competition of two types of cells in the functional space. Possible variants of stationary states are determined. As methods of treatment, a model of external intervention and immunotherapy is proposed, which affects the rates of biochemical reactions.

Keywords: mathematical modeling; sustainability; differential equations; neoplasm; treatment model; relapse.

Гончарова Анастасия Борисовна

*К.ф.-м.н., старший преподаватель, Санкт-Петербургский государственный университет
a.goncharova@spbu.ru*

Колпак Евгений Петрович

*Д.ф.-м.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный университет
e.kolpak@spbu.ru*

Аннотация. Разработана математическая модель иммунного ответа на возникновение в организме новообразования, учитывающая взаимодействие делящихся клеток и клеток иммунной системы. Контактное взаимодействие рассматривается как конкуренция двух типов клеток в функциональном пространстве. Определяются возможные варианты стационарных состояний. В качестве методов лечения предлагается модель внешнего вмешательства и иммунотерапии, влияющей на скорости биохимических реакций.

Ключевые слова: математическое моделирование, устойчивость, новообразование, модель лечения, рецидив.

Введение

Злокачественные новообразования являются важнейшей медицинской и социальной проблемой. Они характеризуются высокой смертностью, занимая по этому показателю 2–3 место после смертности от сердечнососудистых заболеваний. Трудноизлечимы — пятилетнее время дожития после лечения по некоторым локализациям составляет около 20% от всех прошедших курс лечения. В социальном плане — слабым участием населения в профилактической поддержке. Обращение за медицинской помощью происходит уже при высокой степени заболеваемости, и, как следствие этого, высока смертность в течение первых двух лет после обращения в органы здравоохранения. По некоторым локализациям на сегодняшний день не найдены эффективные средства лечения, а по некоторым высока стоимость лечения [1,2]

Наименьшей структурной единицей всего живого является клетка. [3]. Клетки являются частью многоклеточного организма, в котором они объединены в ткани и органы и связаны различными формами регуляции. Нормально функционирующая клетка может делиться несколько раз. Но в ней заложена программированная

клеточная гибель — апоптоз, энергетически зависимый и генетически контролируемый процесс, освобождающий организм от ненужных клеток. В этом процессе место погибших клеток занимают новые клетки. Погибшие клетки исчезают бесследно и быстро. Окружающие клетки при этом смыкаются, так что структура ткани не изменяется. При снижении апоптоза происходит накопление клеток, а при увеличении наблюдается уменьшение количества клеток в ткани.

Иммунная система объединяет ткани и органы, в которых происходит образование, взаимодействие и рециркуляция клеток (иммуноцитов), распознающих генетически чужеродные субстанции (антигены) и осуществляющие специфические защитные реакции. Главными клетками, осуществляющими иммунологический контроль и защиту организма, являются Т-лимфоциты. Обнаруженный иммуноцитами антиген захватывается и передается Т-лимфоциту. После ликвидации антигена часть Т-лимфоцитов сохраняется в клетках памяти. Повторная встреча с антигеном приводит к более быстрой и интенсивной защитной реакции.

Опухолевый рост — патологический процесс, характеризующийся патологическим разрастанием ткани с при-

знаками атипизма. Клетки злокачественных опухолей не погибают естественным образом (нарушен контроль апоптоза), оставаясь незрелыми и быстро делящимися, не дифференцируются, оставаясь «бессмертными» [4, 5]. Опухоль растет автономно, не нуждаясь в ростовых стимулах, полностью или частично вырабатывает свои собственные ростовые факторы, а также выводит из своей ткани вещества, ингибирующие митоз. Злокачественная опухоль может осуществлять инвазивный рост с прорастанием и разрушением прилежащих тканей и органов [3].

Период удвоения солидных опухолей у человека по разным оценкам изменяется от 15 до 1400 дней [6]. Для наиболее часто встречаемых опухолей молочной железы у женщин и рака легкого у мужчин период удвоения по различным оценкам изменяется [4] от 30 до 200 дней. Однако, детальное исследование кинетики роста опухоли у человека не считается приемлемым в силу этических причин.

Математическая модель

Размножение клеток — само регулируемый процесс. Такой процесс можно описать на основе логистического уравнения [7]

$$\frac{dN}{dt} = \mu N \left(1 - \frac{N}{N_*} \right), \quad (1)$$

где μ — удельная скорость роста, а N_* — число клеток, необходимых для нормального функционирования органа, который они образуют.

Стационарное состояние $N = 0$ — неустойчивое, а $N = N_*$ — устойчивое. То есть в соответствующем функциональном органе появление небольшого количества «избыточных» клеток приводит их к быстрой гибели, а недостаток быстро восполняется.

Клетки злокачественной опухоли (делящиеся клетки) размножаются, как и нормальные, путем деления непрерывно, не погибая. Рост опухоли происходит в некотором функциональном пространстве организма. Если опухоль заполняет все это пространство, то дальнейший ее рост может сопровождаться, либо инвазией в окружающие ткани, либо метастазированием в соседние органы. Поэтому для описания динамики размножения делящихся клеток в ограниченном функциональном пространстве можно использовать логистическое уравнение (1).

Клетки иммунной системы (эффекторные клетки) обнаруживают делящиеся клетки и уничтожают их, при этом частично погибают и сами. Модель взаимодействия между делящимися клетками и клетками иммунной системы как модель конкуренции предложена в [8, 9]:

$$\begin{aligned} \frac{dT}{dt} &= \mu T(1-T) - \alpha_1 TE, \\ \frac{dE}{dt} &= \frac{b_1 TE}{b_2 + T} - \alpha_2 TE - \gamma E, \end{aligned} \quad (2)$$

где E — количество эффекторных клеток, $\alpha_1, \alpha_2, b_1, b_2, \gamma, \mu$ — параметры.

Взаимодействие этих двух типов клеток происходит при их контакте со скоростью гибели делящихся клеток $\alpha_1 TE$, а эффекторных — $\alpha_2 TE$. Эффекторные клетки «стремятся» со скоростью γE , а генерируются при появлении делящихся клеток со скоростью

$$\frac{b_1 TE}{b_2 + T}.$$

В этой модели учитывается, что скорость поступления эффекторных клеток в функциональное пространство ограничена величиной $b_1 E$.

К системе уравнений (2) добавляются начальные условия

$$T(t=0) = T_\epsilon, E(t=0) = E_\epsilon,$$

где T_ϵ и E_ϵ — малые положительные величины.

Эти начальные условия подразумевают, что в начальный момент времени в функциональном пространстве появляется малое количество делящихся клеток и одновременно с ними иммунная система реагирует на их появление и вырабатывает небольшое количество эффекторных.

Система уравнений (2) может иметь три стационарные точки.

1. Стационарная точка системы уравнений (2)

$$T = 0, E = 0$$

будет неустойчивой, поскольку одно из двух собственных значений

$$\lambda_1 = \mu, \lambda_2 = -\gamma$$

матрицы Якоби правой части системы уравнений (2) является положительным.

2. В стационарной точке

$$T = 1, E = 0$$

собственные значения матрицы Якоби

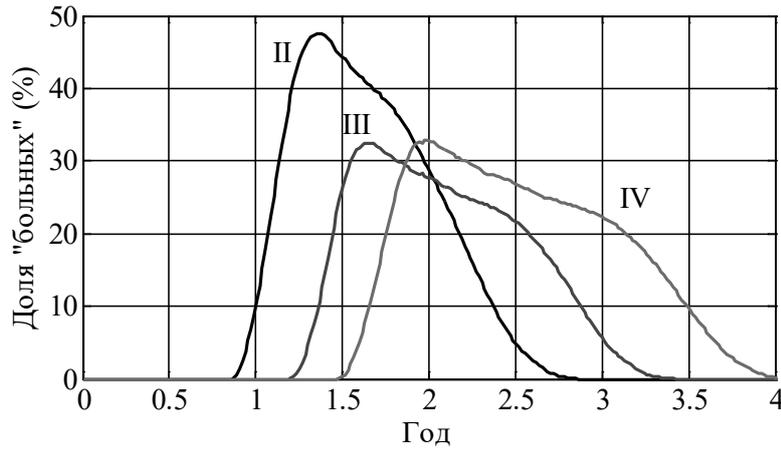


Рис. 1. Распределение числа «больных» по стадиям заболевания во времени

$$\lambda_1 = -\mu, \lambda_2 = \frac{b_1}{b_2 + 1} - \alpha_2 - \gamma$$

будут отрицательными, если выполняется неравенство

$$\frac{b_1}{b_2 + 1} < \alpha_2 + \gamma.$$

То есть при больших «расходах» эффекторных клеток на уничтожение делящихся (при больших значениях α_2), или при высоких скоростях «старения» эффекторных клеток (при больших значениях γ) делящиеся клетки достигнут максимального значения $T = I$.

3. Третья стационарная точка, лежащая в области $0 < T < 1, 0 < E$, находится из системы уравнений

$$\begin{aligned} \frac{b_1 T}{b_2 + 1} - \alpha_2 T - \gamma &= 0, \\ \frac{\mu}{\alpha_1} (1 - T) - E &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Левая часть первого уравнения при $T = 0$ принимает отрицательные значения, а при выполнении неравенства

$$\alpha_2 + \gamma < \frac{b_1}{b_2 + 1} \quad (4)$$

при $T = 1$ будет принимать положительные значения. Поэтому в этом случае стационарная точка, в которой $0 < T < 1$ и $0 < E$ будет существовать. При этом первая и вторая стационарные точки будут неустойчивыми. То есть при малых скоростях «старения» эффекторных клеток (при высокой «активности» иммунного ответа) делящиеся клетки могут и не занимать все функциональное пространство. Неравенство (4), накладываемое на параметры системы уравнений (2), обеспечивает

устойчивость стационарного состояния (3), в котором рост количества делящихся клеток будет стабилизирован. Если же это неравенство не выполняется, то делящиеся клетки постепенно заполняют все функциональное пространство.

Таким образом, модель (2) не допускает существование устойчивого стационарного состояния с отсутствующими делящимися клетками. Стационарная точка, определяемая из системы уравнений (3) будет либо устойчивым фокусом, либо устойчивым узлом. То есть, это стационарное состояние можно сопоставлять с «хроническим заболеванием», или считать опухоль «дремлющей».

Модель стадий заболевания и модель лечения

В систему уравнений (2) входят 6 параметров. Конкретный набор этих параметров можно сопоставлять с биохимическими характеристиками конкретного «больного». Выбирая эти характеристики случайным образом из заданного диапазона для N «больных», можно построить распределение «больных» по стадиям заболевания [10]. Четыре стадии «заболевания» в модели (2) вводятся исходя из значений функции $T(t)$, попадающие в диапазоны: $0 \leq T(t) < 0.2$ — стадия I, $0.20 \leq T(t) < 0.40$ — стадия II, $0.40 \leq T(t) < 0.60$ — стадия III, $0.60 \leq T(t) < 0.80$ — стадия IV.

Распределение 50 000 условных больных по стадиям заболевания (как результат решения задачи Коши для системы уравнений (3)) в разные моменты времени отражено на рис. 1. Стадии отмечены римскими цифрами. Параметры выбирались случайным образом из диапазонов: $\alpha_1 \in [0.005; 0.010]$, $\alpha_2 \in [0.001; 0.002]$, $b_1 \in [0.015; 0.030]$, $b_2 \in [0.05; 1.0]$, $\gamma \in [0.01; 0.02]$, $\mu \in [0.004; 0.008]$.

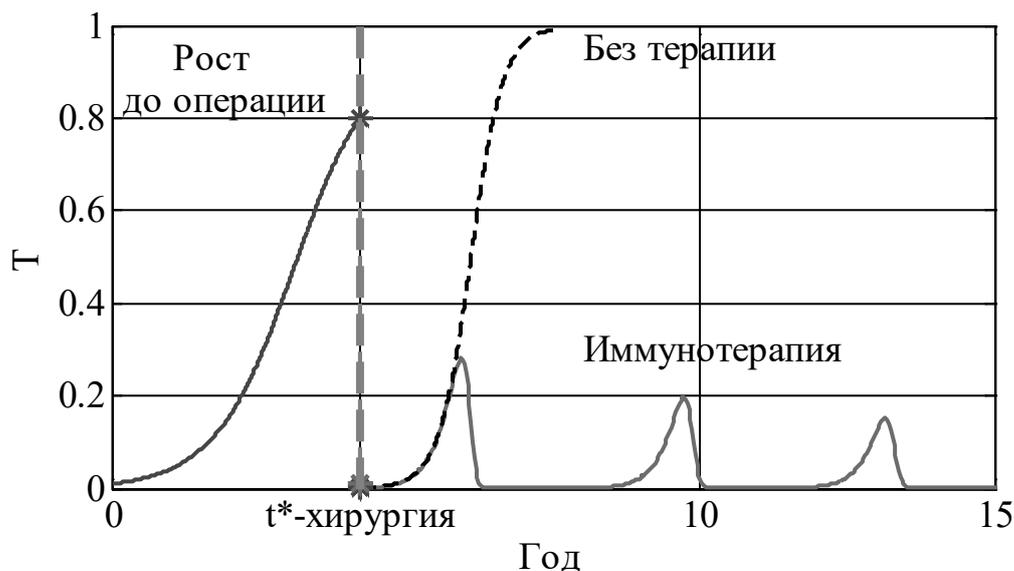


Рис. 2. Изменение функции $T(t)$ во времени, с учетом «лечения» (хирургия + иммунотерапия)

Распределение «больных» по стадиям в момент времени $t = 1.5$ года согласно рис. 1 следующее: стадия I — 18%, стадия II — 40%, стадия III — 32%, стадия IV — 17%. В Российской Федерации по данным Популяционного ракового регистра [10] число больных с впервые в жизни установленным диагнозом злокачественного новообразования на I и II стадии заболевания составляет около 50% больных, на III и IV стадиях по 20%. То есть расчетные данные, в предположении, что диагноз ставится через 1.5 года после начала заболевания, согласуются с данными ракового регистра [10].

Одним из основных методов лечения является внешнее вмешательство [11]. Но на всех этапах лечения человека применяется поли химиотерапия. Наряду с этими методами применяется и иммунотерапия [10]. Лечение начинается с момента постановки диагноза, который может быть поставлен в том случае, если опухоль достигла клинически определяемого размера [12]. Внешнее вмешательство моделируется следующим образом. В момент времени $t = t_*$ количество делящихся клеток достигших значения $T = T_*$, уменьшается до малого по сравнению с единицей значения δT . Если осуществляется полное удаление, то принимается, что $\delta T = 0$. Однако поскольку стационарная точка $T = 0, E = 0$ является неустойчивой, то при любом сколь угодно малом значении δT процесс роста количества делящихся клеток продолжится.

В рамках модели (2) при выполнении неравенства (4) существует только одно устойчивое стационарное состояние: $T = 1, E = 0$. Поэтому в этом случае внешнее вмешательство не изменит стационарное состояние си-

стемы уравнений (4). Химиотерапия также будет носить локальный характер, понижая периодически количество делящихся клеток. При иммунотерапии можно, увеличивая скорость поступления в функциональное пространство эффекторных клеток, изменить соотношения между параметрами в (4) таким образом, что устойчивым равновесным состоянием станет состояние, определяемой из соотношений (3).

Модель иммунотерапии после внешнего вмешательства (при $t > t_*$) имеет вид

$$\begin{aligned} \frac{dT}{dt} &= \mu T(1 - T) - \alpha_1 TE, \\ \frac{dE}{dt} &= \left(1 + Drug(1 - e^{-\alpha(t-t_*)})\right) \frac{b_1 TE}{b_2 + T} - \alpha_2 TE - \gamma E, \end{aligned} \quad (5)$$

Этот вариант стабилизации числа делящихся клеток позволяет за счет введения химиопрепаратов $Drug$ увеличить скорость возникновения клеток иммунной системы. Параметр α характеризует скорость «внедрения» препаратов $Drug$ в биохимические реакции.

На рисунке 2 приведены результат численного решения системы уравнений (5) для случая параметров $\mu = 0.004, \alpha_1 = 0.005, \alpha_2 = 0.001, b_1 = 0.015, b_2 = 0.05, \gamma = 0.01, Drug = 0.03, \alpha = 0.1$ в виде зависимости функции $T(t)$ от времени. При этом наборе параметров устойчивой стационарной точкой является $T = 1, E = 0$. На участке $0 \leq t < t_*$ происходит рост числа делящихся клеток. В момент времени $t_* = 1.5$ осуществляется внешнее вмешательство, уменьшающее количество де-

лящихся клеток до значения δT и вводятся химические препараты $Drug = 0.03$, постепенно включающиеся в механизмы увеличения скорости поступления числа клеток иммунной системы в функциональное пространство.

При рассмотренном варианте «лечения» неравенство (4) со временем будет нарушено, устойчивой стационарной точкой станет точка (3), в которой делящиеся клетки будут занимать только часть функционального пространства. Сразу после внешнего вмешательства, поскольку все делящиеся клетки не уничтожены, снова начинается рост числа делящихся клеток. Результат влияния иммунотерапии скажется спустя некоторое время. После момента времени $t = b$ начнется уменьшение число делящихся клеток с постепенным переходом в «хроническое» стационарное состояние. Вариант роста число делящихся клеток без

«лечения» после момента времени $t = t_*$ отмечен пунктирной линией.

Решение задач Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений осуществлялось в среде математического пакета Matlab [13] с применением встроенных функций `ode**`.

Заключение

Разработанная математическая модель новообразования позволяют объяснить зависимость роста числа делящихся клеток от активности иммунной системы. Математическое моделирование применения иммунотерапии к лечению онкологических заболеваний в клинической практике дает возможность оценить необходимую длительность лечения до наступления ремиссии, а так же время проявления рецидива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мерабишвили В. М. Онкологическая статистика (традиционные методы, новые информационные технологии): Руководство для врачей Часть I / В. М. Мерабишвили, СПб: 2015. — 223 с.
2. Kolpak E. P. Oncological diseases in St. Petersburg, Russia / E. P. Kolpak, I. S. Frantsuzova, E. O. Evmenova // Drug Invention Today. — 2019. — Vol. 11(3). — P. 510–516.
3. Патология: учебное пособие / А. Б. Салтыков и др. Ростов н/Д: Феникс, 2017. — 331 с.
4. Моисеенко В. М. «Естественная история» роста рака молочной железы / В. М. Моисеенко // Лекции по фундаментальной и клинической онкологии. СПб.: ООО «Издательство Н-Л», 2004. С. 198–212.
5. Bajaj J. Stem cells in cancer initiation and progression / J. Bajaj, E. Diaz, T. Reya // The Journal of cell biology. — 2020. — 219 (1). DOI: 10.1083/jcb.201911053. Идентификатор PubMed: 31874116.
6. Esmail Mehrara Specific Growth+ Rate versus Doubling Time for Quantitative Characterization of Tumor Growth Rate / Esmail Mehrara, Eva Forssell-Aronsson, Ha'kan Ahlman, Peter Bernhardt // Cancer Res. — 2007. — Vol. 67 (8). — P. 3970–3975. doi:10.1158/0008-5472.CAN-06-3822.
7. Murray J. D. Mathematical Biology / J. D. Murray New York: Springer-Verlag Heidelberg, 2002. — 776 p.
8. Francisco J. Solis, Sandra E. Delgadillo Discrete modeling of aggressive tumor growth with gradual effect of chemotherapy / Francisco J. Solis, Sandra E. Delgadillo // Mathematical and Computer Modelling. — 2013. — V. 57. — P. 1919–1926. doi:10.1016/j.mcm.2011.12.032.
9. Jin Yang Modelling effects of a chemotherapeutic dose response on a stochastic tumour-immune model / Jin Yang, Yuanshun Tan, A. R. Cheke // Chaos, Solitons and Fractals. — 2019. — V. 123. — P. 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2019.03.029>.
10. The State of Cancer Care Provided to the Population of Russia in 2018. Moscow: FSBI P. A. Herzen Moscow Cancer Research Institute, Branch Office of FSBI NMRRС, Ministry of Health of Russia; 2018. p. 236. Available from: <https://nood.ru/wp-content/uploads/2019/04/Staticheskijj-ezhegodnik-Gercena-2018.pdf>. <http://www.oncology.ru/service/statistics>. [Last accessed on 2020 October 22].
11. Chu E. Physicians cancer chemotherapy drug manual / E. Chu, V. T. DeVita V. T. 2007. Jones and Bartlett publishers. Boston, 2007. — 455 p.
12. Goncharova A.B Preliminary medical diagnostics based on the fuzzy sets theory using the Sugeno measure / Goncharova A.B // Vestnik Sankt-Peterburgskogo Universiteta, Prikladnaya Matematika, Informatika, Protsessy Upravleniya. — 20129. — V. 15, — № 4. — P. 529–543. DOI: 10.21638/11702/spbu10.2019.409.
13. Колпак Е. П. Вычисления в Matlab: учебное пособие / Е. П. Колпак. — Казань: Изд-во «Бук», 2016. — 184 с.

© Гончарова Анастасия Борисовна (a.goncharova@spbu.ru), Колпак Евгений Петрович (e.kolpak@spbu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ RFID-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

FEATURES OF USING RFID TECHNOLOGIES FOR INDUSTRIAL PROCESS AUTOMATION

A. Karyakin

Summary. The article is devoted to the consideration of the features of using RFID technology for the automation of industrial processes. In the course of the research, an example of automation of a direct production process was considered and a mathematical model was proposed for choosing the element base of a radio frequency identification system for objects.

Keywords: industrial process, automation, RFID technology.

Карякин Александр Тимофеевич

*К.т.н., доцент, Кабардино-Балкарский
государственный университет им. Х. М. Бербекова
karyakin2279@mail.ru*

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению особенностей использования RFID-технологий для автоматизации промышленных процессов. В процессе исследования рассмотрен пример автоматизации производственного процесса доставки материалов со склада и запуска цепочки изготовления продукции, а также предложена математическая модель выбора элементной базы для системы радиочастотной идентификации объектов.

Ключевые слова: промышленный процесс, автоматизация, RFID-технология.

В цифровой экономике XXI века информационно-коммуникационные ресурсы приобрели такую же важность и значимость, как сырье, производственное оборудование, трудовой потенциал. Стремительное развитие ИКТ в последние годы повлекло за собой широкомасштабную информационную революцию, которая способствовала повсеместному внедрению автоматизированных систем управления. В настоящее время уже не подлежит сомнению тот факт, что только те производственные предприятия, которые внедрили новые информационные технологии в свои технологические процессы, могут быть конкурентоспособными в современных экономических условиях.

В 2008 году Национальный разведывательный совет США опубликовал отчет, в котором указал на шесть перспективных технологий, которые обладают в обозримой перспективе наибольшей для общества и промышленности «взрывной силой» [1]. Среди этих технологий авторы указывают на технологию радиочастотной идентификации (Radio Frequency IDentification), которая наиболее полно отвечает всем требованиям компьютерной системы управления, где требуется распознавание и регистрация объектов и прав пользователей в реальном масштабе времени. Радиочастотная идентификация — это современный инструмент, с помощью которого можно оптимизировать производственные процессы, а именно автоматизировать процесс сбора и обработки информации бесконтактным способом. Радиочастотная идентификация позволяет автоматически распознавать объекты без непосредственного контакта с ними. При использовании этой технологии

с помощью радиосигналов считываются ранее записанные данные, хранящиеся в так называемых RFID-метках [2].

Чаще всего системы радиочастотной идентификации используются в таких сферах, как логистика, торговля, системы контроля и управление доступом, почта, сельское хозяйство и другие.

Система управления перемещением продукции на базе RFID позволяет оптимизировать транспортные и складские процессы, свести к минимуму влияние человеческого фактора, сократить временные потери, а также утрату товара при его транспортировке. Использование этой технологии в розничной торговле дает возможность не только поддерживать необходимое количество запасов на складе, но и существенно ускорить проведение кассовых расчетов.

В тоже время, современное состояние исследований применения технологии RFID в промышленности характеризуется частичными результатами, полученными в процессе решения локальных задач, которые возникли в работе отдельных предприятий. Это в свою очередь предопределяет необходимость обобщения накопленного опыта в формировании универсальных информационных систем управления промышленными предприятиями с использованием возможностей технологии RFID, что и обуславливает выбор темы данной статьи.

Принимая во внимание широкое распространение RFID-технологий, особенностям их использования в раз-



Рис. 1. Пример комплексной системы автоматизации производства на базе RFID-технологии

личных сферах деятельности посвящают свои труды как отечественные, так и зарубежные авторы, в частности, Bergquist Bjarne, Linley John Hastewell, Tao Feng, Никитин А. Б., Манаков А. Д., Болтаев С. Т. и др.

Разработкой модели информационного обмена в процессе управления промышленным производством с использованием RFID-технологий занимаются Лесникова Э. П., Санталова М. С., Нечаева С. Н., Sivasankar V., Buffi Alice и др.

Ведущий инженер АО «АВТОВАЗ» В. В. Королев в статье «Использование RFID меток для построения гибких производственных систем в машиностроении» делает вывод о том, что к числу основных преимуществ данного метода можно отнести следующие: снижение затрат на реализацию системы управления производственным комплексом, надежность хранения информации на RFID метке.

Перспективы использования технологии RFID в промышленности с точки зрения возможности автоматизированного отслеживания времени профилактической проверки и технического обслуживания каждой единицы оборудования, а также контроля степени износа детально описаны в трудах Ильиной Т. А., Кириной Д. Н., Hassan Anas, Bruining Hans, Musa Tagwa и др.

В тоже время, несмотря на значительное количество научных трудов и наработок, посвященных рассматриваемой тематике в настоящее время, необходимо отметить, что в контексте развития Четвертой промышленной революции потенциал использования RFID-технологии только расширяется и соответственно возможности и перспективы их дальнейшей реализации в промышленном секторе, на производственных линиях требуют более углубленных исследований и анализа.

Таким образом, цель статьи заключается в изучении особенностей использования RFID-технологий для автоматизации промышленных процессов.

Как следует из обзора исследований и публикаций, значительный потенциал RFID-технологии для промыш-

ленного предприятия заключается в информационном обеспечении управления различными бизнес-процессами, к числу которых относятся:

- ◆ учет материально-технических ценностей и инвентаризация;
- ◆ идентификация транспорта на предприятии;
- ◆ автоматизация активностей персонала и сбор статистики о посетителях;
- ◆ защита бренда, фирменной упаковки, контроль сети дистрибуции;
- ◆ отслеживание и позиционирование техники в режиме реального времени;
- ◆ системы контроля доступа в помещение, к рабочим местам;
- ◆ автоматизация производственных процессов.

В тоже время необходимо обратить внимание на тот факт, что технология RFID является вспомогательным средством, которое не может быть самостоятельным инструментом автоматизации деятельности промышленного предприятия, и поэтому должна быть интегрирована в корпоративную информационную систему.

Принимая во внимание тот факт, что традиционные бизнес-процессы (бухгалтерский, складской учет, логистика, контроль за посетителями) характерны для предприятий различных отраслей, с целью выявления специфики использования RFID-технологии именно на промышленном предприятии представляется целесообразным рассмотреть особенности автоматизации производственных процессов.

Обычно загрузка производственной линии начинается с того, что заказ отправляется с сервера компании в производственный цех, затем распечатывается в бумажной форме, чтобы оператор мог знать, какие детали должны быть доставлены для начала работы. При использовании RFID-меток, встроенных в приспособление, такое как лоток, например, или поддон отпадает необходимость распечатки заказа на бумаге. Информация о запросе на комплектующие или сырье отправляется непосредственно на метку и лоток с его содержимым автоматически доставляется к месту отбо-



Рис. 2. Уровень автоматизации производства — MES с использованием RFID-технологии

ра первой детали на автоматизированном конвейере или в системе доставки. Это делает процесс безбумажным, сокращая производственные затраты и уменьшая воздействие на окружающую среду (см. рис. 1).

Рассмотрим более подробно пример отслеживания подвижных объектов в производстве с использованием RFID-технологии, которая интегрирована в систему планирования ERP (enterprise resource planning управление ресурсами предприятия), где MES (manufacturing execution system, система управления производством) является связующим звеном между ERP и АСУТП (автоматизированная система управления технологическим процессом).

Процесс формирования заказа для запуска производственной линии с последующим отслеживанием и идентификацией подвижных объектов состоит из следующих этапов: на вход цеха подается сырье со складов предприятия; в цех подаются энергоресурсы (пар, газ, вода, электричество) и выдается заказ на производство продукции; сырье взвешивается и поступает в цех; происходит технологическая обработка; товар поступает на склад готовой продукции.

Процессы, происходящие на уровне автоматизации производства MES представлены на рисунке 2.

Основным этапом проектирования системы радиочастотной идентификации в процессе автоматизации

производственных цепочек является выбор технических и программных средств. Эта задача может быть решена методами многокритериальной оптимизации данного типа объектов.

Постановка задачи исследования заключается в следующем.

Пусть будет известно:

- ◆ множество объектов MES — систем, которые необходимо отслеживать и идентифицировать;
- ◆ множество технических средств элементной базы, которые входят в RFID-системы идентификации;
- ◆ параметры и характеристики технических средств;
- ◆ множество программных средств, которые характеризуются набором определенных приложений;
- ◆ параметры и характеристики приложений, удовлетворяющие выбранным техническим средствам.

Необходимо сформировать элементную базу системы идентификации, которая повысит эффективность и качество проведения всех операций по движению объектов MES — систем.

В состав элементной базы RFID-системы входит считыватель и радиочастотная метка, поэтому выбор технических средств осуществляется путем декомпозиции общего задания на частные.

Итак, постановка задачи выбора метки заключается в следующем.

Известно, что $D = \{D_i\}, (i = \overline{1, i})$ — множество

разновидностей меток, где i — число меток, параметры и характеристики меток.

Выбор метки выполняется по следующим функциональным и расходным показателям: рабочая частота метки; радиус считывания; объем памяти, реализация антиколлизии, стоимость метки.

Частными критериями оптимизации выбора метки могут быть выбраны следующие:

1. Максимальная рабочая частота метки

$$R = \max \sum_{i=1}^i R \cdot x_i$$

где x_i — булева переменная, которая равна 1, если выбрана i -я метка и 0, если i -я метка не выбрана.

2. Максимальный радиус считывания

$$Y = \max \sum_{i=1}^i Y \cdot x_i$$

3. Максимальный объем памяти

$$O = \max \sum_{i=1}^i O \cdot x_i$$

4. Максимальная антиколлизия (возможность выборочного чтения информации из множества меток, которые попали в зону действия считывателя)

$$A = \max \sum_{i=1}^i AM \cdot x_i$$

5. Минимальная стоимость метки

$$B = \min \sum_{i=1}^i BM \cdot x_i$$

Область допустимых решений определяется следующими ограничениями: рабочая частота должна быть не менее заданной; радиус считывания должен быть

не менее заданного; объем памяти должен быть не менее заданного; антиколлизия должна быть не менее заданной; стоимость метки должна быть не более заданной.

Постановка задачи выбора считывателя заключается в следующем. Известно:

♦ множество разновидностей считывателей

$$N = \{N_j\}, (j = \overline{1, j}),$$

где j — число считывателей;

♦ параметры и характеристики считывателей.

Выбор считывателя выполняется в соответствии со следующими функциональным и расходными показателями: рабочая частота считывателя, радиус считывания, питание, масса, стоимость считывателя.

Таким образом, приведенная математическая модель выбора технических средств радиочастотной идентификации для автоматизации производственного процесса относится к классу задач многокритериальной оптимизации дискретного программирования с булевыми переменными.

Подводя итоги, проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

Использование RFID-технологии для автоматизации промышленных процессов позволяет обеспечить: оперативность и наглядность графического представления траекторий движения людей и предметов; разработать гибкую систему правил поведения объектов; обеспечить оперативное оповещение обо всех отклонениях от установленных правил; использовать накопленные данные для ретроспективного анализа с целью их интеграции с существующими системами автоматизации. Предложенная в статье математическая модель выбора технических средств RFID-системы позволит в отличие от существующих, подобрать оптимальный комплект технических средств радиочастотной идентификации по заданным критериям и ограничениям, что значительно уменьшит время на запуск производственного процесса и повысит эффективность работы предприятия в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Liu, Q. Automated Logistics Management and Distribution Based on RFID Positioning Technology // Telecommunications and radio engineering. 2020. Volume 79: Number 1; pp 17–28.
2. Hema S. Enhancing hardware and software performance in RFID collisions // Cogent engineering. 2020. Volume 7: Issue 1; pp 15–19.
3. Крюкова А.А., Трухина А. Д. Применение RFID-технологий в современном бизнесе // Актуальные вопросы современной экономики. 2019. № 6–2. С. 759–764.

© Карякин Александр Тимофеевич (karyakin2279@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МОДЕЛИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПО ОСУЩЕСТВЛЕНИЮ РЕЙТИНГОВОГО ОЦЕНИВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ МЕДИКО-СОЦИАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

BUSINESS PROCESS MODELS FOR THE ACTIVITIES RATING OF MEDICAL AND SOCIAL ORGANIZATIONS

**A. Konovalov
O. Romashkova**

Summary. The article discusses approaches to modeling the main processes of medical institutions to support management decisions at the regional level and the formation of rating indicators for individual health organizations. In order to automate the main management processes, database models have been developed for the information system for rating the activities of medical and social organizations.

Keywords: healthcare organization, management, information system, rating indicators.

Коновалов Артем Алексеевич

Аспирант, ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет (МГПУ)», г. Москва
bernadott94@yandex.ru

Ромашкова Оксана Николаевна

Д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС)», г. Москва
ox-rom@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются подходы к моделированию основных процессов деятельности медицинских учреждений для поддержки управленческих решений регионального уровня и формирования рейтинговых показателей отдельных организаций здравоохранения. С целью автоматизации основных управленческих процессов разработаны модели базы данных для информационной системы рейтингового оценивания деятельности организаций медико-социального профиля.

Ключевые слова: организация здравоохранения, управление, информационная система, рейтинговые показатели.

Введение

Для разработки модели существующих бизнес-процессов по осуществлению рейтингового оценивания деятельности организаций медико-социального профиля для управления региональной здравоохранительной системой был использован программный продукт CA ERWin Process Modeler и выбраны методологии IDEF0 и IDEF3 [1–3].

На рисунке 1 представлена контекстная диаграмма верхнего уровня, отображающая осуществление рейтингового оценивания деятельности организаций медико-социального профиля для управления региональной здравоохранительной системой в целом.

После того, как процесс в целом был представлен контекстной диаграммой верхнего уровня, необходимо разбить его на отдельные подпроцессы и разработать соответствующие им диаграммы декомпозиции.

Моделирование процессов рейтингового оценивания деятельности организаций медико-социального профиля

В результате декомпозиции блока «Осуществлять рейтинговое оценивание деятельности организаций медико-социального профиля для управления региональной здравоохранительной системой» была создана дочерняя диаграмма декомпозиции уровня A0 (рисунок 2), где представлены основные блоки, которые характеризуют данный вид деятельности:

1. Оценить управление организациями и содержанием услуг [4];
2. Оценить медицинский персонал организаций и актуальность подходов;
3. Оценить профпригодность персонала;
4. Оценить научную эффективность организаций;
5. Составить итоговую оценку здравоохранительной системы региона.

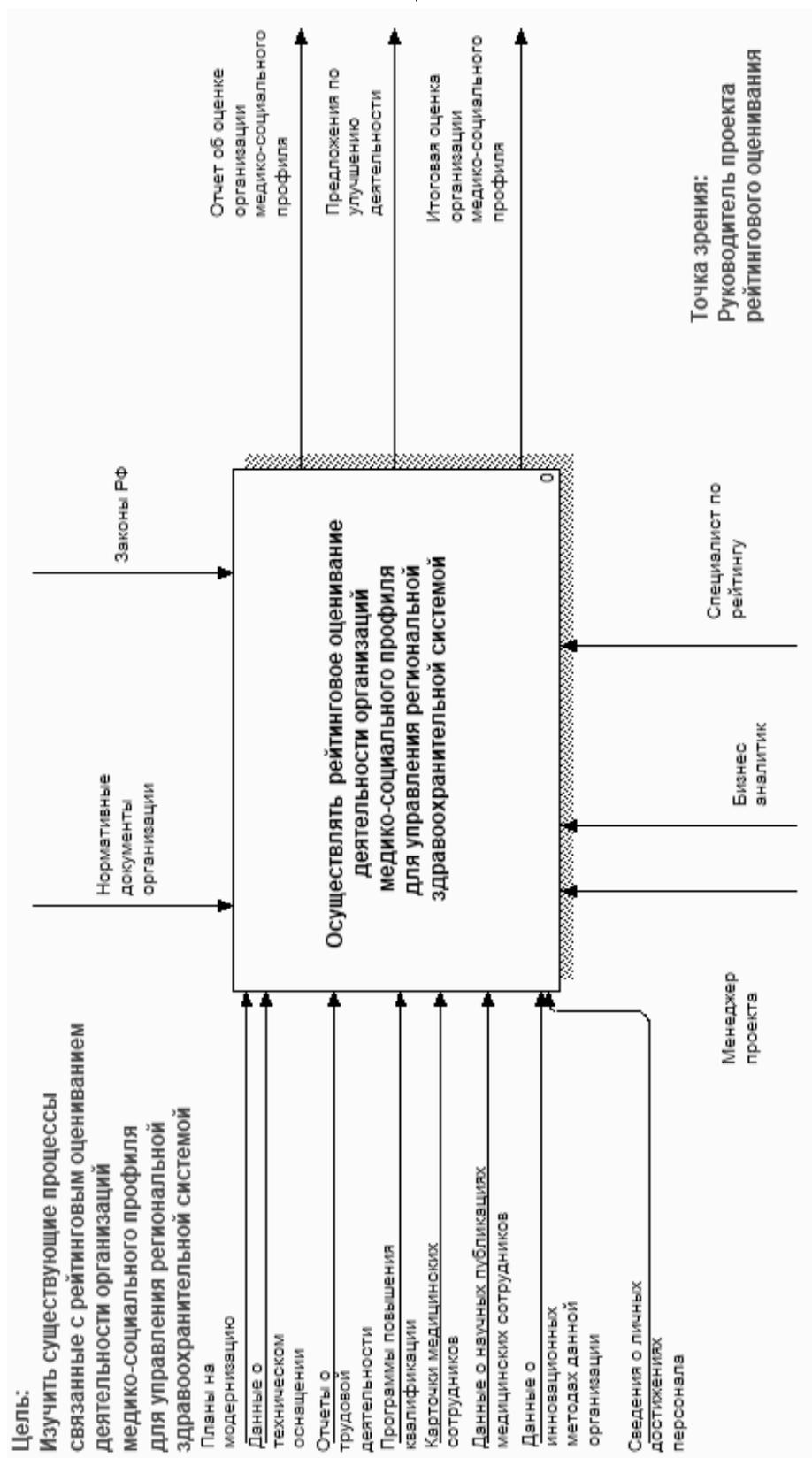


Рис. 1. Контекстная диаграмма верхнего уровня «Осуществлять рейтинговое оценивание деятельности организаций медико-социального профиля для управления региональной здравоохранительной системой»

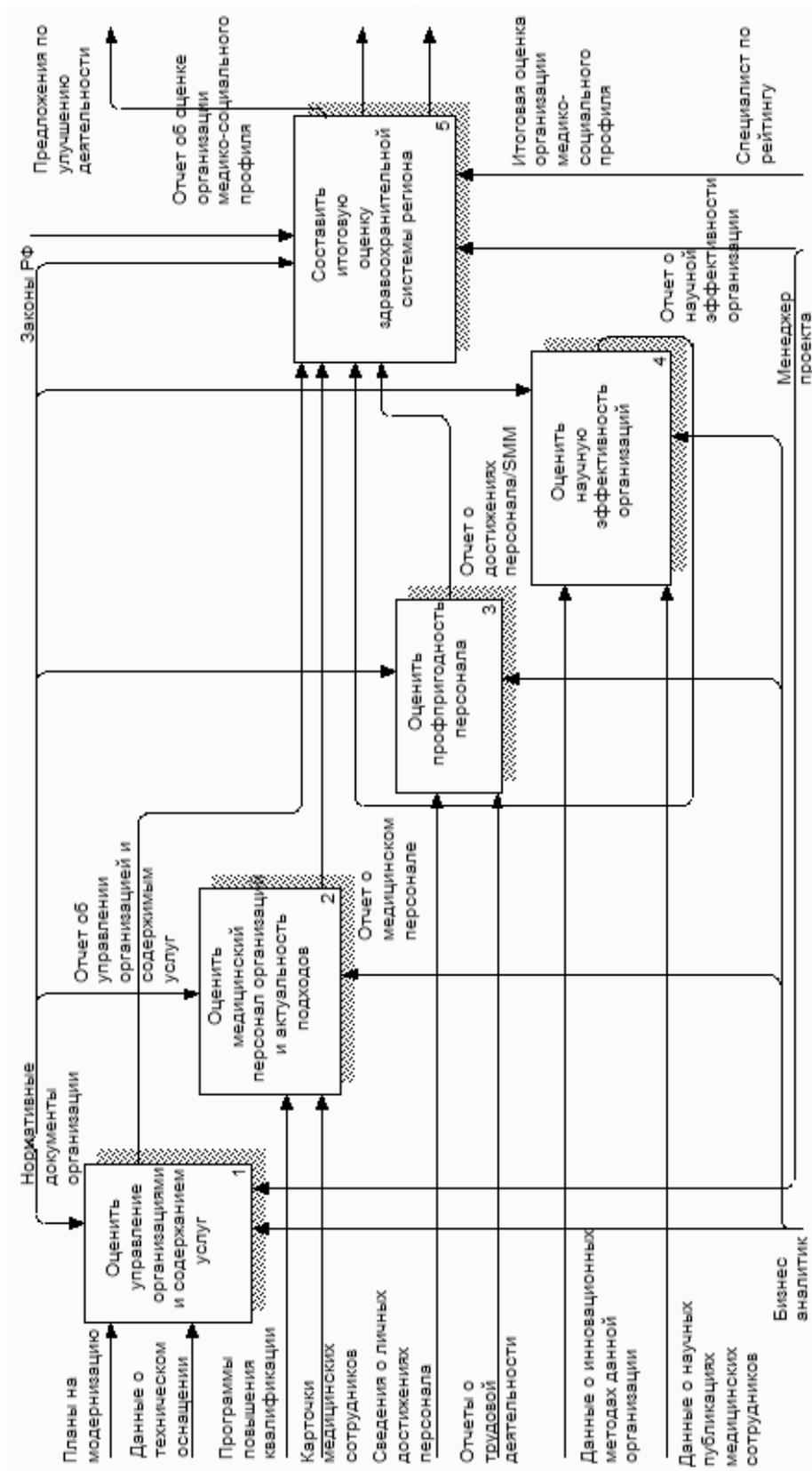


Рис. 2. Диаграмма декомпозиции уровня А0 процесса «Осуществлять рейтинговое оценивание деятельности организаций медико-социального профиля для управления региональной системой здравоохранения»

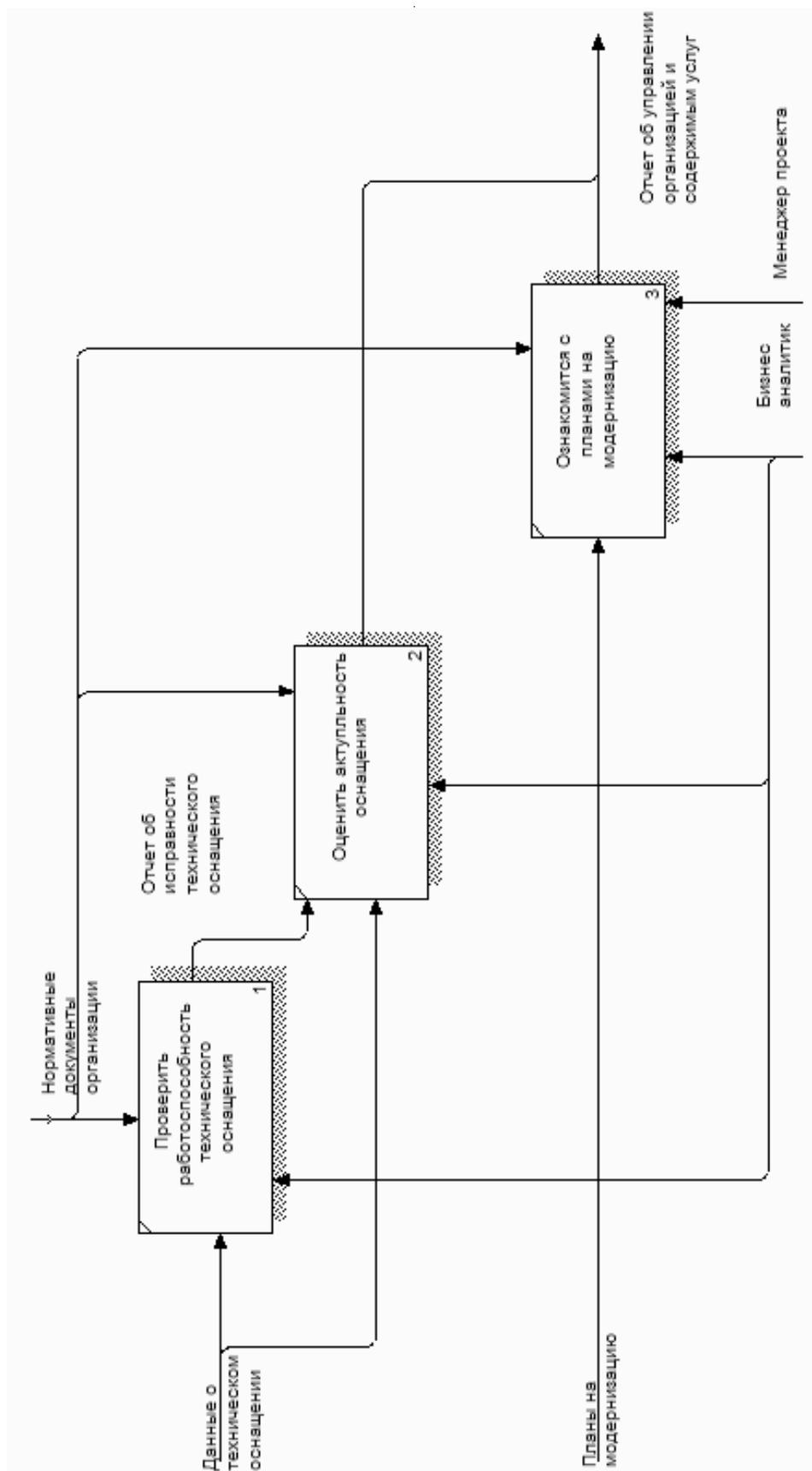


Рис. 3. Диаграмма декомпозиции процесса «Оценить управление организацией и контентом услуг»

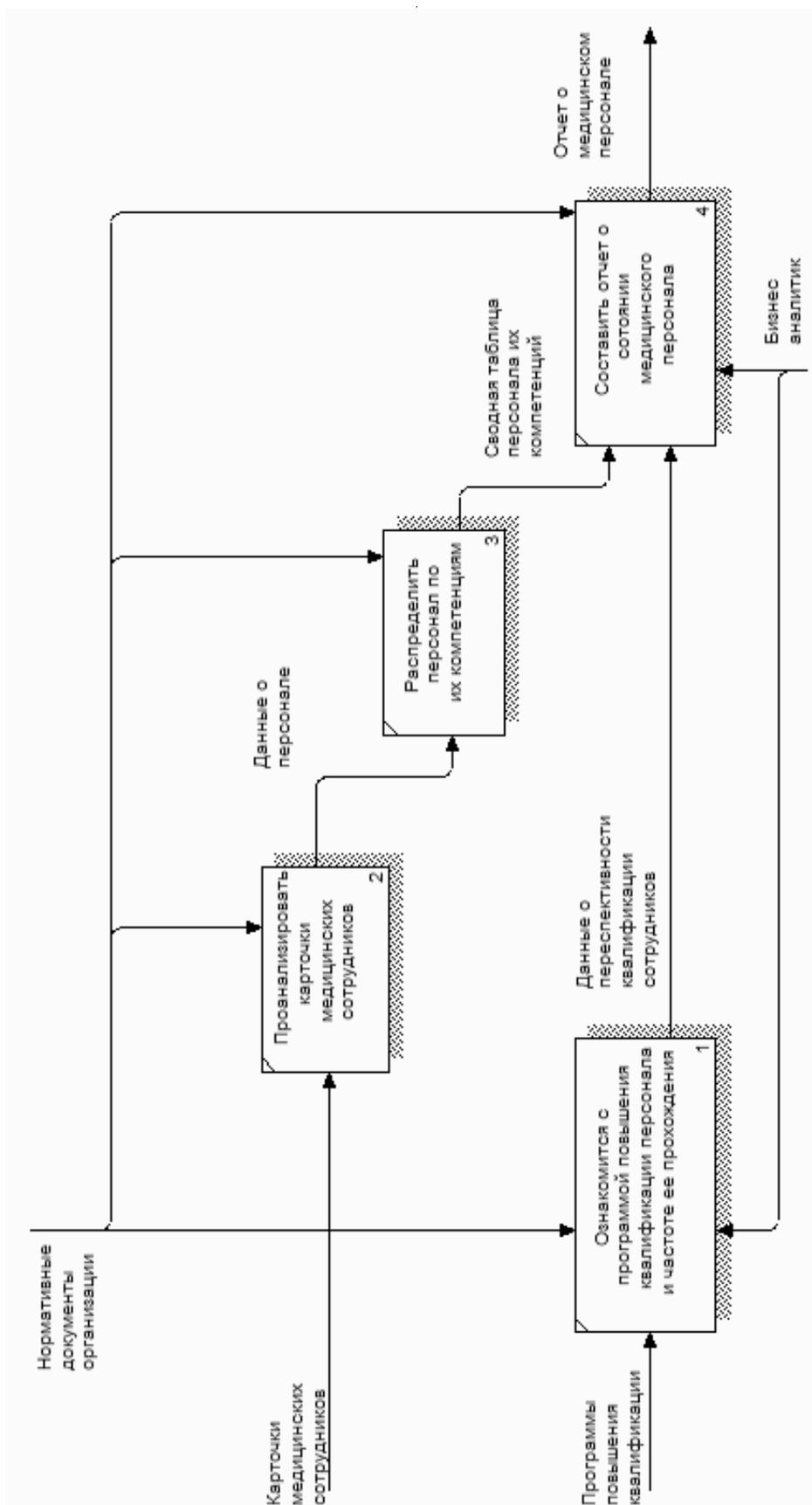


Рис. 4. Дочерняя диаграмма декомпозиции процесса «Оценить медицинский персонал»

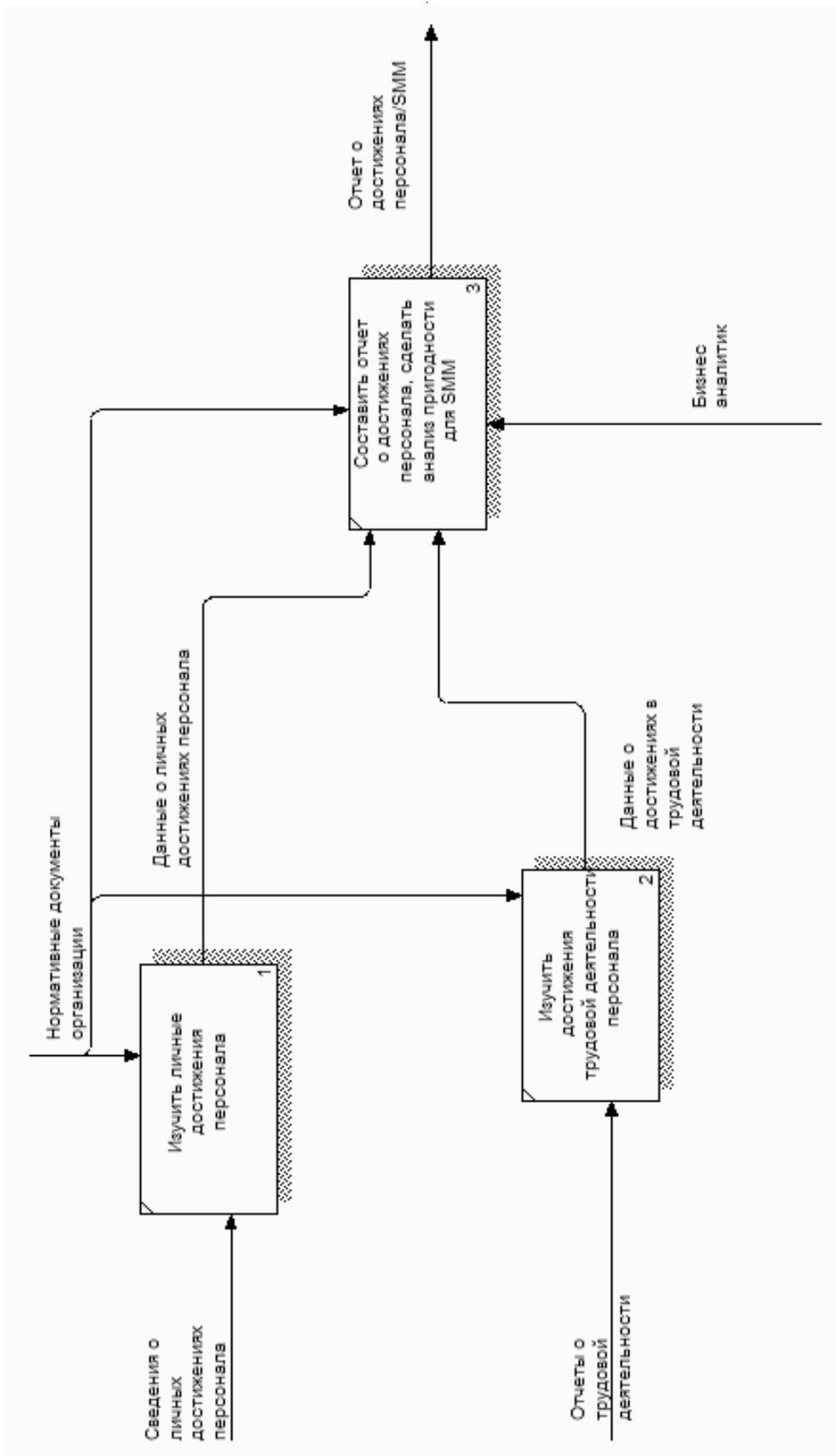


Рис. 5. «Оценить профпригодность персонала»

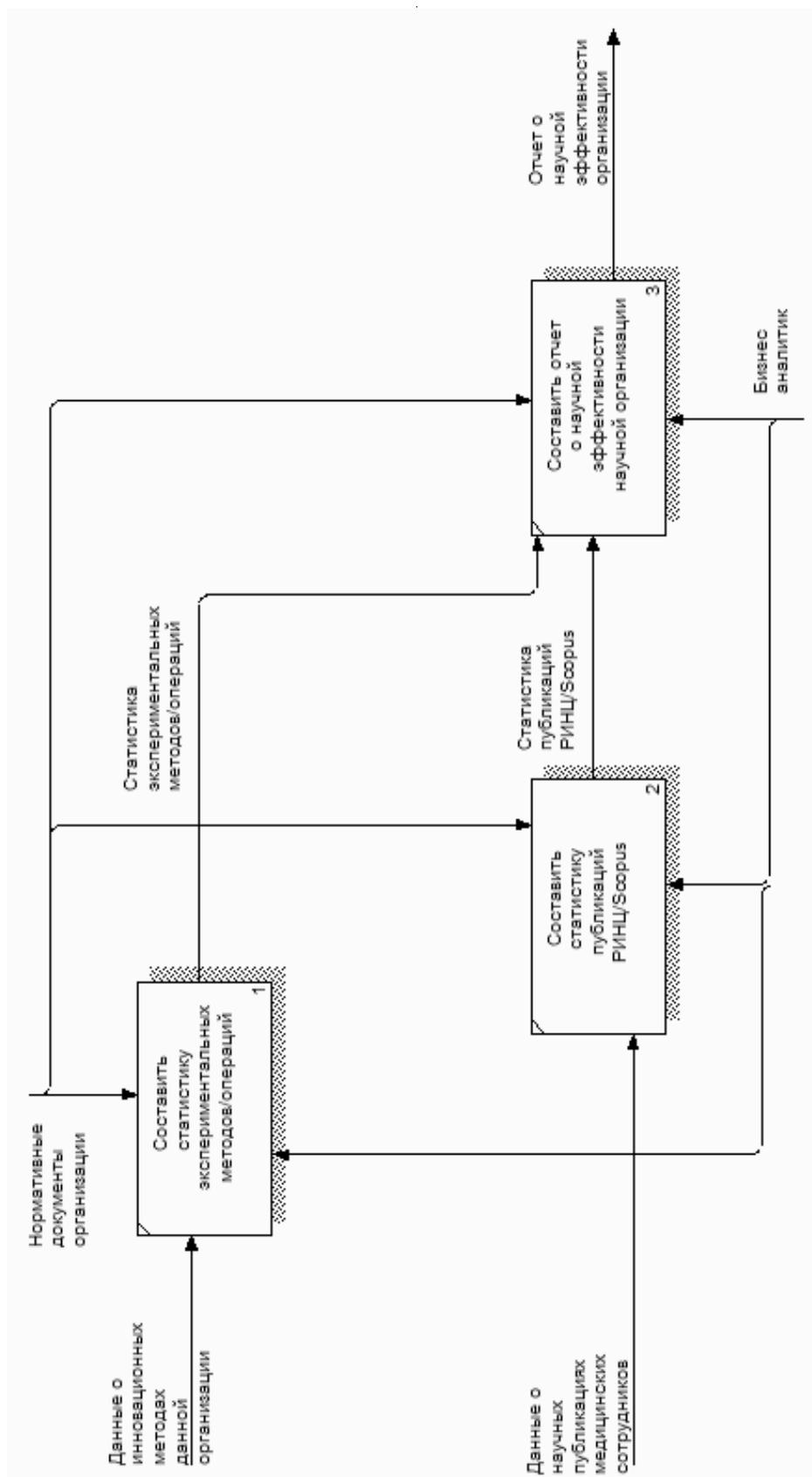


Рис. 6. Диаграмма последовательного описания этапов работ процесса «Оценить научную эффективность организации»

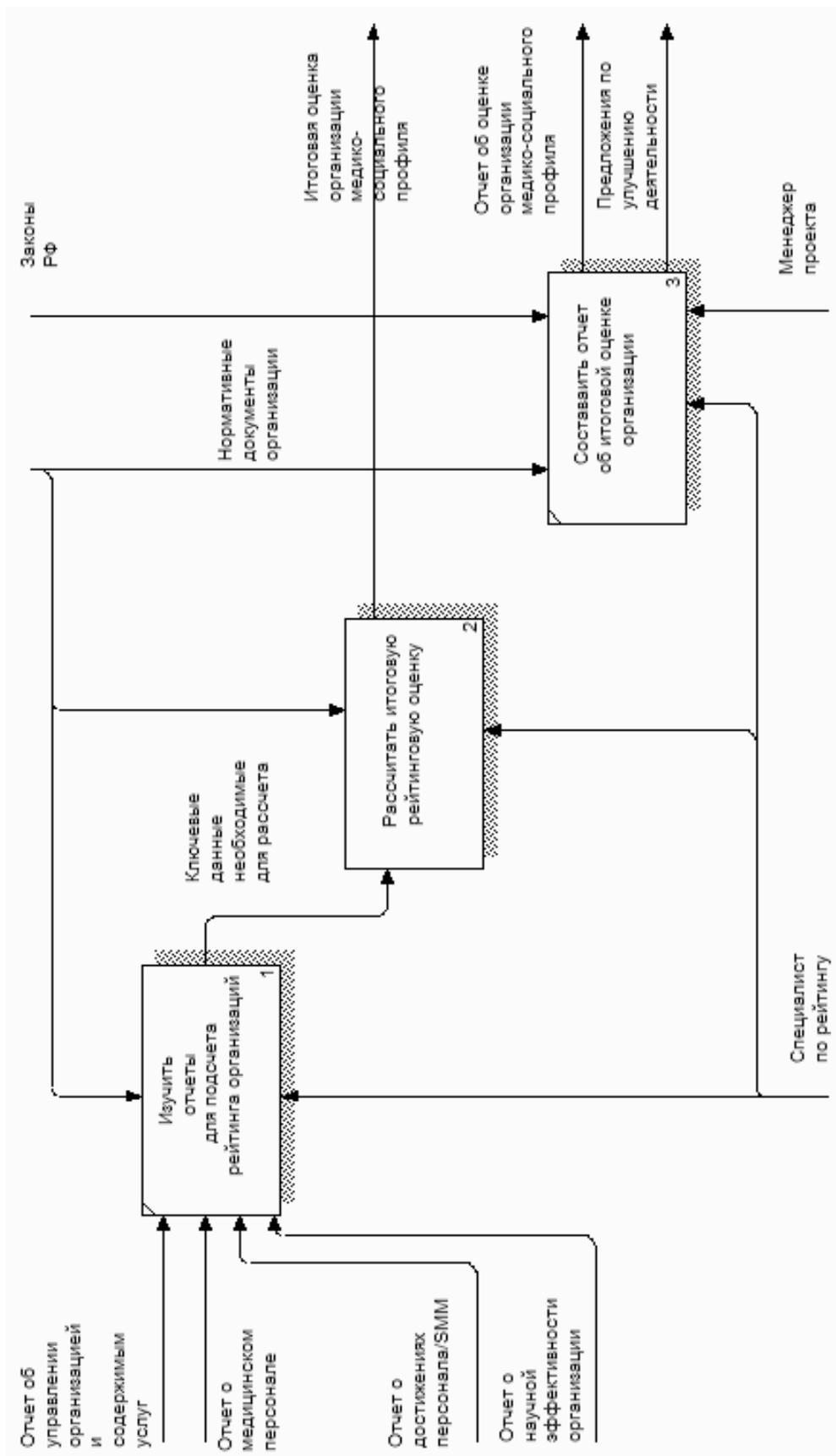


Рис. 7. Диаграмма последовательного описания этапов работ процесса «Составить итоговую оценку»

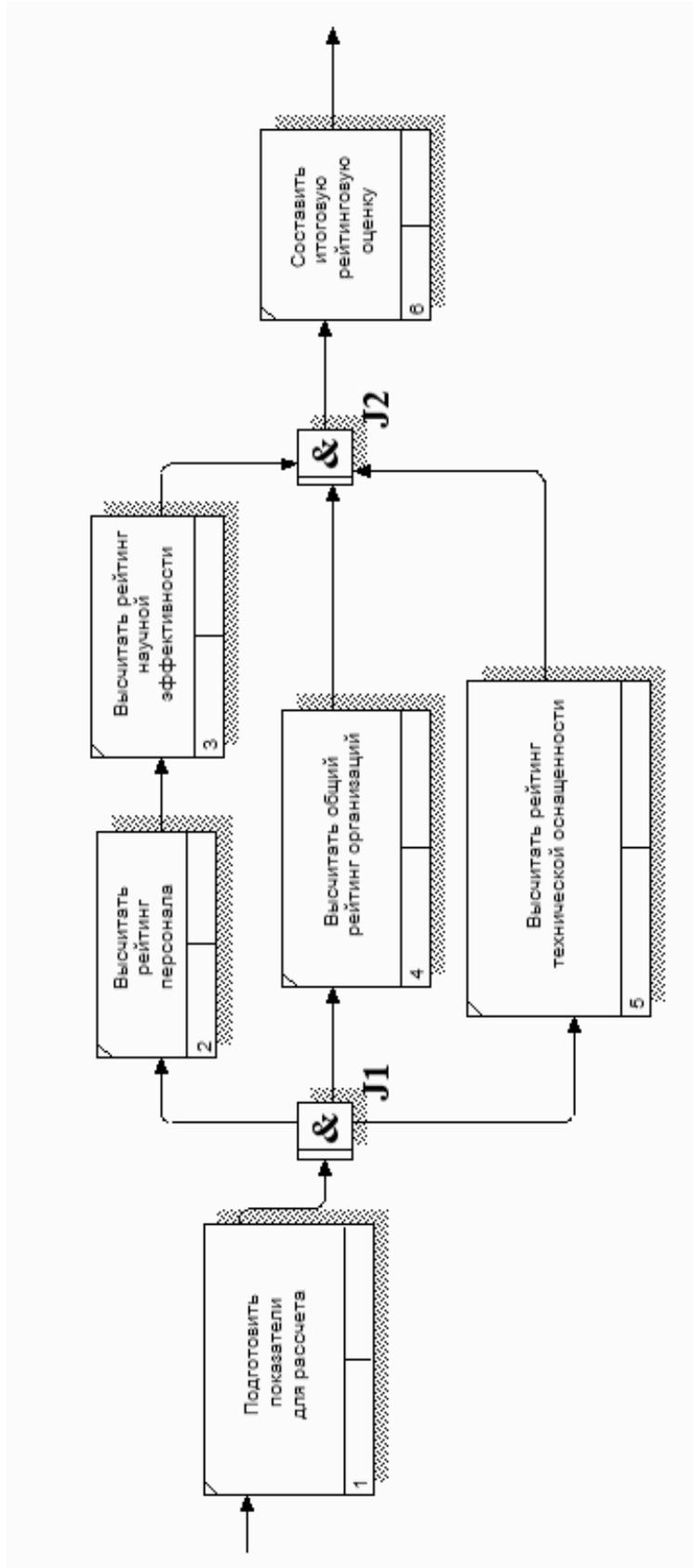


Рис. 8. Дочерняя диаграмма последовательного описания этапов работ процесса «Расчитать итоговую рейтинговую оценку»

Таблица 1. Сущности и их определения

Имя сущности	Определение
1	2
Научные достижения сотрудника	Хранит данные о научном звании, числе публикаций, рейтинге РИНЦ, рейтинге Scopus, наградах
Оснащение	Хранит данные о дате смены оборудования, износе оборудования
Медицинская организация	Хранит данные о названии организации, количестве персонала, количестве отделений, медицинском профиле, типе организации
План модернизации организации	Хранит данные о сроке проведения модернизации, о бюджете
Медицинский сотрудник	Хранит данные о ФИО сотрудника, даты рождения, должности, стажа
Рейтинг	Хранит данные об оценке
Личные достижения сотрудника	Хранит данные о достижениях в спортивной сфере, о достижениях в социальной сфере, семейном положении
Повышение квалификации сотрудника	Хранит данные о дате, профиле и оценке медицинского сотрудника
Экспериментальные методы	Хранит данные о названии метода, профиле, процента успешности, даты согласования на проведение

Далее была разработана диаграмма декомпозиции процесса «Оценить управление организацией и содержанием услуг» в нотации IDEF0 (рисунок 3).

Для рейтингового оценивания деятельности организаций медико-социального профиля в целях управления региональной здравоохранительной системой необходимо проверить работоспособность технического оснащения [5, 6]. На основе отчета об исправности технического оснащения — оценить его актуальность. Далее необходимо ознакомиться с планами на модернизацию.

Следующим этапом моделирования является декомпозиция процесса «Оценить медицинский персонал» (рисунок 4). На основе анализа нормативных документов и личных карточек медицинских сотрудников производится распределение персонала по компетенциям. Параллельно выполняется ознакомление с программой повышения квалификации персонала, периодичностью и частотой ее прохождения. На основании полученных данных составляется отчет о состоянии медицинского персонала.

Ключевым функциональным элементом является процесс «Оценить профпригодность персонала», для которого диаграмма описания последовательности этапов работ представлена на рисунке 5. На основе изучения личных данных персонала и достижений трудовой деятельности персонала составляется отчет о достижениях

персонала, делается анализ пригодности для SMM. SMM (Social Media Marketing) — это не просто публикация постов о медицинских услугах, это комплекс мероприятий для продвижения клиники или личного бренда врача в социальных сетях.

На рисунке 6 представлена диаграмма последовательного описания этапов работ процесса «Оценить научную эффективность организации». По данным об инновационных методах данной организации составляется статистика экспериментальных методов/операций [7, 8]. По полученной информации о научных публикациях медицинских сотрудников составляется статистика РИНЦ/Scopus. В итоге составляется отчет о научной эффективности организации здравоохранения.

На рисунке 7 представлена диаграмма последовательного описания этапов работ процесса «Составить итоговую оценку». На основе полученных отчетов об управлении организацией и контентом услуг, о медицинском персонале, достижениях персонала/SMM и научной эффективности организации проводится изучение отчетов для подсчета рейтинга организаций. Далее рассчитывается итоговая рейтинговая оценка и составляется отчет об итоговой оценке организации.

На рисунке 8 представлена диаграмма последовательного описания этапов работ процесса «Рассчитать итоговую рейтинговую оценку».

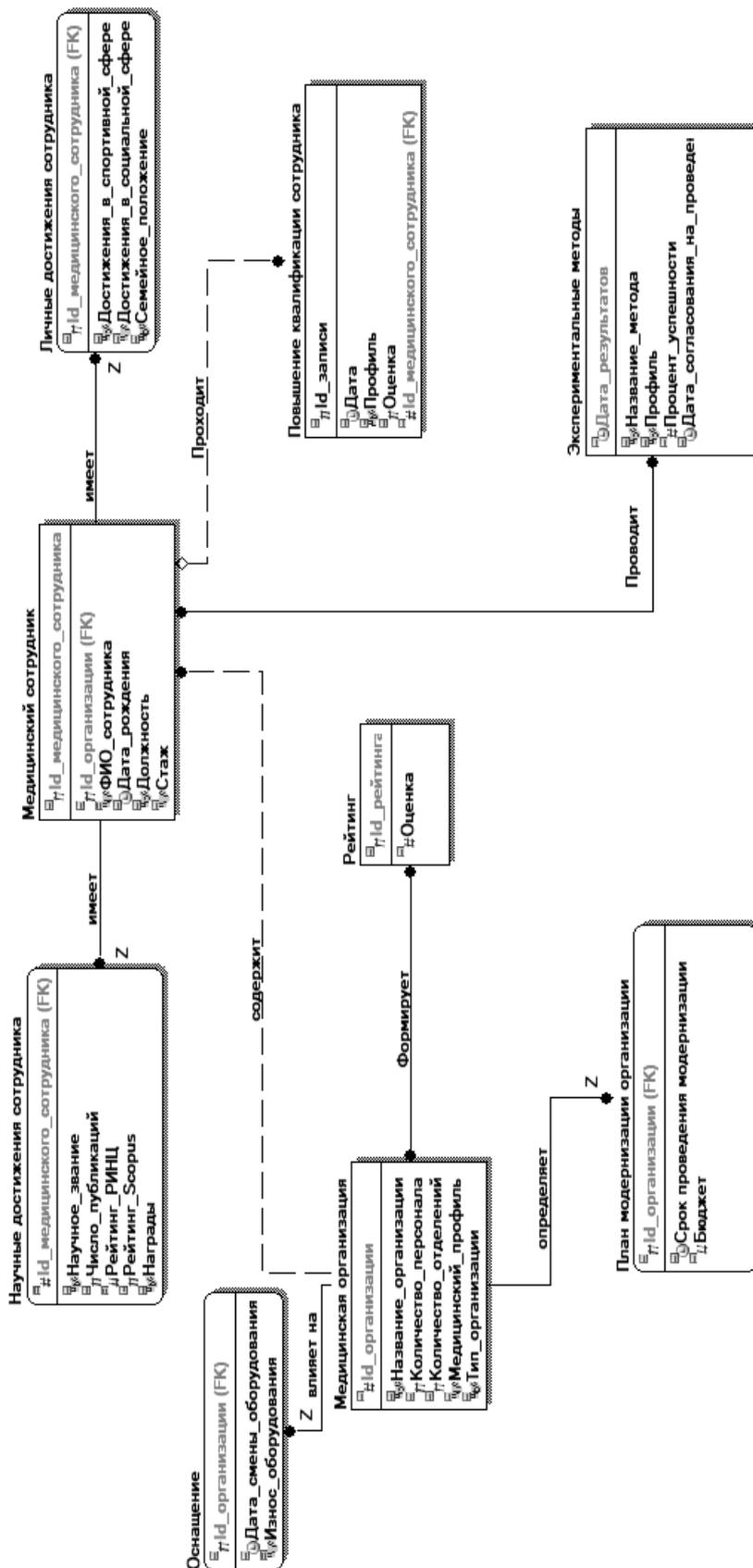


Рис. 9. Полная атрибутивная модель (логическая) БД ИС рейтингового оценивания деятельности организаций медико-социального профиля для управления региональной системой здравоохранения

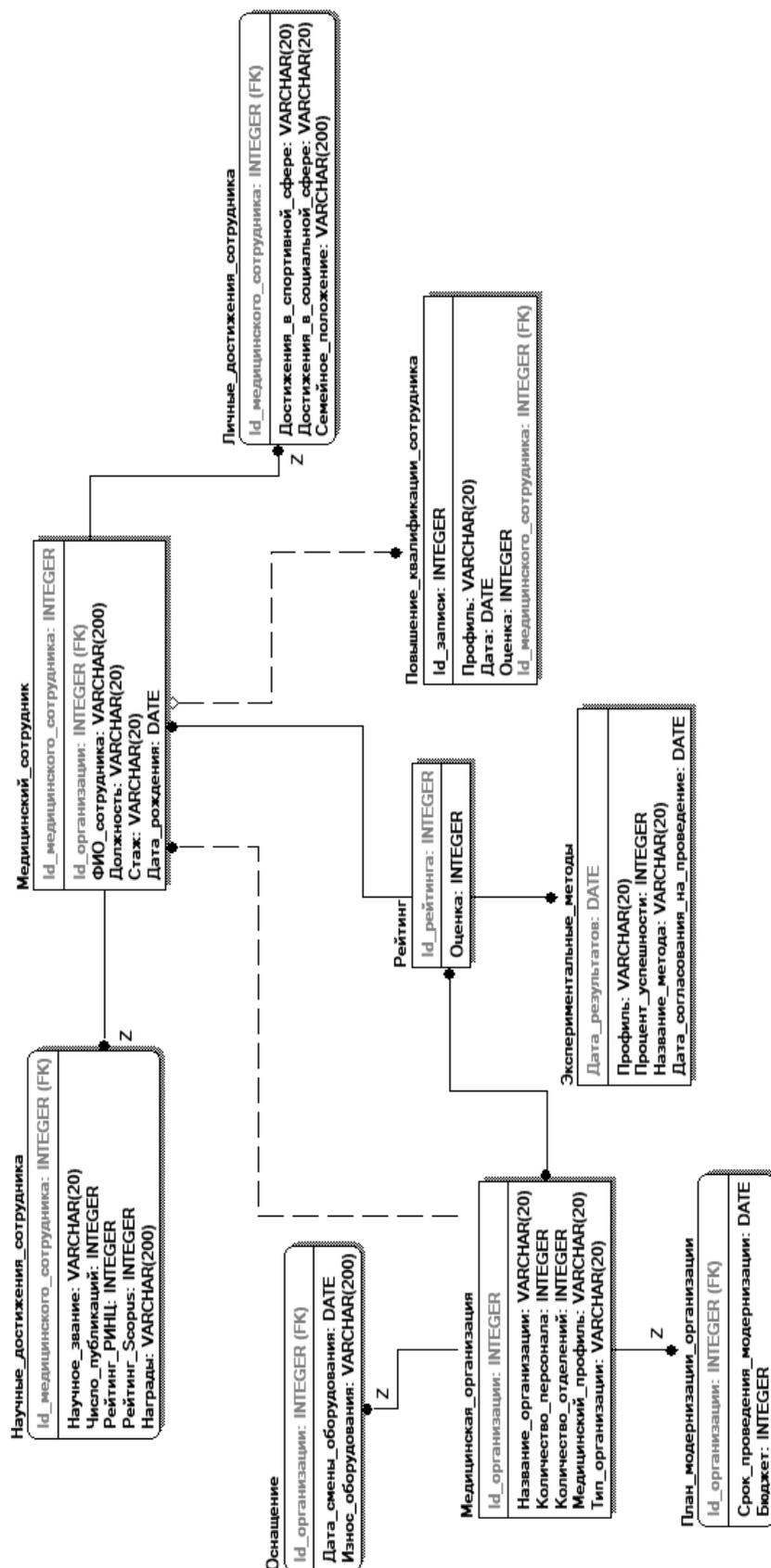


Рис. 10. Полная атрибутивная модель (физическая) БД ИС рейтингового оценивания деятельности организаций медико-социального профиля для управления региональной системой здравоохранения

Для того, чтобы подготовить показатели для расчета, необходимо:

1. Вычислить рейтинг персонала;
2. Вычислить рейтинг научной эффективности;
3. Вычислить общий рейтинг организации;
4. Вычислить рейтинг технической оснащенности.

На основе вышеизложенного, составляется итоговая рейтинговая оценка [9–11].

Создание модели базы данных информационной системы рейтингового оценивания деятельности организаций медико-социального профиля

Для разработки модели базы данных (БД) информационной системы (ИС) рейтингового оценивания деятельности организаций медико-социального профиля для управления региональной системой здравоохранения применялось программное средство CA ERwin Data Modeler, интегрированное с CA ERwin Process Modeler и имеющее функционал для создания структуры проектируемой системы. Основой для создания структуры будущей ИС служит разработанная ранее модель бизнес-процессов. CA ERwin Data Modeler имеет возможность представить модель на логическом и физическом

уровне. На логическом уровне создается полная атрибутивная модель, диаграмма сущность-связь и модель данных, основанная на ключах [12–14]. К физическому уровню относится трансформационная модель БД.

Все данные о сущностях, имеющихся в модели БД ИС рейтингового оценивания деятельности организаций медико-социального профиля и их определения представлены в таблице 2.

На рисунках 9 и 10 отражены полные атрибутивные (физическая и логическая модели FA-модель) БД ИС рейтингового оценивания деятельности организаций медико-социального профиля, представляющие отношения модели в третьих нормальных формах и включающие все сущности, атрибуты и связи между ними (таблица 1).

Вывод

Созданные модели существующих бизнес-процессов и БД далее будут использованы при разработке ИС рейтингового оценивания деятельности организаций медико-социального профиля для управления региональной системой здравоохранения. Они также могут быть использованы для анализа процессов управления отдельными организациями здравоохранения, применимы для выполнения прогнозирования и планирования их деятельности [15].

ЛИТЕРАТУРА

1. Пономарева Л.А., Ромашкова О.Н., Василюк И.П. Алгоритм оценки эффективности работы кафедр университета для управления его рейтинговыми показателями // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2018. № 64. С. 102–108.
2. Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Моделирование информационных процессов управления образовательным комплексом // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2014. № 2. С. 122–129.
3. Ермакова Т.Н., Ромашкова О.Н. Объединенная информационная модель управления образовательным комплексом // В книге: Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем. материалы Всероссийской конференции с международным участием. Российский университет дружбы народов. 2015. С. 128–130.
4. Горелов Г.В., Ромашкова О.Н. Оценка качества обслуживания в сетях с пакетной передачей речи и данных // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Прикладная и компьютерная математика. 2003. Т. 2. № 1. С. 23–31.
5. Литвак Б.Г., Стефановский Д.В. Моделирование и построение глобального управленческого цикла // В книге: Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2011). Материалы пятой международной конференции. 2011. С. 124–126.
6. Стефановский Д.В. Проблемы извлечения данных из социальных сетей // В сборнике: Социальный компьютеринг: основы, технологии развития, социально-гуманитарные эффекты (ISC-14). Материалы третьей Международной научно-практической конференции. 2014. С. 147–150.
7. Gaidamaka, Y.V., Romashkova, O. N., Ponomareva, L.A., Vasilyuk, I. P. Application of information technology for the analysis of the rating of university // CEUR Workshop Proceedings 8. Сер. "ITMM 2018 — Proceedings of the Selected Papers of the 8th International Conference "Information and Telecommunication Technologies and Mathematical Modeling of High-Tech Systems"" 2018. С. 46–53.
8. Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Мониторинг качества образования в средней общеобразовательной организации с использованием современных средств информатизации // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2014. № 4. С. 10–17.
9. Ромашкова О.Н., Пономарева Л.А., Василюк И.П. Применение информационных технологий для анализа показателей рейтинговой оценки вуза // В книге: Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. 2018. С. 65–68.
10. Romashkova, O.N., Ponomareva, L.A., Chiskidov, S.V. Instrumental implementation of the educational process model to improve the rating of the universities // CEUR Workshop Proceedings 8. Сер. "ITMM 2019 — Proceedings of the Selected Papers of the 8th International Conference "Information and Telecommunication Technologies and Mathematical Modeling of High-Tech Systems"" 2019. С. 92–101

11. Romashkova, O.N., Ponomareva, L.A., Vasiluk, I. P. The process of automating the rating of Russian universities // CEUR Workshop Proceedings 8. Сер. "ITMM 2019 — Proceedings of the Selected Papers of the 8th International Conference "Information and Telecommunication Technologies and Mathematical Modeling of High-Tech Systems"" 2019. С. 109–117.
12. Ромашкова О.Н., Ломовцев Р.С., Пономарева Л.А. Компьютерная поддержка принятия управленческих решений для образовательной системы регионального уровня // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2019. № 67. С. 50–58.
13. Ромашкова О.Н., Самойлов В.Е. К определению качества пакетной передачи речи в сетях подвижной связи // Научноёмкие технологии в космических исследованиях Земли. 2017. Т. 9. № 3. С. 39–44.
14. Заболотникова В.С., Ромашкова О.Н. Информационная управленческая система для налоговой службы // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки». —2017. -№ 6. -С. 27–32.
15. Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Методика выбора информационной модели для оценки показателей качества обучения // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2015. № 2. С. 14–20.

© Коновалов Артем Алексеевич (bernadott94@yandex.ru), Ромашкова Оксана Николаевна (ox-rom@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский городской педагогический университет

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ИНТЕРЕСОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

THE APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS FOR THE ANALYSIS OF USER INTERESTS

**V. Monastyrev
S. Molodyakov**

Summary. This article discusses the process of analyzing user data to identify target interest groups. The analyzed data includes photos, text, geotags, and marks on publications (“like” or “dislike”). Machine learning methods are used to analyze information. The analyzed information is recorded in a database, where different types of information are combined by a common identifier. Based on the analyzed information, target groups are selected by applying an SQL query.

Keywords: machine learning, neural network, recommendation system, image, text tonality, rating.

Монастырев Виталий Викторович

Аспирант, Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого
vit34-95@mail.ru

Молодяков Сергей Александрович

Д.т.н., профессор, Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра Великого
molodyakov_sa@spbstu.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс анализа данных пользователей для выделения целевых групп по интересам. В качестве анализируемых данных рассматриваются фото, текст, геометки и отметки на публикациях (“нравится” или “не нравится”). Для анализа информации применяются методы машинного обучения. Проанализированная информация записывается в базу данных, где различные типы информации объединяются общим идентификатором. На основе проанализированной информации выделяются целевые группы путем применения SQL-запроса.

Ключевые слова: машинное обучение, нейронная сеть, рекомендательная система, изображение, тональность текста, рейтинг.

Введение

В современном мире человечество ежесекундно оставляет в сети Интернет множество различной информации: тексты, картинки, геометки и прочее. Подобная информация может быть проанализирована с применением методов машинного обучения. При помощи алгоритмов на основе публикуемой информации можно выявить интересы пользователя, который публикует эту информацию. Выявление интересов пользователя в дальнейшем можно использовать при таргетированной рекламе: предлагать товары в зависимости от интересов. Предложения на основе интересов в свою очередь повышают CTR (click-through rate) — соотношение кликов по рекламе к числу ее показов и повышают продажи рекламируемых товаров.

Подобные системы анализа интересов существуют практически в каждом крупном сервисе. В качестве примера может послужить рекомендательная система YouTube [1]. В основе данного алгоритма лежит глубокое обучение, реализованное при помощи библиотеки TensorFlow. Система состоит из двух нейронных сетей: одна используется для генерации кандидатов и одна для ранжирования. На вход сети генерации кандидатов поступают события из истории активности пользователя, также извлекается небольшое подмножество видео из большого корпуса видеороликов. Из минусов стоит отметить, что такая си-

стема пригодна только для крупных проектов с большими объемами информации. Другой пример — система Яндекс Диска. Яндекс Диска использует множество различных подходов и строит сотни моделей, которые затем обрабатываются Матрикснетом, специальным методом машинного обучения, который ранжирует и выбирает наиболее релевантные на основе множества факторов. Из минусов стоит отметить, что подобная система пригодна для обработки больших объемов информации, но может плохо показать себя на небольшом объеме данных. Кроме того, для обучения всех моделей понадобится большое количество вычислительных ресурсов и времени.

Из рассмотренных примеров стоит отметить, что модели справляются с полученными задачами, автоматизирован процесс дообучения, обучения производилось на больших объемах информации. С другой стороны, весь код подобных систем является закрытым, они ориентированы на определенный тип данных, а для обучения моделей тратятся значительные ресурсы.

Постановка задачи

Известны рекомендательные системы, построенные на основе небольшого набора данных. Они собирают и анализируют разнородные данные. За счет сбора разнородных данных удастся сократить объем анализиру-

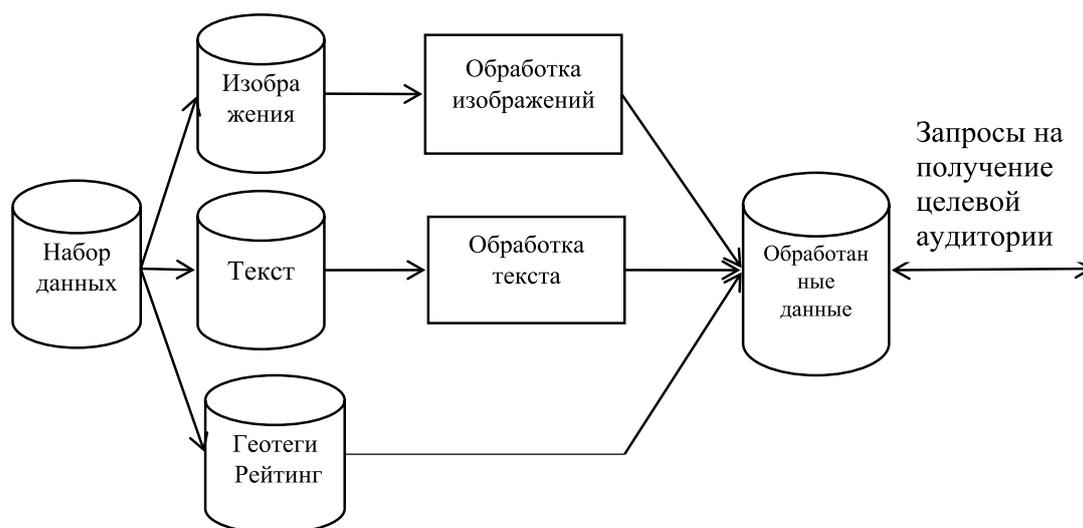


Рис. 1. Схема рекомендательной системы

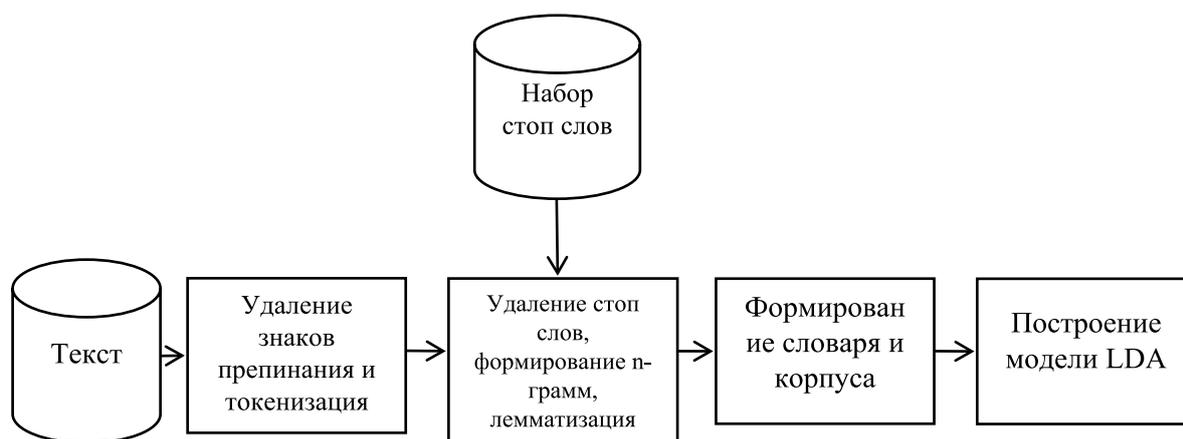


Рис. 2. Алгоритм выделения основной тематики из текста

емых данных, повысить качество рекомендаций. Большинство систем построено на основе независимого анализа разнородных данных с последующим объединением результатов анализа [1, 2].

Целью данной работы является разработка и исследование системы, позволяющей выделять группы пользователей на основе их интересов. В качестве анализируемых данных будут использоваться изображения, тексты, геометки и отметки рейтинга публикаций. Она будет работать с относительно небольшим набором данных, иметь возможность модульно добавлять новые типы данных в процесс обработки.

Архитектура системы представлена на рис. 1. Набор данных разделяется на 3 типа: изображения, текст и геотеги и рейтинг. Изображения и текст подвергаются

дополнительной обработке. Обработка изображений предполагает, что мы распознаем объект на данном фото. Обработка текста предполагает, что мы распознаем тематику текста и его тональность. Геотеги и рейтинг дополнительно не обрабатываются, а используются в исходном виде для выделения аудитории на основе геолокации и понравившихся записей. После обработки вся эта информация вновь объединяется на основе уникального идентификатора и формируется целевая витрина данных. В дальнейшем данная витрина будет использоваться для получения целевой аудитории при помощи простого SQL-запроса, что позволит организовать быстрый доступ к данным [3].

Проверка и анализ разработанной системы осуществлялся на наборе данных из реальной работающей системы, который содержит: 127 фотоизображений, 122

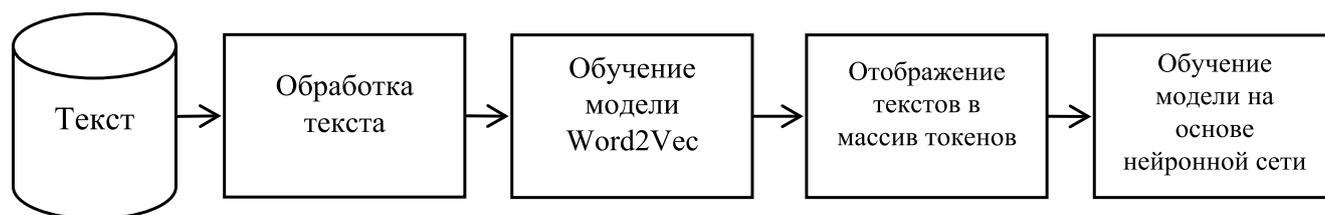


Рис. 3. Алгоритм определения тональности текста

и 180 подписей и комментариев под записями соответственно, 496 отметок рейтинга, 47 геометок.

Разработка алгоритмов анализа текстов

Для анализа текста были разработаны и применены 2 алгоритма, которые работают параллельно. Первый алгоритм определяет тематику, а второй тональность текстовых сообщений. Для выделения основной тематики из текста предлагается использовать следующую последовательность шагов:

1. Из текста удаляются знаки препинания и происходит его токенизация.
2. Из текста удаляются стоп-слова, которые агрегированы в отдельной базе данных и формируются n-граммы.
3. На основе очищенного текста формируется словарь и корпус.
4. Строится модель LDA.

Таким образом, к алгоритму LDA (латентное размещение Дирихле) [4] был добавлен шаг удаления знаков пунктуации и токенизации текста. Кроме того, так как работа происходила с русским текстом, были добавлены стоп-слова для русского языка.

Из текста удаляются лишние символы и стоп-слова, формируются словари и корпус и затем строится модель LDA [5], основанная на вероятности:

$$p(d, w) = \sum_{t \in T} p(d)p(w|t)p(t|d).$$

Для удаления знаков препинания используется библиотека Gensim. В качестве набора стоп-слов мы предлагаем использовать набор из пакета nltk.corpus, а для создания n-грам использовать библиотеку Gensim. Лемматизация проводится при помощи пакета Spacy. Непосредственно модель также можно обучать при помощи библиотеки Gensim.corpora.

Основой алгоритма определения тональности текста (рис. 3) в рекомендательной системе является применение модели на основе нейронной сети [6, 7, 8]. К традиционной схеме применения нейронной сети были

добавлены шаги по предварительной обработке текста. Это позволило улучшить общее качество модели.

Алгоритм определения тональности текста включает следующие шаги:

1. Предварительная обработка текста: удаление знаков препинания, приведение к нижнему регистру.
2. Для расчета векторных представлений слов проводится обучение и применение модели Word2Vec [9]. Модель Word2Vec предназначена для получения слов на естественном языке, может находить взаимосвязи между словами на основе предположения о том, что в похожих контекстах встречаются семантически близкие слова.
3. Отображение текста в массив токенов.
4. Обучение и применение модели на основе нейронной сети.

В разработанной рекомендательной системе обучение происходило на размеченных данных Twitter. Записи содержались в 2 файлах — позитивные и негативные. Для токенизации и обучения нейронной сети использовалась библиотека Keras. Для исключения возможности переобучения использовался метод Dropout. В качестве функции ошибки использовалась бинарная кросс-энтропия:

$$H(P, Q) = - \sum_x P(x) \log Q(x).$$

Описание и результаты обучения и тестирования разработанной рекомендательной системы

Структурная схема разработанной рекомендательной системы соответствовала рис. 1. Распознавание тематики и тональности текста осуществлялось в соответствии с описанными алгоритмами. Для распознавания объекта на изображении использовалась предобученная модель Inception-v3 [10]. Это сверточная нейронная сеть, предназначенная для помощи в анализе изображений и обнаружения объектов. В качестве корректно определенных объектов была установлена граница в значении коэффициента равное 0.5. Всего из 1000 клас-

```
[(0,
  [('метро', 0.08333333333333333),
   ('понять', 0.08333333333333333),
   ('матрица', 0.08333333333333333),
   ('бета', 0.08333333333333333),
   ('станция', 0.08333333333333333),
   ('прикол', 0.08333333333333333),
   ('ладожский', 0.08333333333333333),
   ('воспроизвести', 0.08333333333333333),
   ('краш', 0.08333333333333333),
   ('тест', 0.08333333333333333)])]
```

Рис. 4. Результат работы LDA модели

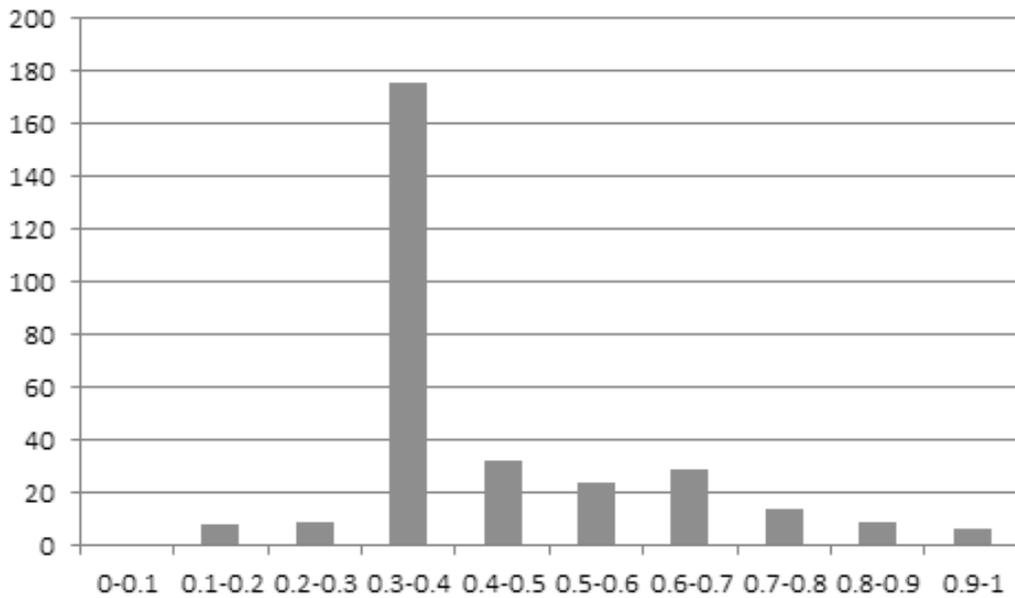


Рис. 5. Результаты работы модели для определения тональности текста

```
select photo.userid from photo_desc, photo, all_
comment, comment where photo_desc.photo_desc
like '%cat%' and photo_desc.photo_id=photo.
id and comment.userid = all_comment.user_id
and comment.comment = all_comment.comment
and comment.photoid = photo.id and photo.userid
in (select comment_main_theme.user_id from
comment_main_theme where comment_main_theme
like '%ком%') and photo.userid in (select user.
id from user, photo where user.id = photo.userid
and photo.longitude > 30.432 and photo.longitude
< 30.434 and photo.latitude > 60.063 and photo.
latitude < 60.065) and photo.userid in (select userid
from rating where photoid in (select photo.id from
photo_desc, photo where photo_desc.photo_desc like
'%cat%' and photo_desc.photo_id=photo.id) and
islike = 1) and tone > 0.3 and score > '0.5';
```

Рис. 6

сов модели на 127 изображениях было распознано 87 образов.

Результат работы LDA модели для определения основной тематики текста оценивался при помощи метрики согласованности. Значение метрики составило 0.659242705. Пример работы модели представлен на рис. 4. Видим основные тематики текстовых записей, которые принадлежат одному пользователю. Значение коэффициента показывает соотношение тематик в его записях.

Обучение модели выполнялось в течение 10 эпох. В качестве меры использовалась F-мера, которая учитывает значения Precision и Recall:

$$F = 2 \frac{\text{Precision} * \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}$$

Результаты работы модели для определения тональности текста представлены на рис. 5. На оси абсцисс отображен процент, предсказанный моделью, а по оси ординат — количество подобных комментариев. Таким образом, большая часть всего набора текста носит нейтральный характер.

Все результаты работы моделей были записаны в базу данных. Также была записана информация о геотегах и рейтингах без дополнительной предобработки. Рассмотрим возможность работы с такой базой данных для получения информации о целевой аудитории. Предположим, что необходимо выявить целевую

аудиторию владельцев котов для рекламы зоомагазина, который открылся в определенной точке. Чтобы использовать всю доступную информацию и получить гарантированных владельцев котов будем искать людей, которые публикуют фотографии с котами, отмечают фотографии с ними и положительно/нейтрально комментируют такие записи, а также упоминают их в своих комментариях. Для выполнения всех поставленных условий использовался следующий SQL-запрос (рис. 6).

Разработанная система на данный момент корректно функционирует на выгруженных обезличенных данных из реального проекта. Происходит подготовка к интеграции системы в проект.

Заключение

В результате разработанная система позволяет определять интересы пользователей на основе заданных параметров. Разработанная архитектура параллельной обработки различных наборов данных и последующее объединение в базе данных по уникальному идентификатору позволяет легко добавлять новые модули. Для возможности работы с небольшими наборами данных были использованы предобученные модели и размеченные источники, которые доступны в свободном доступе и могут использоваться в небольших проектах. Хранение результатов обработки в базе данных позволяет получать практически любые целевые аудитории на основе простого SQL-запроса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Covington P., Adams J., Sargin E. Deep Neural Networks for YouTube Recommendations. Proceedings of the 10th ACM Conference on Recommender Systems, ACM, New York, NY, USA (2016).
2. Chandrashekar A., Amat F., Basilico J., Jebara T. Artwork Personalization at Netflix. The Netflix Tech Blog, 2017.
3. Ermakov, N.V., Molodyakov, S. A. Development and implementation of accelerated methods of data access. Journal of Physics: Conference Series 1326(1), 012025 2019
4. Blei D., Ng Y., Jordan M. Latent Dirichlet Allocation. Journal of Machine Learning Research 3 (2003) 993–1022.
5. Коляда А.С., Яковенко В. А., Гогунский В. Д.: Применение латентного размещения Дирихле для анализа публикаций из наукометрических баз данных. Труды Одесского политехнического университета. 2014. № 1. С. 186–191.
6. Subramanian V.: Deep Learning with PyTorch A practical approach to building neural network models using PyTorch / V. Subramanian — Packt Publishing, 2018 ISBN1788624335.
7. Sapozhnikova L.E., Gordeeva O. A.: Text classification using convolutional neural network. CEUR Workshop Proceedings. 2019. Vol. 2416. P. 219–226.
8. Ptukhin A.A., Khrushkov A. E., Bozhko E. M. Machine learning in the processing and analysis of texts. Сборник «Язык в сфере профессиональной коммуникации», 2019. С. 517–523.
9. Мишенин А.Н., Нефедова Е. А. Анализ тональности текстов с использованием технологии WORD2VEC. Естественные и математические науки в современном мире. 2016. № 7 (42). С. 89–97.
10. Joshi K., Tripathi V., Bose C., Bhardwaj C. Robust Sports Image Classification Using InceptionV3 and Neural Networks. Procedia Computer Science. International Conference on Computational Intelligence and Data Science, ICCIDS2019. 2020. С. 2374–2381.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОРИДОРА ОЖИДАЕМОЙ ДОХОДНОСТИ РИСКОВОГО АКТИВА ПРИ ИЗВЕСТНОМ ПОРЯДКЕ СКУПКИ АКЦИЙ

Никоненко Наталья Дмитриевна

К.ф.-м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Российская академия
народного хозяйства и государственной службы при
Президенте Российской Федерации» Южно-Российский
институт управления — филиал
natdniko@mail.ru

DETERMINATION OF THE EXPECTED RETURN CORRIDOR OF A RISKY ASSET WITH A KNOWN PROCEDURE FOR BUYING SHARES

N. Niconenko

Summary. The article discusses the approach to determining the expected profitability of a risky asset, if the procedure for buying up shares is known. A class of models is investigated that depends on indicators of buying and rising, falling or unchanged stock prices. In the case of a known purchase order, one of the indicators is definite. Methods for calculating the mathematical expectation and variance are used to calculate the expected yield corridor. A covariance matrix is used to determine the variance.

An estimate was obtained for the corridor of expected profitability $P\{A_n\} \geq 1 - \alpha$, where α is the level of significance that is specified; α is a (usually small) number. The coefficient k depends on the significance level α : $k = k(\alpha)$. The parameter $k(\alpha)$ is found programmatically, using numerical methods of integration and solving the equation, namely the Simpson method and Newton's method, respectively.

Keywords: risky asset; expected return; the expected yield corridor; martingale measure; conditional mathematical expectation; covariance matrix.

Аннотация. В статье рассматривается подход определения ожидаемой доходности рискованного актива, в том случае, если известен порядок покупки акций. Исследуется класс моделей, зависящий от индикаторов покупки и роста, падения или неизменности цены акции. В случае известного порядка покупки один из индикаторов является определенным. Для вычисления коридора ожидаемой доходности используются методы вычисления математического ожидания и дисперсии. Для определения дисперсии используется ковариационная матрица.

Получена оценка для коридора ожидаемой доходности $P\{A_n\} \geq 1 - \alpha$, где α — уровень значимости, который задается; α — (обычно малое) число. Коэффициент k зависит от уровня значимости α : $k = k(\alpha)$. Параметр $k(\alpha)$ находится программным путём, используя численные методы интегрирования и решения уравнения, а именно метод Симпсона и метод Ньютона соответственно.

Ключевые слова: рискованный актив; ожидаемая доходность; коридор ожидаемой доходности; мартингальная мера; условное математическое ожидание; матрица ковариаций.

Введение

Рассмотрим класс моделей неполного рынка, который можно представить как расширение модели Кокса–Росса — Рубинштейна. Допущением модели является присутствие в портфеле акций (рискованного актива) одного вида. Рискованный актив может как случайным образом появляться на рынке, так и исчезать. Кроме того, курс может оставаться неизменным, то есть акция приобретает черты банковского счёта. Определим индикаторы покупки после появления и исчезновения акции с рынка. В данном случае индикатором будет выступать последовательность бинарных случайных величин, имеющих одинаковое распределение. $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N$, где $\omega_i = \{0, 1\}$, $i = \overline{1, N}$, N -финальный момент времени. Если значение индикатора равно нулю, тогда покупка акции

происходит после её роста, иначе, покупка начинается после падения акции. Определим индикаторы роста и падения акции:

$$\delta_i = \{0, 1\}, \rho_i = \begin{cases} a, & \delta_i = 0 \\ b, & \delta_i = 1 \end{cases}$$

Если $\delta_i = 1$, то акция растёт. Если $\delta_i = 0$, то акция падает. Получаем две последовательности индикаторов, которые являются независимыми, и тогда фильтрация имеет вид: $F_n^\delta = F_n^\delta \times F_n^\omega$. Тогда стоимость рискованного актива будет эволюционировать по закону:

$$S_n = S_{n-1} (1 + r)^{1 - \delta_{n-1}} (K_n),$$

$$K_n = (1 + a)^{(1 - \delta_n) \delta_{n-1}} (1 + b)^{\delta_n \delta_{n-1}} \Pi_n + (1 + b)^{(1 - \delta_n) \delta_{n-1}} (1 + a)^{\delta_n \delta_{n-1}} (1 - \Pi_n). \quad (1)$$

Параметр a — означает, что акция падает; b — означает, что акция растет; r — указывает на то, что акция ведет себя как банковский счет, — $1 < a < r < b$ — должно выполняться, цена акции в начальный момент времени S_0 известна.

Допущение модели: $\omega = (\omega_i)_{i=1}^n$ неизвестна, и для упрощения модели интегрируем цену акции по ω , получим:

$$E_{\omega}(S_n) = ES_{n-1}(1+r)^{1-A_{n-1}}(\hat{K}_n),$$

где

$$\hat{K}_n = (1+a)^{(1-A_n)A_{n-1}}(1+b)^{A_n A_{n-1}} \tilde{g} + (1+b)^{(1-A_n)A_{n-1}}(1+a)^{A_n A_{n-1}} \tilde{h},$$

$$\tilde{g} = P(\omega_n = 1), \tilde{h} = P(\omega_n = 0), \tilde{g} + \tilde{h} = 1.$$

Теперь будем рассматривать цену акции (рисковый актив) в виде:

$$\hat{S}_n = \hat{S}_{n-1}(1+r)^{1-A_{n-1}}(\hat{K}_n), n = 1, \dots, N,$$

$$\hat{K}_n = (1+a)^{(1-A_n)A_{n-1}}(1+b)^{A_n A_{n-1}} \tilde{g} + (1+b)^{(1-A_n)A_{n-1}}(1+a)^{A_n A_{n-1}} \tilde{h} \quad (2)$$

Положим $\delta_0 = 1$.

Банковский счет эволюционирует по следующему закону:

$$B_n = (1+r)B_{n-1} = B_0(1+r)^n \quad (3)$$

Таким образом, будем рассматривать параметризованный класс моделей неполного рынка, причем параметрами являются \tilde{g} и \tilde{h} , которые связаны соотношением $\tilde{g} + \tilde{h} = 1$.

Материалы и методы

Для определения коридора ожидаемой доходности необходимо выяснить существует ли мартингальная мера, и, в случае существования, определить ее. В данном случае основным инструментом является мартингальное равенство:

$$E\left(\frac{\hat{S}_n}{B_n} \middle/ F_{n-1}\right) = \frac{\hat{S}_{n-1}}{B_{n-1}},$$

$$\frac{\hat{S}_{n-1}}{B_{n-1}} \left(\left(\frac{1+a}{1+r} \right)^{\delta_{n-1}} E\left(\left(\frac{1+b}{1+a} \right)^{\delta_{n-1}\delta_n} \middle/ F_{n-1} \right) \tilde{g} + \left(\frac{1+b}{1+r} \right)^{\delta_{n-1}} E\left(\left(\frac{1+a}{1+b} \right)^{\delta_{n-1}\delta_n} \middle/ F_{n-1} \right) \tilde{h} \right) = \frac{\hat{S}_{n-1}}{B_{n-1}} \quad (4)$$

Итак, основным инструментом является вычисление условных математических обязательств.

Литературный обзор

Рассмотрим основной инструментарий стохастической финансовой математики. Заметим, что теория арбитража является ключевой для производных финансовых инструментов. К производным финансовым инструментам относятся: опционы, свопы, варранты, фьючерсы (подробнее [1]). Опцион представляет собой финансовое обязательство. С экономической точки зрения, это то, количество денег, которое запланировали получить в момент его реализации по результатам ведения портфеля ценных бумаг. Ключевыми понятиями для анализа, в том числе и экономического, являются полноты и безарбитражности. Они определены в первой и второй фундаментальных теоремах финансовой математики, подробнее о теоремах в работе [2, С. 15, С. 19].

Для теории арбитража необходимо, чтобы был известно распределение процесса цены и текущего значения цены, имеющих на рынке активов. Отсюда, теория арбитража широко применима для практических расчетов. Для того, чтобы модель была применима необходимо проверить, чтобы выполнялось условие безарбитражности. Таким образом, это условие является ключевым.

Определим мартингальную меру, если известен порядок скупки акций.

Рисковый актив изменяется по закону (1). Допустим, что последовательность $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N$ нам известна. Тогда перепишем формулу (1) в виде

$$S_n = S_{n-1}(1+r) \left(\left(\frac{1+a}{1+r} \right)^{\delta_{n-1}} \left(\frac{1+b}{1+a} \right)^{\delta_n \delta_{n-1}} \omega_n + \left(\frac{1+b}{1+r} \right)^{\delta_{n-1}} \left(\frac{1+a}{1+b} \right)^{\delta_n \delta_{n-1}} (1-\omega_n) \right) \quad (5)$$

Для определения мартингальной меры воспользуемся мартингальным равенством. Тогда, получим:

$$\left(\frac{1+a}{1+r} \right)^{\delta_{n-1}} E\left(\left(\frac{1+b}{1+a} \right)^{\delta_{n-1}\delta_n} \middle/ F_{n-1} \right) \omega_n + \left(\frac{1+b}{1+r} \right)^{\delta_{n-1}} E\left(\left(\frac{1+a}{1+b} \right)^{\delta_{n-1}\delta_n} \middle/ F_{n-1} \right) (1-\omega_n) = 1$$

Рассмотрим два случая:

1. $\delta_{n-1} = 0$
2. $\delta_{n-1} = 1$

Рассмотрим случай $d_{n-1} = 0$:

$$\left(\frac{1+a}{1+r}\right)^{\delta_{n-1}} E\left(\left(\frac{1+b}{1+a}\right)^{\delta_{n-1}\delta_n} |F_{n-1}\right) \omega_n + \left(\frac{1+b}{1+r}\right)^{\delta_{n-1}} E\left(\left(\frac{1+a}{1+b}\right)^{\delta_{n-1}\delta_n} |F_{n-1}\right) (1-\omega_n) \Big| I_{\{\delta_{n-1}=0\}} = 1 I_{\{\delta_{n-1}=0\}}$$

Рассмотрим два случая:

1.1) $\psi_n = 0$.

Отсюда, получим:

$$\left(\frac{1+b}{1+r}\right)^{\delta_{n-1}} E\left(\left(\frac{1+a}{1+b}\right)^{\delta_{n-1}\delta_n} |F_{n-1}\right) I_{\{\delta_{n-1}=0\}} = 1 I_{\{\delta_{n-1}=0\}}.$$

Возможны две ситуации: $d_n = 0$ и $d_n = 1$.

Откуда, находим:

$$P_0(d_n = 1 | d_{n-1} = 0) = K_n, 0 \leq K_n \leq 1$$

$$P_0(d_n = 0 | d_{n-1} = 0) = 1 - K_n$$

1.2) $\psi_n = 1$

$$\left(\frac{1+a}{1+r}\right)^{\delta_{n-1}} E\left(\left(\frac{1+b}{1+a}\right)^{\delta_{n-1}\delta_n} |F_{n-1}\right) I_{\{\delta_{n-1}=0\}} = 1 I_{\{\delta_{n-1}=0\}}$$

Возможны две ситуации: $d_n = 0$ и $d_n = 1$.

Откуда, находим:

$$P_1(d_n = 1 | d_{n-1} = 0) = K_n, 0 \leq K_n \leq 1$$

$$P_1(d_n = 0 | d_{n-1} = 0) = 1 - K_n$$

Итак, получим:

$$P(d_n = 1 | d_{n-1} = 0) = K_n, 0 \leq K_n \leq 1$$

$$P(d_n = 0 | d_{n-1} = 0) = 1 - K_n$$

K_n - предсказуемая случайная последовательность, т.е $K_n \in F_{n-1}$, поскольку мы обозначили через K_n условную вероятность $P(d_n = 1 | d_{n-1} = 0) = K_n$, а $d_{n-1} \in F_{n-1}$.

2) Рассмотрим случай $d_{n-1} = 1$:

$$\left(\frac{1+a}{1+r}\right)^{\delta_{n-1}} E\left(\left(\frac{1+b}{1+a}\right)^{\delta_{n-1}\delta_n} |F_{n-1}\right) \omega_n +$$

$$+ \left(\frac{1+b}{1+r}\right)^{\delta_{n-1}} E\left(\left(\frac{1+a}{1+b}\right)^{\delta_{n-1}\delta_n} |F_{n-1}\right) (1-\omega_n) \Big| I_{\{\delta_{n-1}=1\}} = 1 I_{\{\delta_{n-1}=1\}}$$

Рассмотрим два случая:

2.1) $\psi_n = 0$.

Отсюда, получим:

$$\left(\frac{1+b}{1+r}\right)^{\delta_{n-1}} E\left(\left(\frac{1+a}{1+b}\right)^{\delta_{n-1}\delta_n} |F_{n-1}\right) I_{\{\delta_{n-1}=1\}} = 1 I_{\{\delta_{n-1}=1\}}.$$

Возможны две ситуации: $d_n = 0$ и $d_n = 1$.

Отсюда, получаем:

$$P_0(d_n = 1 | d_{n-1} = 1) = \frac{r-b}{a-b}$$

$$P_0(d_n = 0 | d_{n-1} = 1) = \frac{a-r}{a-b}$$

2.2) $\psi_n = 1$.

Отсюда, получим:

$$\left(\frac{1+a}{1+r}\right)^{\delta_{n-1}} E\left(\left(\frac{1+b}{1+a}\right)^{\delta_{n-1}\delta_n} |F_{n-1}\right) I_{\{\delta_{n-1}=1\}} = 1 I_{\{\delta_{n-1}=1\}}.$$

Возможны две ситуации: $d_n = 0$ и $d_n = 1$.

Отсюда, получаем:

$$P_1(d_n = 1 | d_{n-1} = 1) = \frac{r-a}{b-a}$$

$$P_1(d_n = 0 | d_{n-1} = 1) = \frac{b-r}{b-a}.$$

Таким образом, получаем:

$$P(d_n = 1 | d_{n-1} = 1) = \frac{r-a}{b-a} \psi_n + \frac{r-b}{a-b} (1 - \psi_n)$$

$$P(d_n = 0 | d_{n-1} = 1) = \frac{b-r}{b-a} \psi_n + \frac{a-r}{a-b} (1 - \psi_n)$$

Итак, получили семейство мартингалльных мер:

$$p_n^* = K_n I_{\{\delta_{n-1}=0\}} + \left(\frac{r-a}{b-a} \omega_n + \frac{r-b}{a-b} (1-\omega_n)\right) I_{\{\delta_{n-1}=1\}}$$

$$q_n^* = (1-K_n) I_{\{\delta_{n-1}=0\}} + \left(\frac{b-r}{b-a} \omega_n + \frac{a-r}{a-b} (1-\omega_n)\right) I_{\{\delta_{n-1}=1\}} \quad (6)$$

Таким образом, получили меру, которая является случайной величиной.

Согласно первой фундаментальной теореме финансовой математики — рынок безарбитражен. По второй фундаментальной теореме финансовой математики, получаем что рынок не полон.

Теперь определим коридор ожидаемой доходности при известной скупке. Будем считать, что последовательность

$$\omega = (\omega_i)_{i=1}^n$$

нам известна.

Перепишем формулу для цены акции (2) в виде:

$$S_n = S_0(1+r)^{n-\sum_{i=1}^n \delta_{i-1}} \left((1+a)^{\sum_{i=1}^n (1-\delta_{i-1})\delta_{i-1}} (1+b)^{\sum_{i=1}^n \delta_{i-1}} \omega_i + (1+b)^{\sum_{i=1}^n (1-\delta_{i-1})\delta_{i-1}} (1+a)^{\sum_{i=1}^n \delta_{i-1}} (1-\omega_i) \right) \quad (7)$$

Определим доходность:

$$r_n = \frac{S_n - S_0}{S_0} = \frac{S_n}{S_0} - \frac{S_0}{S_0} = \frac{S_n}{S_0} - 1$$

$$r_n = (1+r)^{n-\sum_{i=1}^n \delta_{i-1}} \left(\prod_{i=1}^n ((1+a)^{(1-\delta_{i-1})\delta_{i-1}} (1+b)^{\delta_{i-1}\delta_{i-1}} \omega_i + (1+b)^{(1-\delta_{i-1})\delta_{i-1}} (1+a)^{\delta_{i-1}\delta_{i-1}} (1-\omega_i)) \right) - 1 \quad (8)$$

Рассмотрим коридор ожидаемой доходности:

$$I_k = Er_n \pm k\sqrt{Dr_n}$$

Таким образом, ожидаемая доходность должна лежать в отрезке:

$$Er_n - k\sqrt{Dr_n} \leq r_n \leq Er_n + k\sqrt{Dr_n} \quad (9)$$

Будем считать, что r_n мало, тогда выполняется соотношение $\ln(1+r_n) \approx r_n$ (а), а, значит, $E(\ln(1+r_n)) \approx E(r_n)$ (б).

Найдем математическое ожидание Er_n .

Сначала прологарифмируем соотношение (8), получим:

$$\ln(1+r_n) = \ln \left((1+r)^{n-\sum_{i=1}^n \delta_{i-1}} \left(\prod_{i=1}^n ((1+a)^{(1-\delta_{i-1})\delta_{i-1}} (1+b)^{\delta_{i-1}\delta_{i-1}} \omega_i + (1+b)^{(1-\delta_{i-1})\delta_{i-1}} (1+a)^{\delta_{i-1}\delta_{i-1}} (1-\omega_i)) \right) \right)$$

Будем считать, что $\ln(1+r) \approx r, \ln(1+a) \approx a, \ln(1+b) \approx b$.

Итак, получим:

$$\ln(1+r_n) = (n-\sum_{i=1}^n \delta_{i-1})r + \sum_{i=1}^n ((a(1-\delta_{i-1})\delta_{i-1} + b\delta_{i-1}\delta_{i-1})\omega_i + (b(1-\delta_{i-1})\delta_{i-1} + a\delta_{i-1}\delta_{i-1})(1-\omega_i)).$$

Итак, получим

$$\ln(1+r_n) \approx r$$

Находим математическое ожидание:

$$Er_n = E \left(\left(n - \sum_{i=1}^n D_{i-1} \right) r + W_n \right),$$

$$W_n = \sum_{i=1}^n ((a(1-D_i)D_{i-1} + bD_iD_{i-1})\psi_i + (b(1-D_i)D_{i-1} + aD_iD_{i-1})(1-\psi_i))$$

Заметим, что:

$$E\delta_i = p, i=1, \dots, n$$

$$E(1-\delta_i)\delta_{i-1} = pq, i=2, \dots, n$$

$$E(1-\delta_1)\delta_0 = E(1-\delta_1) = q$$

$$E\delta_i\delta_{i-1} = p^2, i=2, \dots, n$$

Итак, имеем:

$$Er_n = (n - (1 + (n-1)p))r + ((aq + bp)\psi_1 + (bq + ap)(1-\psi_1)) + B,$$

$$B = \sum_{i=2}^n ((apq + bp^2)\psi_i + (bpq + ap^2)(1-\psi_i)) \quad (10)$$

Найдем дисперсию:

$$Dr_n = D \left(\left(n - \sum_{i=1}^n D_{i-1} \right) r + \sum_{i=1}^n ((a(1-D_i)D_{i-1} + bD_iD_{i-1})\psi_i + (b(1-D_i)D_{i-1} + aD_iD_{i-1})(1-\psi_i)) \right)$$

$$Dr_n = D \left(\sum_{i=1}^n D_{i-1} (D_i m_i + t_i) \right).$$

Где:

$$m_i = (b-a)\omega_i + (a-b)(1-\omega_i)$$

$$t_i = a\omega_i + b(1-\omega_i) - r$$

Будем искать дисперсию путём построения матрицы ковариаций.

$$D\left(\sum_{i=1}^n \delta_{i-1}(\delta_i m_i + t_i)\right) = D(\delta_0(\delta_1 m_1 + t_1) + \delta_1(\delta_2 m_2 + t_2) + \dots + \delta_{n-1}(\delta_n m_n + t_n))$$

$$c_1 = D(\delta_0(\delta_1 m_1 + t_1)) = D(\delta_1 m_1 + t_1) = D(\delta_1 m_1) = m_1^2 D(\delta_1) = m_1^2 p q$$

$$c_{12} = c_{21} = \text{cov}(\delta_0(\delta_1 m_1 + t_1), \delta_1(\delta_2 m_2 + t_2)) = \text{cov}(\delta_1 m_1 + t_1, \delta_1(\delta_2 m_2 + t_2))$$

$$\xi := \delta_1 m_1 + t_1, \eta := \delta_1(\delta_2 m_2 + t_2)$$

$$\text{cov}(\xi, \eta) = E(\xi - E\xi)(\eta - E\eta)$$

$$E\xi = E(\delta_1 m_1 + t_1) = m_1 p + t_1$$

$$E\eta = E(\delta_1(\delta_2 m_2 + t_2)) = p(t_2 + pm_2)$$

$$\text{cov}(\xi, \eta) = E(\delta_1 m_1 + t_1 - (m_1 p + t_1))(\delta_1(\delta_2 m_2 + t_2) - p(t_2 + pm_2)) =$$

$$= m_1 E(\delta_1 - p)(\delta_1(\delta_2 m_2 + t_2) - p(t_2 + pm_2))$$

$$\mu = (\delta_1 - p)(\delta_1(\delta_2 m_2 + t_2) - p(t_2 + pm_2))$$

Определяем вероятности всех элементарных исходов, получим

$$E\mu = p^2 q(t_2 + pm_2) + pq^2(qt_2 - p^2 m_2) + p^2 q^2(t_2 + (1 + p)m_2)$$

В итоге, получим:

$$c_{12} = c_{21} = \text{cov}(D_0(D_1 m_1 + t_1), D_1(D_2 m_2 + t_2)) = \text{cov}(D_1 m_1 + t_1, D_1(D_2 m_2 + t_2)) =$$

$$= m_1 E\mu = m_1(p^2 q(t_2 + pm_2) + pq^2(qt_2 - p^2 m_2) + p^2 q^2(t_2 + (1 + p)m_2))$$

Найдем элементы главной диагонали матрицы ковариаций, стоящие ниже первой строки:

$$c_i = D(\delta_{i-1}(\delta_i m_i + t_i)) = E(\delta_{i-1}(\delta_i m_i + t_i) - E(\delta_{i-1}(\delta_i m_i + t_i)))^2$$

Найдем сначала $E(\delta_{i-1}(\delta_i m_i + t_i)), \eta := \delta_{i-1}(\delta_i m_i + t_i)$

$$E\eta = p(t_i + pm_i).$$

Найдем теперь $E(\delta_{i-1}(\delta_i m_i + t_i) - E(\delta_{i-1}(\delta_i m_i + t_i)))^2$.

$$E(\delta_{i-1}(\delta_i m_i + t_i) - E(\delta_{i-1}(\delta_i m_i + t_i)))^2 = E(\delta_{i-1}(\delta_i m_i + t_i) - p(t_i + pm_i))^2,$$

$$\eta := \delta_{i-1}(\delta_i m_i + t_i) - p(t_i + pm_i)$$

$$E(\delta_{i-1}(\delta_i m_i + t_i) - p(t_i + pm_i))^2 = (q^2 + pq)p^2(t_i + pm_i)^2 +$$

$$+ pq(qt_i - p^2 m_i)^2 + p^2 q^2(t_i + (1 + p)m_i)^2 =$$

$$= p^2 q(t_i + pm_i)^2 + pq(qt_i - p^2 m_i)^2 + p^2 q^2(t_i + (1 + p)m_i)^2$$

Итак, получили:

$$c_i = D(\delta_{i-1}(\delta_i m_i + t_i)) = p^2 q(t_i + pm_i)^2 + pq(qt_i - p^2 m_i)^2 + p^2 q^2(t_i + (1 + p)m_i)^2$$

Найдем

$$c_{23} = c_{32} = \text{cov}(\delta_1(\delta_2 m_2 + t_2), \delta_2(\delta_3 m_3 + t_3)).$$

Введем обозначения:

$$\xi = \delta_1(\delta_2 m_2 + t_2)$$

$$\eta = \delta_2(\delta_3 m_3 + t_3)$$

$$\text{cov}(\xi, \eta) = E(\xi - E\xi)(\eta - E\eta)$$

$$E\xi = p(t_2 + pm_2)$$

$$E\eta = p(t_3 + pm_3)$$

$$\text{cov}(\xi, \eta) = E(\delta_1(\delta_2 m_2 + t_2) - p(t_2 + pm_2))(\delta_2(\delta_3 m_3 + t_3) - p(t_3 + pm_3)),$$

$$\mu := (\delta_1(\delta_2 m_2 + t_2) - p(t_2 + pm_2))(\delta_2(\delta_3 m_3 + t_3) - p(t_3 + pm_3))$$

$$E\mu = p^3 q^2 m_2(t_3 + (1 + p)m_3) + p^2 q^2((t_2 + pm_2)(t_3 + pm_3) - (qt_3 - p^2 m_3)m_2) - p^2 q(t_3 + pm_3)(qt_2 - p^2 m_2)$$

Аналогично находятся все

$$c_{ij}, 1 < i < j \leq n.$$

Таким образом, получим:

$$c_{ij} = p^3 q^2 m_i(t_j + (1 + p)m_j) + p^2 q^2((t_i + pm_i)(t_j + pm_j) - (qt_j - p^2 m_j)m_i) - T_{ij}$$

$$T_{ij} = p^2 q(t_j + pm_j)(qt_i - p^2 m_i).$$

Получим следующую ковариационную матрицу:

$$\begin{pmatrix} c_1 & c_{12} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ c_{21} & c_2 & c_{23} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & c_{32} & \ddots & \ddots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & c_i & c_{ij} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c_{ji} & \ddots & c_{n-1,n} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{n,n-1} & c_n \end{pmatrix}$$

Таким образом, получим следующее выражение для дисперсии:

$$Dr_n = D\left(\sum_{i=1}^n \delta_{i-1}(\delta_i m_i + t_i)\right) = \sum_{i=1}^n c_i + 2 \sum_{1 \leq i < j \leq n} c_{ij} =$$

$$= c_1 + \sum_{i=2}^n c_i + 2c_{12} + 2 \sum_{2 \leq i < j \leq n} c_{ij} \tag{11}$$

где:

$$c_{ij} = p^3 q^2 m_i(t_j + (1 + p)m_j) + p^2 q^2((t_i + pm_i)(t_j + pm_j) - (qt_j - p^2 m_j)m_i) - p^2 q(t_j + pm_j)(qt_i - p^2 m_i)$$

$$c_{12} = m_1 E\mu = m_1(p^2 q(t_2 + pm_2) + pq^2(qt_2 - p^2 m_2) + p^2 q^2(t_2 + (1 + p)m_2))$$

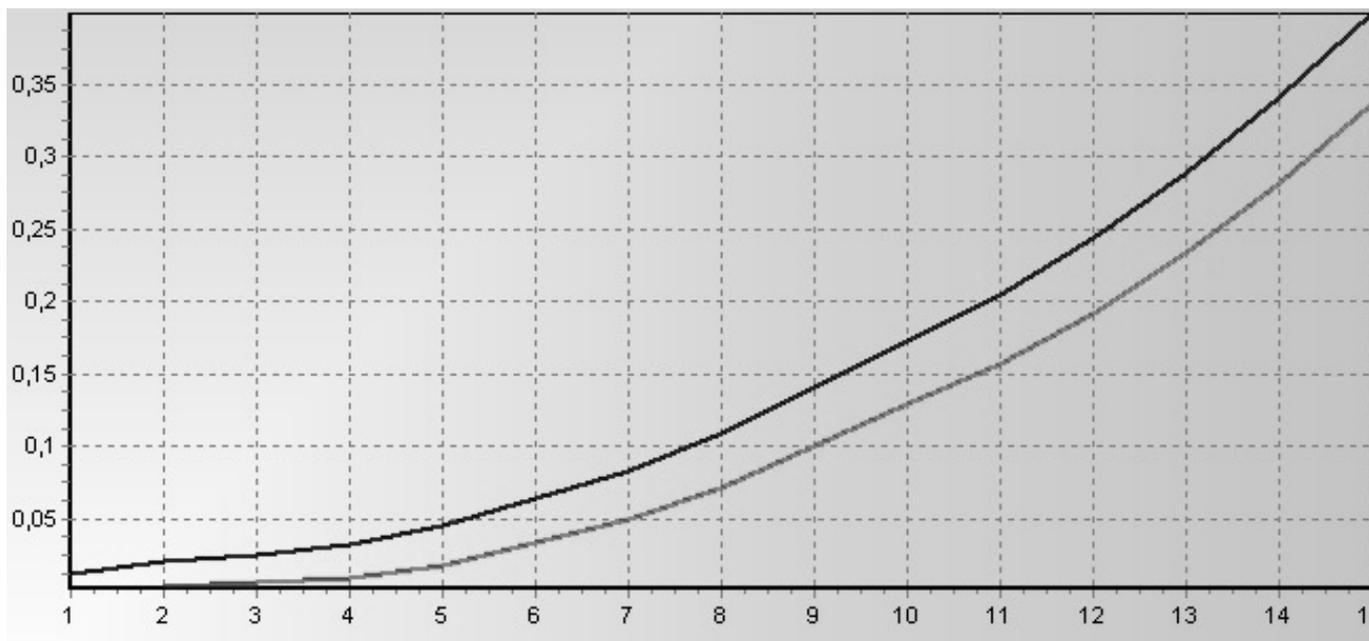


Рис. 1. Коридор ожидаемой доходности

$$c_i = p^2 q(t_i + pm_i)^2 + pq(qt_i - p^2 m_i)^2 + p^2 q^2(t_i + (1+p)m_i)^2$$

$$c_1 = m_1^2 pq$$

$$m_i = (b-a)\omega_i + (a-b)(1-\omega_i)$$

$$t_i = a\omega_i + b(1-\omega_i) - r$$

Результаты

Получим следующее выражения для коридора ожидаемой доходности:

$$I_k = Er_n \pm k\sqrt{Dr_n}, \text{ где } Dr_n \text{ определяется по формуле (11),}$$

Er_n — по формуле (10)

Рассмотрим случайное событие

$$An = \{Er_n - k\sqrt{Dr_n} \leq r_n \leq Er_n + k\sqrt{Dr_n}\}.$$

Исходя из закона больших чисел была получена оценка $P\{An\} \geq 1-\alpha$, где α — уровень значимости, который задаётся; α — (обычно малое) число. Коэффициент k зависит от уровня значимости α : $k = k(\alpha)$.

Коэффициент k находится из соотношения:

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-k(\alpha)}^{k(\alpha)} e^{-\frac{t^2}{2}} dt = 1 - \alpha.$$

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} —$$

нормальная плотность вероятности, и здесь мы сталкиваемся с нормальным распределением вероятности на числовой прямой

$$\tilde{F}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

Чем меньше значение α , тем больше значение $k(\alpha)$.

Обычно $k(\alpha)$ задается с помощью таблиц в зависимости от уровня значимости α . Параметр $k(\alpha)$ находится программным путём, используя численные методы интегрирования и решения уравнения, а именно метод Симпсона и метод Ньютона соответственно.

Пример коридора ожидаемой доходности при известной скупке представлен на рис. 1 при уровне значимости $\alpha=0,05$, процентная ставка составляет 0,005, число периодов — 15, $q=0,9$, падение акции составляет $-0,001$, рост — 0,008. Скупка происходит в следующем порядке — последовательность: $\omega = (\omega_i)_{i=1}^n$ имеет вид: $\omega = (1,0,1,0,0,0,1,0,0,1,0,0,1,0,0)$. Значение $k(\alpha)$ определено и составляет 1,96.

Заключение

Таким образом, получили полосу возможной доходности I_k . Следовательно, справедливо утверждение, что при достаточно больших n с вероятностью близкой к единице доходность в момент времени n будет лежать в отрезке:

$$[Er_n - k(\delta)\sqrt{Dr_n}, Er_n + k(\delta)\sqrt{Dr_n}].$$

Обсуждение

Важным для исследования является наличие особенностей у введенных моделей. Для исходного класса моделей, получаем, что мартингальная мера представляет собой случайную величину, поскольку есть зависимость цены акции от двух независимых случайных последова-

тельностью — индикаторов поведения акции на рынке. Тем более, что введен параметризованный класс моделей. В ходе исследований было установлено и работы с разработанным программным комплексом на языке C++, что при

$$\tilde{g} = \frac{1}{2}$$

рынок является детерминированным.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.Н. Ширяев, Основы стохастической финансовой математики, т. 1, Факты. Модели, МЦНМО, М., 2016, 440 с.
2. А.Н. Ширяев, А. С. Черный. Векторный стохастический интеграл и фундаментальные теоремы теории арбитража// Российская академия наук. Труды математического института им.А.В.Стеклова.2002. т. 237.С.14–19.

© Никоненко Наталья Дмитриевна (natdniko@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации

ПОСТРОЕНИЕ ОБОСНОВАННЫХ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ

BUILDING JUSTIFIED CLASSIFICATION MODELS FOR DECISION MAKING AND FORECASTING

**K. Ponomareva
A. Stupina
A. Fedorova
L. Korpacheva**

Summary. Classification is an important task of data mining, where the value of a discrete (dependent) variable is predicted based on the values of some independent variables. Classification models must provide correct predictions for new data instances. This article focuses on the key requirements for such models in any field where the model must be tested before it can be implemented. The main requirements for classification models are clarity and validity, which reflects the model's compliance with existing knowledge of the subject area under consideration. Providing clarity and validity of classification models contributes to their practical application in areas where previously such models were considered too theoretical and incomprehensible. So, a classification model that is accurate, understandable, and efficient is defined as acceptable for implementation.

Keywords: data mining, model productivity, classification, comprehensibility, justifiability, forecasting, medical diagnostics.

Пономарева Катерина Андреевна

Аспирант, Сибирский федеральный университет,
Красноярск
ponomareva_katerina@mail.ru

Ступина Алена Александровна

Д.т.н., профессор, Сибирский федеральный
университет, Красноярск
h677hm@gmail.com

Федорова Александра Витальевна

К.г.-м.н., доцент, Сибирский федеральный
университет, Красноярск
alvitfedorova@gmail.com

Корпачева Лариса Николаевна

К.т.н, доцент, Сибирский федеральный
университет, Красноярск
korp_0777@mail.ru

Аннотация. Классификация является важной задачей интеллектуального анализа данных, где значение целевой переменной предсказывается, основываясь на значениях некоторых независимых переменных. Классификационные модели должны обеспечивать правильные прогнозы для новых экземпляров данных. Статья посвящена ключевым требованиям, предъявляемым к подобным моделям в любой области, где модель должна быть проверена, прежде чем она может быть реализована. Основными требованиями к классификационным моделям выступают понятность и обоснованность, что отображает соответствие модели существующим знаниям рассматриваемой предметной области. Обеспечение понятности и обоснованности классификационных моделей способствует их практическому применению в областях, где ранее такие модели считались слишком теоретическими и непонятными. Таким образом, модель классификации, которая является точной, понятной и эффективной, может быть определена как приемлемая для реализации.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных, производительность модели, классификация, понятность, обоснованность, прогнозирование, медицинская диагностика.

С каждым годом значительно возрастает количество создаваемой и перерабатываемой информации, которой оперирует в процессе деятельности человек. Стремительно растущие объемы данных требуют систематизации для повышения эффективности их использования. Однако одна лишь систематизация не решает задач оперативной и всесторонней обработки информации для ее использования с заданной целью. Актуальными сегодня являются автоматизация проведения анализа имеющихся данных и прогнозирование возможных событий на основе имеющихся

наблюдений. Решению подобных задач, наряду с методами экспертных оценок и методами искусственного интеллекта, способствует интеллектуальный анализ данных.

Понятие интеллектуального анализа данных связано с широко распространенным понятием Data Mining, часто интерпретируемым как добыча данных, глубокий анализ данных, нахождение знаний, извлечение знаний в базах данных. Data Mining обеспечивает, в том числе, поддержку принятия решений, основанную на поиске

в больших массивах разнородных данных скрытых закономерностей (шаблонов информации) [4].

Относительно того, какие задачи следует относить к Data Mining, единое мнение на текущий момент не сформировано. В многочисленных литературных источниках рассматриваются такие задачи, как регрессия, классификация, анализ правил ассоциации, прогнозирование и кластеризация [10].

Практический интерес для принятия решений по большому кругу вопросов представляет решение проблемы классификации, под которой подразумевается задача присвоения набора данных предопределенному классу или группе в соответствии с его прогностическими характеристиками. Целью задачи классификации является построение модели, позволяющей в соответствии с установленными правилами, классифицировать будущие точки данных на основе набора конкретных характеристик. Такую модель называют моделью классификации или классификационной моделью.

Решение задачи классификации можно выполнять множеством различных методов. Наиболее часто применяются следующие методы: алгоритм C4.5, алгоритм CART, логистическая регрессия, линейный и квадратичный дискриминантный анализ, алгоритм k -ближайших соседей (KNN), искусственные нейронные сети и метод опорных векторов (SVM) [6, 7].

Методы классификации нашли практическое применение в оценке кредитоспособности заемщиков, в медицинской диагностике (например, для прогнозирования деменции, классификации доброкачественной или злокачественной опухолей, диагностики осложнений инфаркта миокарда, выборе лучшего эмбриона для оплодотворения). [1]

В последнее время, благодаря имеющимся в распоряжении исследователей и практиков массивов данных, накопленных за значительные временные периоды, интеллектуальный анализ данных все чаще используется для таких направлений, как биоинформатика, маркетинговые исследования, избирательные кампании, для решения задач, направленных на борьбу с терроризмом и др. Это наглядно показывает широкий спектр и возможности применения интеллектуального анализа.

Для использования моделей классификации в решении задач существует ряд требований, связанных с производительностью: обеспечение правильных прогнозов, понятность и обоснованность [5]. Выполнение первого требования обеспечивает способность модели хорошо обобщать и обеспечивать правильные прогнозы для новых «невидимых» экземпляров данных. Правильность

прогнозов обычно оценивается процентом правильно классифицированных экземпляров данных. Помимо этого, необходимо учитывать чувствительность и специфичность, которые формируются на основе матрицы путаницы. Для оценки прогностических качеств модели обычно используются ROC-кривая и площадь области под этой кривой AUC.

Исследования показали, что в целом наиболее точные прогнозы дают нелинейные модели, так как они способны фиксировать нелинейности в данных, что наиболее часто характерно для эмпирических данных. Одновременно это выступает и их главным недостатком, поскольку модель считается «черным ящиком», что существенно затрудняет или делает невозможным понимание логики, стоящей за принимаемыми решениями. Это порождает второе требование производительности — понятность.

Понятность является ключевым требованием для понимания логики, заложенной в основу прогностической модели. Понимание логики прогнозирования необходимо в любой области. Прежде всего это требуется для проверки разработанной модели, прежде чем она сможет быть фактически реализована. В некоторых областях, таких как кредитный скоринг и медицинская диагностика, отсутствие понятности является ключевой проблемой и вызывает негативное отношение к использованию классификационной модели или полный отказ от модели.

Таким образом, понятность обеспечивает снижение негативного восприятия при внедрении модели в практику. Основными факторами понятности выступают тип вывода и размер выходного сигнала. Тип ввода связан с понятностью конкретного типа выходных данных, который в значительной степени зависит от предметной области. Наиболее понятными являются классификаторы, разработанные на основе четко сформулированных правил, исходя из практического опыта решения конкретных задач предметной области. При рассмотрении размера выходного сигнала предпочтение отдают моделям меньшего размера.

Понятность можно измерить на основе ранжирования. Различные типы выходных данных можно проранжировать по степени понятности. Исходя из этого можно утверждать, что модели, основанные на правилах, являются более сложными, чем линейные, которые более понятны, чем нелинейные. Однако этот вывод не всегда верен. Линейная модель с одной переменной является более понятной, чем модель, разработанная на основе правил. И чем больше правил заложено в модель, тем она более сложна с позиции понимания (например, модель с более чем 20 правилами). Кроме того, сложность

в понимании модели связана с типом применяемого классификатора и области применения (решаемой задачей). Например, понятность классификатора ближайшего соседа более сложная. Если рассматривать 1NN классификатор, то он может быть логичным и понятным в одной области и довольно бессмысленным в другой, например, для сети с многомерными данными, где даже самый похожий обучающий экземпляр все еще отличается по многим переменным. Однако, как правило, это ранжирование по типам выходных данных будет истинным и наблюдаемым [8].

Разработка понятных классификаторов может осуществляться различными способами. В качестве наиболее приемлемых форматов для классификационной модели рассматриваются правила, деревья и методы, которые индуцируют такие модели, что обусловлено их лингвистической природой и легкостью в понимании для неэкспертов.

Еще один подход, применяемый для получения понятного классификатора — визуализация. Визуализация данных подразумевает отображение информации в графическом или табличном формате. Она направлена на обеспечение наилучшей интерпретации и, как следствие, валидации информации человеком, с целью получения приемлемого классификатора [2, 10]. Визуализация может быть представлена графиками, самоорганизующимися картами, таблицами и диаграммами решений.

Как было уже сказано выше, понятность необходима для проверки соответствия модели накопленным знаниям рассматриваемой предметной области. Наряду с понятностью необходима и обоснованность — интерпретируемость и доказательность модели.

В контексте интеллектуального анализа данных модель обоснована, если она соответствует существующему домену знаний. Поэтому для обеспечения обоснованности модели она должна быть подтверждена экспертом в рассматриваемой предметной области. Экспертное подтверждение, в свою очередь, обеспечивается понятностью модели. Обоснованность модели определяется, прежде всего, обоснованностью элементов ее структуры и основных применяемых в модели правил. Данные аспекты можно считать установленными в случае получения с помощью модели характеристик, которые соответствуют или близки характеристикам реальной системы. В качестве параметров, отражающих степень такого соответствия, выступают адекватность модели, оценить которую можно по средним значениям отклика модели и реальной системы, по дисперсиям отклонений откликов модели от среднего значения откликов системы, по максимальному значению относительных откло-

нений отклика модели от отклика реальной системы, а также устойчивость модели.

Необходимо понимать, что только способность модели предсказывать состояние реальной системы в некоторый определенный будущий момент не может выступать достаточно убедительным свидетельством полезности модели [3]. Для решения проблемы обоснованности было предложено несколько вариантов адаптации существующих методов классификации и мера, которая позволяет определить степень соответствия разработанной модели задаваемым ограничениям.

Для измерения обоснованности [9] предложена следующая формула:

$$\text{Обоснованность} = 1 - \sum_{i=1}^n w_i \sum_{j=1}^{|pr_i|} \frac{1}{|pr_i|} * I(pr_{i,j}). \quad (1)$$

Мера обоснованности задается уравнением

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1,$$

таким, что мера обоснованности ограничена в пределе между 0 и 1. Набор данных состоит из n переменных V_i , где

n — число переменных;

w_i — определенный пользователем вес, показывающий относительную важность переменной V_i ;

$|pr_{i,j}|$ — общее число профилей для переменной V_i ;

$I(pr_{i,j})$ — оператор, присваивающий 1, если несоответствие присутствует в j профиле переменной i , и 0 в противном случае.

Данная мера может быть использована и для линейных классификаторов, без использования таблиц решений. В этом случае для каждой переменной существует ровно один профиль. Несоответствие имеет место, если знак переменной V_i не соответствует ожидаемому знаку. Для определения w_i можно использовать аналогичный подход, как и для классификаторов, основанных на правилах. Для статистически предлагаемых w_i можно использовать нормализованные частные коэффициенты корреляции, которые являются корреляцией, когда все другие переменные сохраняются на фиксированных значениях, как статистически обоснованное предположение.

Установка весов (w_i) является сложным, но необходимым этапом при расчетах обоснованности. Установка весов полностью статистически обоснована и основана только на интуиции эксперта в исследуемой предметной области. Используя только статистику, можно точно воспроизвести относительную важность переменных в наборе данных. Поскольку невозможно добиться

Таблица 1. Переменная «Помнит название улицы»

Возраст	Количество лет обучения	Помнит название улицы	Нарушение	Норма
≤ 70	≤ 5	—	×	—
	> 5	—	—	×
> 70 и ≤ 80	≤ 5	—	×	—
	> 5	да	×	—
		нет	—	×
> 80	≤ 5	да	—	×
		нет	×	—
	> 5	—	—	×

Таблица 2. Переменная «Количество лет обучения»

Возраст	Помнит название улицы	Количество лет обучения	Нарушение	Норма
≤ 70	—	≤ 5	×	—
		> 5	—	×
> 70 и ≤ 80	да	—	×	—
	нет	≤ 5	×	—
		> 5	—	×
> 80	да	—	—	×
	нет	≤ 5	×	—
		> 5	—	×

Таблица 3. Переменная «Возраст»

Количество лет обучения	Помнит название улицы	Возраст	Нарушение	Норма
≤ 5	да	≤ 80	×	—
		> 80	—	×
	нет	—	×	—
> 5	да	≤ 70	—	×
		> 70 и ≤ 80, > 80	×	—
			—	×
	нет	—	—	×

идеального качества данных (всегда присутствуют шум, ограниченная доступность данных и т.д.), то ошибочно полностью полагаться только на эти меры. Так, например, отсутствие корреляционной связи между факторной и целевой переменными не означает, что вес (w_i) будет равен 0. Так же в случае, если только одна переменная, из нескольких рассматриваемых в модели, идеально предсказывает целевую переменную, не означает, что вес (w_i) этой переменной равен 1, а всех остальных 0.

Одновременно, при принятии решения об обоснованности модели, не рекомендуется полагаться только на мнение эксперта по предметной области. Это связано с тем, что интуиция и знания эксперта о влиянии раз-

личных факторов так же имеют ограничения. Наиболее целесообразным рассматривается объединение этих двух оценок. В этом случае статистически обоснованные веса корректируются в соответствии с мнением эксперта или эксперт осуществляет выбор из имеющегося множества возможных конфигураций весов. Определение влияния изменения веса на прогноз значения целевой переменной, рекомендуется объединить с анализом чувствительности. Это позволит зафиксировать влияние на меру обоснованности даже незначительных изменений в настройках веса.

Установление меры обоснованности можно рассмотреть на примере задачи медицинской диагностики. Так,

$$\text{Обоснованность} = 1 - \left[\begin{aligned} & \frac{1}{3} * \left(\frac{1}{2} I(pr_{\text{помнит},1}) + \frac{1}{2} I(pr_{\text{помнит},2}) \right) + \\ & + \frac{1}{3} * \left(\frac{1}{3} I(pr_{\text{образование},1}) + \frac{1}{3} I(pr_{\text{образование},2}) + \frac{1}{3} I(pr_{\text{образование},3}) \right) + \\ & + \frac{1}{3} * \left(\frac{1}{2} I(pr_{\text{возраст},1}) + \frac{1}{2} I(pr_{\text{возраст},2}) \right) \end{aligned} \right] = \quad (2)$$

$$1 - \left[\begin{aligned} & \frac{1}{3} * \left(\frac{1}{2} * 1 + \frac{1}{2} * 0 \right) + \frac{1}{3} * \left(\frac{1}{3} * 0 + \frac{1}{3} * 0 + \frac{1}{3} * 0 \right) + \\ & + \frac{1}{3} * \left(\frac{1}{2} * 1 + \frac{1}{2} * 1 \right) \end{aligned} \right] = 0,5 = 50\%$$

$$\text{Обоснованность} = 1 - \left[\frac{1}{3} * \left(\frac{1}{3} I(pr_{\text{помнит}}) + \frac{1}{3} I(pr_{\text{возраст}}) + \frac{1}{3} I(pr_{\text{образование}}) \right) \right] = 1 - \left[0 + \frac{1}{3} + 0 \right] = 0,67 = 67\% \quad (3)$$

например, можно рассмотреть классификатор для выявления пациентов с деменцией и здоровых пациентов. В этом случае для медицинского эксперта релевантными могут быть рассмотрены следующие переменные:

- ◆ количество лет, в течение которых пациент обучался;
- ◆ способность пациента вспомнить название улицы, на которой он живет;
- ◆ возраст пациента.

Набор правил для прогнозирования деменции представлены следующим образом:

- 1: Если «Помнит название улицы» = нет и «Количество лет обучения» > 5,
- 2: то пациент = нормальный,
- 3: Иначе если «Помнит название улицы» = да и «Возраст» > 80,
- 4: то пациент = нормальный,
- 5: Иначе если «Помнит название улицы» = да и «Количество лет обучения» > 5 и «Возраст» ≤ 70,
- 6: то пациент = нормальный;
- 7: Другой пациент = диагностирована деменция.

Данный классификатор на основе правил содержит три правила для диагностики состояния пациента. Ожидания относительно названия улицы очевидны: факт, что пациент помнит название улицы, на которой живет, говорит о его нормальном душевном состоянии. Для возрастной переменной также установлены прямые ожидания: чем старше пациент, тем выше вероятность возникновения деменции. И можно ожидать, что более образованные пациенты проявляют более высокую степень умственной деятельности и поэтому, менее подвержены деменции. Ниже в таблицах 1, 2, 3 показаны профили для трех рассмотренных независимых переменных.

Для переменной «Помнит название улицы» есть два профиля. Первый профиль $pr_{\text{помнит},1}$ указывает на то, что для двух пациентов с одинаковыми характеристиками по возрасту (> 70 и ≤ 80) и количеству лет обучения (> 5), но с разными значениями переменной «Помнит название улицы», тот, кто вспоминает название своей улицы, имеет заболевание, а тот, кто фактически не помнит название, классифицируется как нормальный. Это противоречит здравому смыслу и поэтому $I(pr_{\text{помнит},1}) = 1$. Для второго профиля $pr_{\text{помнит},2}$ выполняется ограничение домена и поэтому $I(pr_{\text{помнит},2}) = 0$.

Аналогично, в таблицах 1, 2, 3 показано, что все профили для переменной «Количество лет обучения» удовлетворяют ожиданиям, в то время как ни один из профилей для переменной «Возраст» не соответствует ожиданиям, что приводит к следующей мере обоснованности (предполагает равные веса) (2).

Поскольку переменная «Помнит название улицы» может быть только 0 (пациент не помнит название улицы) или 1 (пациент помнит название улицы), ожидается положительная совместная эффективность: то, что пациент помнит название улицы, увеличивает вероятность быть здоровым. Для возраста ожидается отрицательный коэффициент, так как более старшие пациенты имеют повышенный шанс наличия нарушений. Ожидание большего количества лет обучения оказывает положительное влияние на психическое состояние пациента. Таким образом, обоснованность линейной классификационной модели можно представить как (3).

Рассмотренная метрика обоснованности позволяет не только сравнивать классификаторы, но и требовать минимального порога обоснованности для модели клас-

сификации, реализованной в системе поддержки принятия решений. Порог может доходить даже до 100%.

Таким образом, понятность и обоснованность являются важными требованиями для моделей классификации в различных областях. К таким моделям предложено несколько подходов — от простых методов индукции правил до передовых инкрементных подходов. Понят-

ные, обоснованные классификационные модели повышают их применимость и практическую значимость в тех областях, где ранее модели классификации считались слишком теоретическими и непонятными. Таким образом, наряду с новыми возможностями для интеллектуального анализа данных, становится неоспоримым практическое применение данного анализа в поддержке принятия решений и прогнозировании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антамошкин А.Н., Масич И. С. Алгоритмы псевдодулевой оптимизации для выявления информативных закономерностей в данных: научная статья / А. Н. Антамошкин, И. С. Масич // Седьмая международная конференция «Системный анализ и информационные технологии (САИТ-2017)». — Светлогорск, 2017. — 8 с.
2. Визуализация границ решения классификатора на основе изображений. URL: <https://habr.com/ru/post/483608/> (дата обращения 19.10.2020)
3. Форрестер, Дж. Основы кибернетики предприятия (Индустриальная динамика). URL: <https://bzbook.ru/OSNOVY-KIBERNETIKI-PREDPRIYATIYA.1.html#a1.DZH-FORRESTER-OSNOVY-KIBERNETIKI-PREDPRIYATIYA-INDUSTRIALJNAYA-DINAMIKA> (дата обращения 19.10.2020)
4. Чернышова Г. Ю. Интеллектуальный анализ данных: учебное пособие // Саратовский государственный социально-экономический университет. — Саратов, 2012. — 92 с.
5. Чубукова И. А. Data Mining: курс лекций / И. А. Чубукова // Киевский национальный экономический университет им. Вадима Гетьмана. — Киев. — 326 с.
6. Duda R.O., Hart P.E., Stork D. G. Pattern Classification // John Wiley and Sons, New York, second edition, 2015.
7. Hastie T., Tibshiran R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning, Data Mining, Inference, and Prediction. — Springer, New York, 2015.
8. Maimon O.O., Rokach L. Decomposition methodology for knowledge discovery and Data Mining: theory and applications (Machine Perception and Artificial Intelligence) // World Scientific Publishing Company, 2015.
9. Robert Stahlbock, Sven F. Crone, Stefan Lessmann Data Mining. Special Issue in Annals of Information Systems // Springer Science+Business Media, LLC, 2010.
10. Tan P.-N., Steinbach M., Kumar, V. Introduction to Data Mining. — Pearson Education, Boston, MA, 2016.

ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ СОВРЕМЕННЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Соловьев Сергей Владимирович

К.т.н., Ведущий конструктор, ПАО РКК «Энергия»

С. П. Королёва

sergey.soloviev@scsc.ru

FORMATION OF REQUIREMENTS FOR AN AUTOMATED SYSTEM FOR MONITORING THE STATE OF MODERN SPACECRAFT

S. Solovyov

Summary. This article discusses the development of an automated system for monitoring the state of spacecraft. The necessity of development of automated state control tools is identified and justified. Based on the research, the author suggests an approach to developing a system that allows automating routine tasks of a control group specialist in terms of analyzing telemetry information, visually displaying the results of automated state analysis, and implementing interactive information support for a specialist in the operational shift of the spacecraft flight control. The requirements for the most popular automation tasks are formalized in terms of the needs of specialists in operational flight control of the SPACECRAFT. The focus is on solving the problem of automating the process of analyzing telemetry information from the spacecraft.

Keywords: automated control system, spacecraft, monitoring, state analysis, flight control, telemetry information.

Аннотация. В данной статье рассмотрен вопрос разработки автоматизированной системы контроля состояния космических аппаратов. Выявлена и обоснована необходимость развития автоматизированных средств контроля состояния. На основе проведенного исследования автором предлагается подход к разработке системы, которая позволяет автоматизировать рутинные задачи специалиста группы управления в части анализа телеметрической информации, наглядно отображать результаты автоматизированного анализа состояния и реализует интерактивную информационную поддержку специалиста оперативной смены управления полетом космического аппарата. Формализованы требования для наиболее востребованных задач автоматизации с точки зрения потребностей специалистов оперативного управления полетом КА. Делается акцент на решение задачи по автоматизации процесса анализа телеметрической информации с борта космического аппарата.

Ключевые слова: автоматизированная система контроля, космический аппарат, контроль, анализ состояния, управление полетом, телеметрическая информация.

Введение

Текущими направлениями развития космонавтики является совершенствование космических аппаратов (КА), в том числе и пилотируемых кораблей, как технического устройства, расширение количества выполняемых КА функциональных задач и как следствие увеличение полетных операций в процессе выполнения орбитального полета. Что в свою очередь усложняет задачу управления полетом, особенно с учетом возрастания длительности функционирования КА.

Контроль является необходимой задачей решаемой при управлении полетом КА, которая играет роль обратной связи, с помощью которой оценивается состояние КА и выполняемая программа полета. Оценке подлежат все основные процессы, происходящие на борту КА. Оценка состояния и работы составных частей КА является основной функцией для обеспечения работоспособности КА, рационального использования его ресурсов, требуемого характера управляемого движения, выпол-

нения им полетных операций, научно-исследовательской программы и плана полета в целом [1, 2, 3, 4].

Технология контроля состояния КА, является достаточно отработанной, и включает устоявшуюся последовательность действий, выполняемую как аппаратно-программными средствами, так и операторами службы управления.

На процесс и технологию контроля состояния КА существенное влияние оказывают параметры орбитального движения КА, конструктивные особенности КА и наземного контура управления (НКУ). Это выражается в наличии ограничений:

- ◆ по длительности сеанса связи;
- ◆ пропускной способности радиолинии передачи телеметрической информации (ТМИ) от КА на НКУ;
- ◆ возможностей датчиковой аппаратуры, бортовых средств измерений и вычислительных средств КА.

Перечисленные ограничения определяются и учитываются на этапе создания КА. Принимаются технические решения, оптимизирующие влияния этих факторов на процесс управления полетом КА [5]. Тем не менее, общая тенденция увеличения функциональных возможностей КА, длительности орбитального полета и производительности бортовых вычислительных средств КА приводят к увеличению количества разнородной информации, поступающей от КА и контролируемой персоналом управления.

Значительный опыт управления полетом КА различного типа и назначения, накопленный в настоящее время, позволяет четко сформулировать основные недостатки средств и технологий контроля, которыми в настоящее время являются:

- ◆ наличие операций «ручного» контроля;
- ◆ ограниченная автоматизация анализа для контроля выполнения полетных операций;
- ◆ отсутствие автоматизированного прогнозирования технического состояния КА;
- ◆ ограничение по отображению ТМИ на рабочем месте оператора;
- ◆ ограниченная информационная поддержка оператора.

В статье представлен подход к разработке автоматизированной системы контроля состояния КА создаваемой с целью минимизации человеческого фактора в процессе управления полетом КА, повышению информационной доступности и снижению нагрузки специалиста группы анализа на выполнение рутинных операций. Отличительной особенностью предлагаемого подхода является реализация концепции максимальной автоматизации процессов анализа ТМИ КА и в результате представления специалисту управления только результатов анализа. Значительно расширяются возможности системы по быстрому представлению разнообразных данных из эксплуатационной и конструкторской документации, с реализацией трехмерного объемного отображения конструкции и компоновки КА и его составных частей, приборов и агрегатов.

Предлагаемый подход к разработке автоматизированной системе контроля

Автоматизированная система контроля (АСК) КА предназначена для автоматизированного решения задач анализа и информационной поддержки специалистов оперативной смены при управлении полетом современных и длительно эксплуатируемых КА, в том числе в составе их орбитальной группировки [6].

В соответствии с назначением, АСК решает следующие задачи:

- ◆ прием полного потока ТМИ КА;
- ◆ устранение сбойности, привязка к шкале времени, обработка ТМИ до уровня физических значений параметров;
- ◆ отображение ТМИ на автоматизированных рабочих местах специалистов оперативной смены управления полетом КА;
- ◆ автоматизированный и интеллектуализированный анализ ТМИ КА;
- ◆ автоматизированное формирование рекомендаций при выявлении нештатных ситуаций (НШС) на борту КА;
- ◆ прогнозирование состояния составных частей КА;
- ◆ учет расходования и запасов ресурсов КА;
- ◆ автоматизированное формирование отчетов по результатам обработки ТМИ в интересах оперативной смены управления;
- ◆ информационной поддержки специалистов оперативной смены, как единой интерактивной электронной системы документации;
- ◆ хранение полученных результатов.

Важными предпосылками для автоматизации процесса контроля при управлении полетом КА являются:

- ◆ необходимость устранения множества рутинных постоянно повторяющихся операций, выполнение которых специалистами управления полетом КА может быть заменено работой автоматизированной системы;
- ◆ обработка большого количества данных и мониторинг огромного, для человеческих возможностей, числа параметров состояния для получения достаточного объема информации для принятия решений при управлении полетом;
- ◆ длительность полетов и накопление значительного количества информации в процессе эксплуатации (например, МКС функционирует уже на протяжении 20 лет);
- ◆ большая трудоемкость существующих технологий и ее возрастание при конструктивном и количественном росте КА, особенно для многоспутниковых группировок или орбитальных комплексов сложной архитектуры;
- ◆ высокая производительность вычислительных средств НКУ;
- ◆ значительный прогресс в информационных технологиях и интеллектуализированной обработке данных.

В статье рассматривается формализация требований к наиболее актуальным, технически сложным и востребованным задачам автоматизации, с точки зрения решения практических задач управления полетом КА, а именно:

- ◆ отображение ТМИ на автоматизированных рабочих местах специалистов оперативной смены управления полетом КА;

- ◆ автоматизированный и интеллектуализированный анализ ТМИ;
- ◆ информационная поддержка специалистов оперативной смены управления полетом КА.

Формализация требований к отображению ТМИ

Типичная система отображения ТМИ для информативного представления состояния КА, реализована с использованием специальных форматов отображения. В форматах содержится обозначение телеметрического параметра (ТМП), его текущее значение и время формирования этого значения. Для значительного числа ТМП такое представление является достаточно стандартным для большинства разнотипных КА. Задача представления информации является очень востребованной на практике. Это обусловлено физиологическими возможностями человека, что ограничивает длительность концентрации его внимания и сокращает объем одновременно осмысленно контролируемых данных. Это приводит к необходимости задействования сразу нескольких квалифицированных специалистов. Исходя из перечисленных обстоятельств для отображения обработанной ТМИ КА используется иерархическая структурированная система форматов отображения на экранах автоматизированных рабочих местах операторов службы управления. Структура форматов рассчитывается таким образом, чтобы обеспечить отображение всего объема обработанной ТМИ возможно на экране одного рабочего места.

Базовыми требованиями к отображению обработанной ТМИ на экранах рабочих мест операторов службы управления являются:

- ◆ структурированность отображаемой информации, как правило по принадлежности параметров к отдельным составным частям КА;
- ◆ количество информации на формате отображения для разумного восприятия оператором;
- ◆ единая форма представления последовательности — параметр или индекс параметра, значение, время формирования значения параметра с привязкой к бортовой шкале времен.)
- ◆ цветоотображение информации для акцентированного восприятия:
- ◆ фон «экологичный», светлый;
- ◆ данные темнее;
- ◆ цветовая индикация значения (зеленый, желтый, красный по принципу светофора);
- ◆ последовательность представления информации от общего к частному.

Структурирование отображаемой информации по иерархическому принципу позволяет разнести всю

совокупность форматов отображения обычно на три уровня:

- ◆ форматы обобщенного контроля состояния КА в целом и/или выполнения программы полета;
- ◆ форматы обобщенного контроля по каждой составной части КА;
- ◆ форматы отображения значений ТМП всего объема ТМИ КА по соответствующим составным частям КА.

Важным свойством средств отображения является универсальность для необходимо реализовать:

- ◆ иерархическое отображение формуляров по принципу связности от одного (общего) к другому (частный);
- ◆ ретрансляция (передача) обобщенной информации по результатам работы алгоритма анализа от частного формуляра к общему;
- ◆ формирования отдельного перечня исполняемых алгоритмов с однозначным параметрическим описанием;
- ◆ документирование всех действий при проведении работы алгоритмов.

Отображаемая на экранах рабочих мест специалистов управления тем или иным образом ТМИ в конечном итоге подвергается анализу непосредственно специалистами. Поскольку анализу подвергается большой объем разнородной информации, большое значение приобретает квалификация и опыт специалиста управления. В связи с этим существует необходимость в разработке автоматизированных методов, интуитивно наглядном для специалистов оперативной смены управления полетом, позволяющих исследовать информацию для достижения тех или иных результатов в зависимости от целей или фазы космического полета КА.

Формализация требований к интеллектуализированному анализу ТМИ

Сущность интеллектуализации анализа ТМИ КА, является получение новых знаний о процессах происходящих при функционировании аппаратуры, составных частей КА и КА в целом. Детальное понимание состояния и изменения процессов на борту КА, а также определения параметров взаимовлияния составных частей КА друг на друга позволяет глубоко познать свойства и процессы в КА и его составных частей в условиях реальной эксплуатации со всеми внешними возмущениями. Работа интеллектуализированной системы в режиме реального времени увеличить скорость реакции на появление аномалий и их развитие во времени с четкой фиксации направления развития отклонения в данных ТМИ. Поэтому в части интеллектуального

анализа ТМИ требования формализованы следующим образом.

Интеллектуализированный анализ предназначен для оценки текущего состояния КА, определения отклонений или аномалий от номинального или планируемого состояния в работе составных частей (СЧ) КА и выявления НШС, автономно без оперативных действий специалистов оперативной смены управления полетом КА.

Интеллектуализированный анализ ТМИ должен включать в себя:

- ◆ комплексную оценку состояния КА с формированием сообщения «норма/ненорма»;
- ◆ оценку состояния и функционирования каждой СЧ КА с формированием сообщения «норма/ненорма СЧ КА»;
- ◆ автоматически обнаружение НШС в отдельных СЧ КА;
- ◆ локализация (определения места, прибора или агрегата) возникновения отклонения или НШС;
- ◆ определение причины обнаруженного отклонения или НШС;
- ◆ формирование перечня НШС, которые могут быть вызваны обнаруженной аномалией;
- ◆ выявление тенденций изменения значения ТМП, с формированием «располагаемого времени» до достижения предельных значений ТМП;
- ◆ определение готовности КА к выполнению программы полета;
- ◆ формирование запроса специалистов оперативной смены управления полетом КА в случае обнаружения НШС:

В структуре задач контроля при управлении полетом КА можно сформировать следующие задачи интеллектуального анализа:

- ◆ автоматизация процедур анализа ТМИ;
- ◆ извлечение неочевидных знаний о функционировании и взаимовлиянии составных частей КА при изменяющихся внешних воздействующих факторах;
- ◆ выявление, локализация и определение причин аномалий, нечетких состояний или нерасмотренных НШС;
- ◆ прогнозирование состояния КА и его отдельных характеристик на определенную перспективу;
- ◆ идентификация и построение прогнозирующих идентификационных моделей.

Сущностью решения задачи автоматизации процессов контроля является:

- ◆ повышение оперативности, качества и надежности управления в части решения задач контроля состояния и функционирования КА;

- ◆ повышение производительности труда специалиста управления полетом, т.е. решение необходимого объема задач меньшей численностью одновременно привлекаемых специалистов управления;
- ◆ снижение нагрузки на специалиста управления полетом и её перераспределение с рутинных постоянно повторяющихся операций на задачи более высокого интеллектуального уровня.

Достигается это за счет устранения «человеческого фактора» и его ограниченных возможностей при переработке информации и что более существенно, в большой зависимости от квалификации специалиста на скорость решения задач анализа особенно при оперативном управлении полетом КА.

Задачи повышение оперативности решения задач анализа достигаются средствами автоматизации путем расширения возможностей персонала управления в процессе эксплуатации КА с помощью технических и программных средств вычислительной техники.

Различные методы автоматизации позволяют формировать, так называемых, обобщенных параметров. Данные параметры формируют интегральную оценку, которая характеризует состояние отдельной СЧ КА. Общий принцип подобных методов состоит в определении значений всех ТМП внутри допустимого диапазона и формировании сообщения «норма», а при выходе текущих значений какого-либо параметра за допустимый диапазон, сообщения «не норма». Для исключения сбоев первичные параметры от датчиков разбивают на группы и анализируют по мажоритарной схеме. Это позволяет исключить ошибки, связанные с выходом из строя отдельных датчиков, или сбоем при передаче данных с борта КА на наземные средства обработки.

Иерархическое объединение обобщенных параметров по СЧ КА по принципу «от простого к сложному» и дополнительные алгоритмы обработки позволяют в конечном итоге образовать обобщенный параметр на уровне КА в целом. Это весьма эффективное решение особенно при длительных рабочих режимах КА, характерных для КА связи, метеорологии и навигации.

Автоматизация рутинных операций процесса контроля наземными техническими средствами управления, позволила существенно сократить персонал ЦУП управления КА связи, до одного-двух операторов на 5–6 КА, без потери качества выполнения контрольных функций и надежности управления в целом.

Наличие специализированных алгоритмов анализа позволит оперативно выявлять сбои и кратковремен-

ные отклонения в функционировании КА, оптимизировать формирование и выдачу управляющих воздействий, тем самым минимизируя изменения программы полета. Большое значение будет иметь возможность использовать в них информацию, получаемую при полете однотипных КА, и опыт их эксплуатации.

Формализация требований к информационной поддержке

Одним из существенных факторов, направленных на повышение эффективности контроля состояния современных КА, является информационная поддержка специалистов оперативной смены управления полетом КА. Исходя из анализа их действий и решаемых задач, представляются весьма востребованными и актуальными следующие виды информационной поддержки:

- ◆ информационно-поисковые системы;
- ◆ трехмерные модели конструкции КА;
- ◆ вспомогательные модели (баллистические, динамические и т.п.).

Информационно-поисковые системы призваны упростить работу специалистов оперативной смены с эксплуатационной документацией [18–20]. Объем эксплуатационной документации по управлению современным КА составляет от 50 до 100 различных источников (инструкции, технические описания, журналы смен и т.п.). Все виды документации (проектная, конструкторская, эксплуатационная и др.) сейчас разрабатываются, хранятся и распространяются в электронном виде. Вполне закономерным видится предложение использовать данную документацию также в безбумажном виде. Однако самое существенное в технологии её использования — это быстрый поиск необходимой информации с нечеткими признаками в большом объеме электронных документов. Поэтому с рабочего места специалистов оперативной смены целесообразно иметь доступ к специальному поисковому программному обеспечению, позволяющему по различным критериям находить необходимые сведения в эксплуатационной и в других видах документации. При этом должны быть реализованы следующие способы поиска информации:

- ◆ адресный;
- ◆ семантический (связанный со значением);
- ◆ документальный.

Отдельно следует отметить необходимость поиска информации по телеметрическим параметрам не только в инструкциях по эксплуатации, но и технических описаниях и по возможности в конструкторских документах. Поэтому в дальнейшем будем под понятием поиск информации понимать — процесс, в ходе которого в той или иной последовательности производится сопоставление отыскиваемого с каждым документом, хранящимся в системе. Информационно-поисковые системы

достигли значительного совершенства и позволяют, при соответствующей настройке, весьма эффективно осуществлять поиск в массивах машиночитаемых данных, содержащих заданные слова.

Для специалистов оперативной смены характерна устойчивость тематического профиля запросов, то есть запросы являются «информационно-ориентированными», и соответственно есть возможность организовать информационное пространство проблемы. Это означает, что пользователь создаёт по существу новый, «самостоятельный» проблемно-ориентированный, индивидуально обновляемый и пополняемый информационный подресурс, включающий помимо подборок документов также и метаинформацию, например, словари специальной терминологии, классификаторы предметных областей, описания ресурсов и т.д.

Существенными факторами для понимания методов автоматизации поиска являются два следующих фактора:

- ◆ сравниваются не сами объекты, а описания — так называемые «поисковые образы»;
- ◆ сам процесс является сложным (составным и не одноактным) и обычно реализуется последовательностью операций.

Данные в информационно-поисковую систему должны вводиться на основе специально разрабатываемых форматов ввода.

Термины и телеметрические параметры, применяемые для управления полетом КА, как правило, являются составными, т.е. содержат несколько слов, поэтому организация поиска должна происходить с усечением справа. Это общепризнанная форма организации в поисковых машинах типа «Google» и т.п. применяемых в сети Интернет. Например, при вводе в строку поиска «температура на торцевой панели 21», после набора слова «температура» информационно-поисковая машина отображает ссылки на параметры содержащие это слова. При добавлении следующего слова, происходит уточнение и остаются ссылки только на параметры температуры торцевой панели и т.д. В каждом случае оператор должен представлять, что именно он хочет найти, так как в предложенном ему варианте будет найдено гораздо большее количество документов, чем при задании данного слова полностью (без усечения). В подобном случае возможно в полученном массиве информации провести уточняющий поиск, например, структурированный в соответствии со схемой деления КА и в результате получить более адекватные и точные данные.

Исходя из изложенного выше, можно формализуются требования к единой интерактивной электронной

системе представления документации (ЕСД), которая должна обеспечивать:

- ◆ оперативный поиск информации во всём массиве документации;
- ◆ автоматический выбор необходимой документации, используемой в текущий момент времени реализации плана полета;
- ◆ структурирование документации на уровни и подуровни (оперативная документация, справочная информация, организационная документация, процедуры при НШС, графическая информация и др.);
- ◆ предоставление более информативной графической информации (3D анимация, видео информация);
- ◆ наличие единых актуальных версий документации;
- ◆ использование современных методов и алгоритмов компьютерной обработки информации, представленной в документации, с целью выработки своевременных решений и подсказок для специалистов оперативной смены;
- ◆ увязывание документации с текущими показаниями ТМИ при возникновении НШС;
- ◆ возможности на программном уровне взаимодействовать с другими информационными системами, например, автоматизированной системой планирования и др.;

- ◆ доступность всей документации на всех рабочих местах специалистов оперативной смены.

ВЫВОДЫ

Рассмотренные в данной статье задачи автоматизации процессов контроля при управлении полетом современных КА не являются исчерпывающими. В зависимости от целевого назначения КА или орбитальной группировки КА могут изменяться не только задачи и их совокупный набор, но также появляться специфические и самостоятельные направления. Учитывая сложившуюся практику управления полетом в российской космонавтике, в целом сформирован подход к разработке автоматизированной системы контроля состояния КА. Автоматизация и интеллектуализация решения этих задач позволяет повысить качественный уровень функционирования специалистов оперативной смены. В том числе это достигается за счет извлечения новых знаний о свойствах, процессах и состоянии КА, что тем самым позволяет глубже понять и дать возможность повлиять на происходящее. за счет выявления аномальных ситуаций потенциально способных перейти в НШС. Оперативное обеспечение информацией специалистов оперативной смены по широкому кругу решаемых задач благотворно влияет на надежность и оперативность процесса управления в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.А. Соловьёв, Л. Н. Лысенко, В. Е. Любинский. Управление космическими полетами: учеб. пособие: в 2 ч. // Ч. 2 М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. — 426 с.
2. Кравец В. Г., Любинский В. Е. Основы управления космическими полётами. М.: Машиностроение, 1983. 256 с.
3. Управление полетом орбитальной станции «Мир». Концепция автоматизированного планирования и управления / А. П. Ушаков, А. Н. Брега, А. А. Коваленко, С. Г. Чернобровкин. 115–9/87. — Калининград: РКК «Энергия» им. С. П. Королева, 1995. — 243 с.
4. Антонов Г., Курочкин В. Некоторые теоретические аспекты аварийности с точки зрения практики. — Морской сборник, 1994, № 6.
5. Наземный комплекс управления дальними космическими аппаратами. Перспективы развития/Под ред. Ю. М. Урличича. М.: Радиотехника, 2012. 216 с.
6. Соловьёв С. В., Мишурова Н. В. Анализ текущего состояния процесса контроля при управлении полетом космических аппаратов. Инженерный журнал: наука и инновации, 2016, вып. 3. URL: <http://engjournal.ru/catalog/arise/adb/1474.html> DOI 10.18698/2308–6033–2016–03–1474
7. Бочкарев В. В., Крыжановский Г. А., Сухих Н. Н. Автоматизированное управление движением авиационного транспорта // М.: Транспорт, 1999.
8. Медведев А. В., Сухих Н. Н., Федоров М. С. Структуры и алгоритмы управления сложных авиационных систем//Структуры сложных систем и алгоритмы управления/Под ред. Ю. А. Борцова, В. Б. Яковлева (Вопросы теории систем автоматического управления; Вып.8). -Л.: Изд-во Ленингр. ун-та. 1990.
9. Бровкин А. Г., Бурдыгов Б. Г., Гордыко С. В. и др. Под редакцией А. С. Сырова, Бортовые системы управления космическими аппаратами: Учебное пособие — М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2010. — 304 с.
10. Шкляр В. Н. Надежность систем управления: Учебное пособие. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. — 126 с.
11. Лукин Ф. А., Шахматов А. В., Мушовец К. В. и др. Механизм управляемой телеметрии космического аппарата // Вестник СибГАУ. 2012. № 5(45). С. 140–144.
12. Современная телеметрия в теории и на практике /А.В. Назаров, Г. И. Козырев, И. В. Шитов и др.— СПб.: Наука и техника, 2007. — 672с.
13. Милицин А. В., Самсонов В. К., Ходак В. А. Отображение информации в центре управления космическими полетами — М.: Радио и связь, 1982.-190с.
14. Князев А. В. Теоретико-графовое моделирование информационных процессах в АСУ испытаниях //вестник Московского авиационного института. 2002. Т 9. № 2. С. 38–43.
15. Гасов В. М., Коротаев А. И., Сенькин С. И. Отображение информации. — М.: Высшая школа, 1990. — 111с.

© Соловьёв Сергей Владимирович (sergey.soloviev@scsc.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЧИСЛЕННАЯ МОДЕЛЬ ОСАЖДЕНИЯ ПОЛИДИСПЕРСНОЙ ТВЕРДОЙ КОМПОНЕНТЫ АЭРОЗОЛЯ НА ПЛАСТИНУ В ДВИЖУЩЕМСЯ ДОЗВУКОВОМ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ПОТОКЕ

NUMERICAL MODEL OF DEPOSITION OF A POLYDISPERSE SOLID AEROSOL COMPONENT ON A PLATE IN A MOVING SUBSONIC HIGH-VELOCITY FLOW

D. Tukmakov

Summary. The paper studies numerically the deposition of the solid component of aerosol in a moving stream of a dusty medium. To study the dynamics of an inhomogeneous medium, a polydisperse mathematical model of aerosol dynamics is used, which assumes different particle sizes and material densities of the dispersed phase fractions. When describing the motion of the dispersed component, the force of aerodynamic resistance of particles to the gas flow is taken into account. The model also allows one to take into account the effect of an electric field on aerosol particles.

Keywords: aerodynamics, multiphase media, numerical modeling, Navier-Stokes equation.

Тукмаков Дмитрий Алексеевич

К.ф.-м.н., н.с., ФИЦ «Казанский научный центр
Российской академии наук», г. Казань
tukmakovda@imm.knc.ru

Аннотация. В работе численно исследуется осаждение твердой компоненты аэрозоля в движущемся потоке запылённой среды. Для исследования динамики неоднородной среды применяется полидисперсная математическая модель динамики аэрозоля, предполагающая различные размеры частиц и плотности материала фракций дисперсной фазы. При описании движения дисперсной компоненты учитывается сила аэродинамического сопротивления частиц потоку газа. Также модель позволяет учесть воздействие электрического поля на частицы аэрозоля.

Ключевые слова: аэродинамика, многофазные среды, численное моделирование, уравнение Навье-Стокса.

Введение

Многие природные явления и промышленные технологии связаны с течениями неоднородных сред [1–15], в частности процессы, связанные с течением аэрозолей и запылённых сред встречаются в горной и химической промышленности, аэрокосмических технологиях и т.д. В монографиях и публикациях в периодических изданиях изучаются вопросы около и сверхзвуковых течений в аэрозольных средах [2,3]. Исследуются течения в суспензиях, вызванные взаимодействием компонент смеси [4]. В ряде случаев представляет интерес исследование динамики неоднородных сред, находящихся под влиянием как аэродинамических, так и электрических полей [5,6]. Так как встречающиеся в технических приложениях потоки газодисперсных и запылённых сред имеют не однородную дисперсную компоненту – частицы или капли могут отличаться размером и плотностью материала. То возникает необходимость в применении полидисперсной математической модели динамики газодисперсных (взвешенных в газе частиц). Данная работа посвящена численной модели динамики неоднородной электрически заряженной среды (аэрозоля) позволяющей выявить закономерности осаждения

фракций полидисперсной газодисперсной среды, движущейся в канале, на пластину к которой приложен электрический потенциал.

Математическая модель

Динамика полидисперсной газодисперсной среды описывается системой уравнений полидисперсной газодисперсной среды с учетом межфазного обмена импульсом и энергией. Движение несущей среды описывается системой уравнений Навье-Стокса [13,14] для сжимаемого теплопроводного газа с учетом межфазного силового взаимодействия и теплообмена:

$$\frac{\partial \rho_i}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho_i \mathbf{V}_i) = 0, \quad (i=1, \dots, n) \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho_1 V_1^k}{\partial t} + \nabla^i (\rho_1 V_1^k V_1^i + \delta_{ik} p - \tau_{ik}) = - \sum_{j=2}^m F_{jk} + \sum_{j=2}^m \alpha_j \nabla^k p, \quad (i, k=1, 2), \quad (2)$$

$$\frac{\partial \rho_j V_j^k}{\partial t} + \nabla^i (\rho_j V_j^k V_j^i) = F_{jk} - \alpha_j \nabla^k p, \quad (j=2, \dots, n, i, k=1, 2), \quad (3)$$

$$\frac{\partial(e_i)}{\partial t} + \nabla^i (V_1^i (e_i + p - \tau_{ii}) - V_1^k \tau_{ki} - \lambda \nabla^i T) = - \sum_{j=2}^n Q_j - \sum_{j=2}^n |F_{jk}| (V_1^k - V_j^k) + \left(\sum_{j=2}^n \alpha_j \right) \nabla^k (p V_1^k) \quad (4)$$

$$\frac{\partial(e_j)}{\partial t} + \nabla^k (e_j V_j^k) = Q_j, (j=2, \dots, n, k=1, 2), \quad (5)$$

$$p = (\gamma - 1)(e_i - \rho_i(u_i^2 + v_i^2)/2), \quad e_i = \rho_i I + \rho_i(u_i^2 + v_i^2)/2$$

$$\rho_i = \alpha_i \rho_{i0}, \quad e_i = \rho_i C_{pi} T_i$$

Здесь $V_i = [u_i, v_i]$ - вектор скорости компонент смеси, t_{ij} - тензор вязких напряжений несущей компоненты:

$$\tau_{11} = \mu \left(2 \frac{\partial u_1}{\partial x} - \frac{2}{3} D \right), \quad \tau_{22} = \mu \left(2 \frac{\partial v_1}{\partial y} - \frac{2}{3} D \right),$$

$$\tau_{12} = \mu \left(\frac{\partial u_1}{\partial y} + \frac{\partial v_1}{\partial x} \right), \quad D = \frac{\partial u_1}{\partial x} + \frac{\partial v_1}{\partial y}.$$

Одним из важных параметров динамики многофазных сред является объемное содержание дисперсной фазы, отношение объема компоненты смеси к общему объёму смеси - $\alpha_i = V_i/V$, при этом физическая плотность материала дисперсной фазы представляется неизменной [1-3]. Уравнение (1) описывает непрерывность плотности несущей среды и средней плотности фракций дисперсной фазы ($i > 1$). Уравнения (2) и (3) описывают законы сохранения компонент вектора импульса несущей среды и фракций дисперсной фазы соответственно. Уравнения (4) и (5) описывают законы сохранения полной энергии газа и тепловой энергии фракций дисперсной фазы. Сила межфазного взаимодействия включает в себя силу аэродинамического сопротивления, силу Архимеда и силу присоединенных масс [1]. Здесь p, ρ_i, u_i, v_i - давление, плотность, декартовы составляющие скорости несущей среды в направлении осей x и y соответственно; T_i, e_i - температура и полная энергия газа; $\alpha_i, \rho_i, T_i, C_{pi}, e_i, u_i, v_i$ - объемное содержание фракции дисперсной фазы, средняя плотность, физическая плотность, температура, теплоемкость, внутренняя энергия, декартовы составляющие скорости фракций дисперсной фазы, F_{jk} - составляющие вектора силового взаимодействия фракций дисперсной фазы и несущей среды, $k=1, 2$; Q_j - тепловой поток между j -ой фракцией дисперсной фазы и несущей средой, $j=2 \dots n$, [1,2,12]:

$$F_{xi} = \frac{3}{4} \frac{\alpha_i}{(2r_i)} C_{di} \rho_1 \sqrt{(u_1 - u_i)^2 + (v_1 - v_i)^2} (u_1 - u_i) + + \alpha_i \rho_1 \left(\frac{\partial u_1}{\partial t} + u_1 \frac{\partial u_1}{\partial x} + v_1 \frac{\partial u_1}{\partial y} \right) +$$

$$+ 0.5 \alpha_i \rho_1 \left(\frac{\partial u_1}{\partial t} + u_1 \frac{\partial u_1}{\partial x} + v_1 \frac{\partial u_1}{\partial y} - \frac{\partial u_i}{\partial t} - u_i \frac{\partial u_i}{\partial x} - v_i \frac{\partial u_i}{\partial y} \right) - - q_0 \rho_i \partial \varphi / \partial x,$$

$$F_{yi} = \frac{3}{4} \frac{\alpha_i}{(2r_i)} C_{di} \rho_1 \sqrt{(u_1 - u_i)^2 + (v_1 - v_i)^2} (v_1 - v_i) +$$

$$+ \alpha_i \rho_1 \left(\frac{\partial v_1}{\partial t} + u_1 \frac{\partial v_1}{\partial x} + v_1 \frac{\partial v_1}{\partial y} \right) +$$

$$+ 0.5 \alpha_i \rho_1 \left(\frac{\partial v_1}{\partial t} + u_1 \frac{\partial v_1}{\partial x} + v_1 \frac{\partial v_1}{\partial y} - \frac{\partial v_i}{\partial t} - u_i \frac{\partial v_i}{\partial x} - v_i \frac{\partial v_i}{\partial y} \right) - - q_0 \rho_i \partial \varphi / \partial y,$$

$$C_{di} = \frac{24}{Re_{i1}} + \frac{4}{Re_{i1}^{0.5}} + 0.4, \quad M_{ii} = |\bar{V}_1 - \bar{V}_i| / c,$$

$$Re_{i1} = \rho_1 |\bar{V}_1 - \bar{V}_i| 2r_i / \mu, \quad Pr = C_{pi} \mu / \lambda,$$

$$Nu_{ii} = 2 \exp(-M_{ii}) + 0.459 Re_{ii}^{0.55} Pr^{0.33}$$

$$Q_i = 6 Nu_{ii} \lambda (T_i - T_j) / d_i, \quad i=2, \dots, n$$

При моделировании течения аэрозоля для составляющих скорости несущей и дисперсной компонент смеси задавались однородные граничные условия Дирихле. Для остальных динамических функций на границе расчетной области задавались однородные граничные условия Неймана. Составляющие силы Кулона на единицу объема газовой взвеси определяются через ее удельный заряд, объемную плотность твердой фазы и напряженность электрического поля. Потенциал электрического поля в расчетной области определяется из решения уравнения Пуассона [17]:

$$\text{div} E = \frac{\rho_{эп}}{\epsilon \epsilon_0}, \quad E = -\nabla \varphi, \quad \Delta^2 \varphi = -\frac{\rho_{эп}}{\epsilon \epsilon_0} \quad (6)$$

$$\rho_{эп} = \sum_{j=2}^n \alpha_j \rho_{j0} \cdot q_0 = \sum_{j=2}^n \rho_j \cdot q_0, \quad \epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi} \Phi / \text{м}, \epsilon = 1.$$

где q_0 - удельный заряд единицы массы твердой фракции, φ - потенциал электрического поля. Для уравнения Пуассона задавались однородные граничные условия Неймана в той части канала в которой располагался однородный газ и однородные граничные условия Дирихле, в той части канала в которой располагалась электрически заряженная дисперсная компонента смеси. Система уравнений динамики многофазной среды (1)-(5) решалась явным конечно-разностным методом Мак-Кормака [17]. Шаг по времени вычислялся, исходя из условия Куранта - Фридрихса - Леви [14]. Рассмотрим применение численного метода на примере скалярного нелинейного уравнения в частных производных (7):

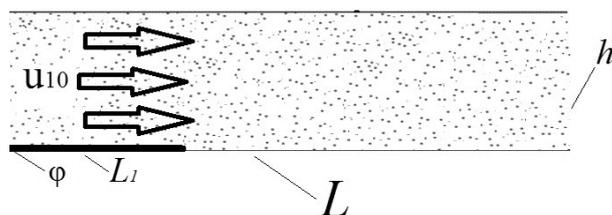


Рис. 1. Схематичное изображение канала с текущей по нему запылённой средой

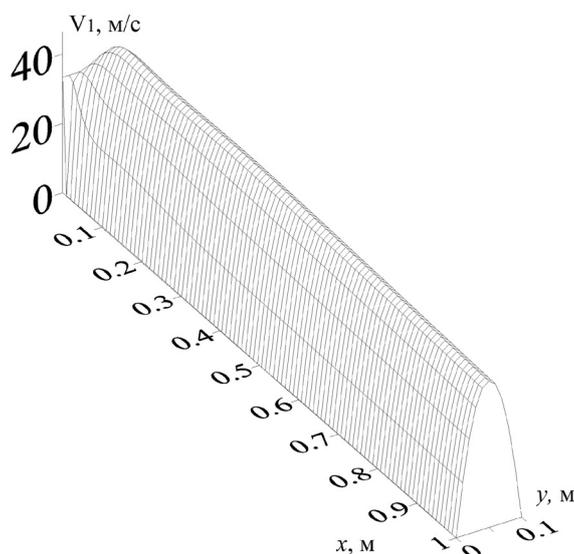


Рис. 2. Пространственное распределение модуля скорости газа в канале

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \frac{\partial a(f)}{\partial x_1} + \frac{\partial b(f)}{\partial x_2} = c(f) \quad (7)$$

Алгоритм явного конечно-разностного метода Мак-Кормака для нелинейного уравнения (7) имеет вид (8)-(9):

$$f_{j,k}^* = f_{j,k}^n - \frac{\Delta t}{\Delta x_1} (a_{j+1,k}^n - a_{j,k}^n) - \frac{\Delta t}{\Delta x_2} (b_{j,k+1}^n - b_{j,k}^n) + \Delta t c_{j,k}^n \quad (8)$$

$$f_{j,k}^{n+1} = 0,5(f_{j,k}^n + f_{j,k}^*) - 0,5 \frac{\Delta t}{\Delta x_1} (a_{j,k}^* - a_{j-1,k}^*) - 0,5 \frac{\Delta t}{\Delta x_2} (b_{j,k}^* - b_{j,k-1}^*) + 0,5 \Delta t c_{j,k}^* \quad (9)$$

Здесь Δx_i — шаг по соответствующему пространственному направлению, Δt — шаг по времени. Для получения монотонного численного решения к сеточной функции на каждом временном шаге применялась схема нелинейной коррекции [15]. Алгоритм коррекции выполнялся последовательно вдоль всех узлов. Рассмотрим алгоритм коррекции решения на примере функции f . В случае если выполняются условия $(\delta f_{j-1/2} \cdot \delta f_{j+1/2}) < 0$ или $(\delta f_{j+1/2} \cdot \delta f_{j+3/2}) < 0$ то к функции f в j -ом узле применяется алгоритм схемы коррекции:

$$\tilde{f}_j = f_j + \kappa (\delta f_{j+1/2} - \delta f_{j-1/2})$$

Нижний индекс обозначает номер узла сетки. Здесь использованы обозначения:

$$\delta f_{j-1/2} = f_j - f_{j-1}, \delta f_{j+1/2} = f_{j+1} - f_j, \delta f_{j+3/2} = f_{j+2} - f_{j+1},$$

в противном случае: $\tilde{f}_i = f_i$, \tilde{f}_j — значение функции в j -ом узле после перехода на $(n+1)$ -ый временной слой по схеме Мак-Кормака, κ — коэффициент коррекции. Для уравнения описывающего внутреннее электрическое поле дисперсной компоненты газозвеси задавались однородные граничные условия Дирихле, в той части канала, в которой была расположена многофазная среда. И однородные граничные условия Неймана, в той части моделируемой области, которая предполагалась заполненной однородным газом. Уравнение Пуассона (6) интегрировалось методом установления [18].

Результаты расчетов

На рис. 1 схематично изображен канал с текущей по нему газозвесью, на верхней и нижней стенке которого находятся электроды. Общая протяженность канала составляет $L=1$ м. Ширина канала $h=0.1$ м. Длины электрода, находящегося на стенке канала, $L_1=0.1$ м.

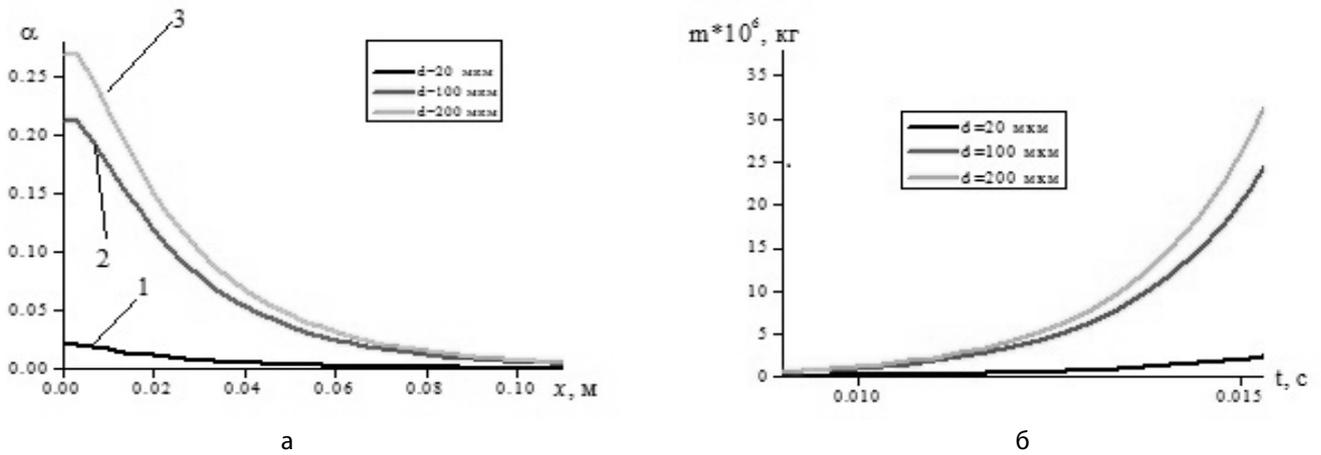


Рис. 3. Пространственное распределение объемного содержания фракций дисперсной фазы с плотностью материала $\rho_{20}=1850 \text{ кг/м}^3$ вблизи пластины — электрода, ($y=0.002 \text{ м}$, момент времени $t=5 \text{ мс}$) –рис.3, а. Временная зависимость массы фракций дисперсной фазы осажденной на пластину-электрод-рис.3, б.

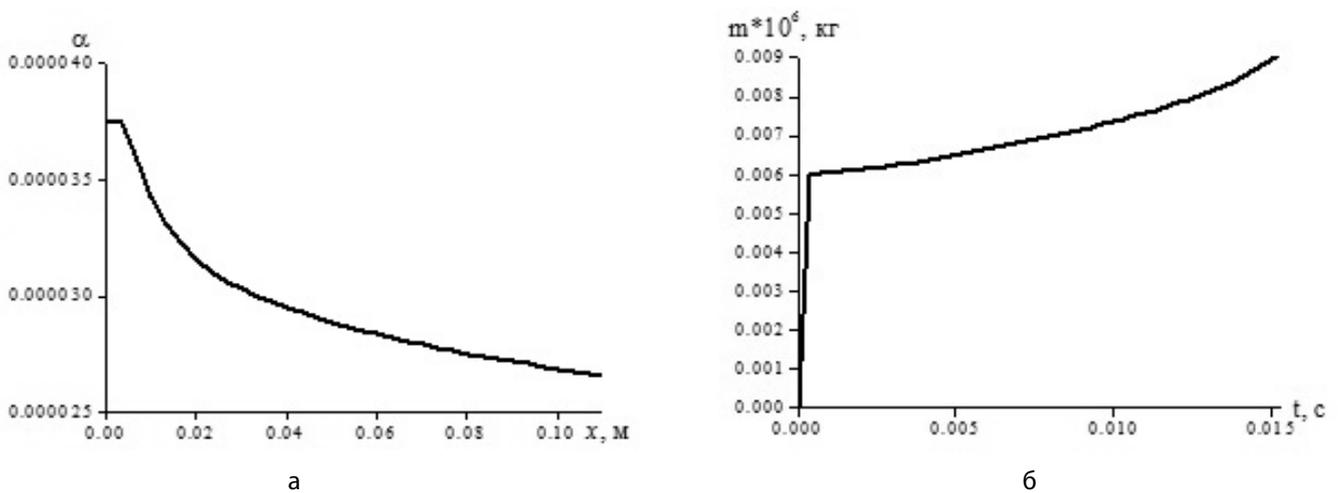


Рис. 4. Пространственное распределение объемного содержания фракции дисперсной фазы с плотностью материала $\rho_{20}=1850 \text{ кг/м}^3$ и диаметром частиц $d=2 \text{ мкм}$ вблизи пластины- электрода, ($y=0.002 \text{ м}$, момент времени $t=5 \text{ мс}$) –рис.4, а. Временная зависимость массы фракции дисперсной фазы с диаметром частиц $d=2 \text{ мкм}$ осажденной на пластину-электрод-рис.4, б

Скорость втекающего в канал газа составляла $u_{10}=40 \text{ м/с}$, таким образом, величина числа Рейнольдса для данного течения составляла $Re \sim 200 \cdot 10^3$. Учет турбулентного характера течения газа осуществлялся решением полной системы уравнений Навье-Стокса.

Удельный массовый заряд дисперсной фазы составляет $q_0=10^{-4} \text{ Кл/кг}$. Общее объёмное содержание дисперсной фазы описывается следующим выражением:

$$\alpha = \sum_{j=2}^{m=6} \alpha_j = 0.0001, \alpha_2 = \dots = \alpha_6 = 0.00002.$$

Потенциалы электрического поля на пластине: $\varphi = -5000 \text{ В}$. Полученное численными расчётами пространственное распределение модуля скорости несущей среды в канале представлено на рис. 2. Наибольшего значения модуль скорости газа —

$$V_1 = \sqrt{u_1^2 + v_1^2}$$

достигает на оси симметрии канала.

Рассмотрим влияние дисперсности частиц на процесс осаждения дисперсной фазы газозвеси

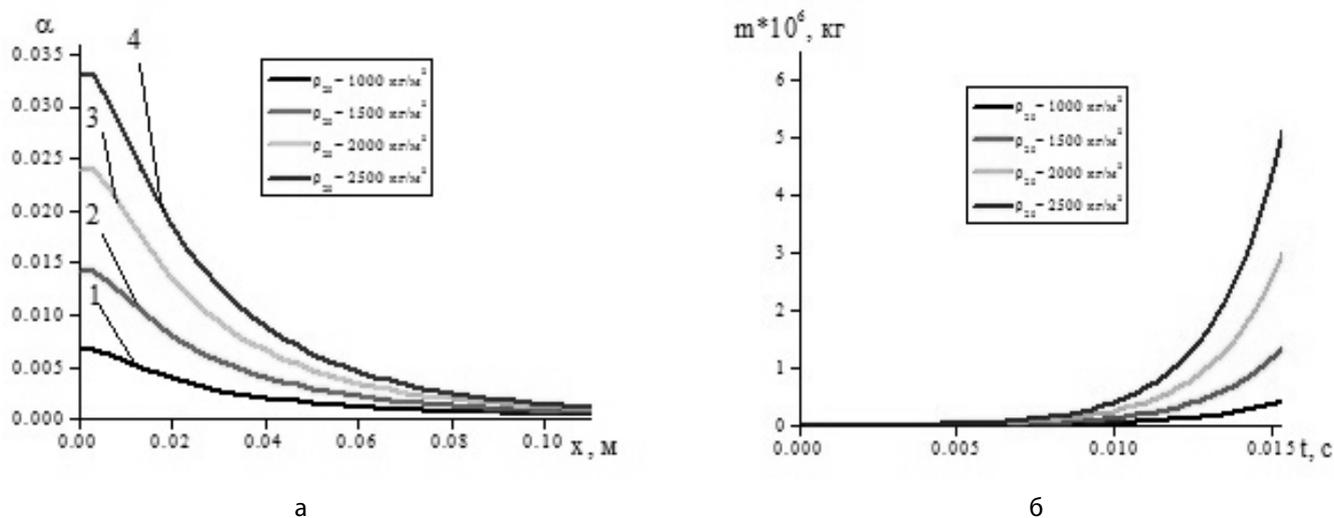


Рис. 5. Пространственное распределение объемного содержания фракций дисперсной фазы с диаметром частиц $d=20$ мкм вблизи пластины — электрода ($y=0.002$ м, момент времени $t=5$ мс) –рис.5, а. Временная зависимость массы фракций дисперсной фазы с диаметром частиц $d=20$ мкм осажденных на пластину-электрод-рис.5, б

на поверхности электрода. На рис. 3(а, б) представлены результаты численных расчетов осаждения на пластину фракций твердой фазы запылённой среды в полидисперсной газовой смеси с одинаковой физической плотностью материала дисперсной фазы ($\rho_{20}=1850$ кг/м³ –плотность бериллия) и различными размерами частиц. На рисунке 3, а представлены пространственные распределения объемного содержания фракций газовой смеси вдоль координаты x ($y=0.002$). Увеличение объемного содержания фракций дисперсной фазы газовой смеси вблизи пластины –электрода, происходит пропорционально размеру частиц. Временная зависимость массы осажденных на пластине-электрод частиц для различных фракций дисперсной фазы, также демонстрирует увеличение интенсивности напыления при увеличении размера частиц. Осаждение на пластине –электрод мелкодисперсных частиц происходит существенно менее интенсивно-рис.4 (а, б). Выявленные закономерности можно связать с тем, что увеличение размера частиц дисперсной фракции приводит к увеличению площади соприкосновения частицы и газа в квадратичной пропорции, тогда как масса частицы увеличивается в кубической пропорции. В моделируемом процессе сила Кулона, приложенная к частице, пропорциональна массе частицы, то есть увеличивается в кубической пропорции при увеличении размера частицы.

Численные расчеты демонстрируют влияние плотности материала вещества электрически заряженной запылённой среды на процесс напыления фракций дисперсной фазы газовой смеси на электрод-

рис.5 (а, б). При одинаковом размере частиц ($d=20$ мкм) фракции с более плотным материалом дисперсных включений имеют большее объемное содержание вблизи электрода ($y=0.002$) -рис.5, а. Также можно отметить, что фракции частиц с более плотным материалом имеют большую скорость напыления на поверхность электрода -рис.5, б.

Выявленные особенности осаждения на поверхность пластины полидисперсной газовой смеси, связаны с тем, что при одинаковом размере частиц более плотные частицы имеют большую массу, по этой причине такие частицы испытывают большее воздействие силы Кулона при одинаковой площади взаимодействия с газом.

ВЫВОДЫ

В работе численно моделировался процесс осаждения на пластину-электрод электрически заряженной полидисперсной запылённой среды. Математическая модель учитывает вязкость несущей среды, воздействие на дисперсную компоненту смеси различных аэродинамических сил и силы Кулона, а также полидисперсный состав твердой компоненты аэрозоля. Было выявлено влияние таких свойств дисперсной фазы аэрозоля, как плотность материала частиц и их размер, на процесс осаждения фракций дисперсной фазы двухкомпонентной смеси. Численное моделирование продемонстрировало большую скорость осаждения частиц более крупных размеров. При одинаковом размере частиц, более интенсивно осаждаются частицы с большей плотностью материала.

Мелкодисперсные частицы более подвержены воздействию аэродинамических сил, по этой причине сносятся потоком газа и имеют существенно меньшую скорость осаждения на пластину-электрод находящуюся на стенке канала, тогда как динамика крупнодисперсных частиц в большей степени определяется электрическим

полем. Выявленные закономерности осаждения полидисперсного аэрозоля в движущемся потоке возможно использовать как при оптимизации технологий нанесения дисперсных покрытий на напыляемые поверхности, так и при оптимизации технологий очистки промышленных выбросов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нигматулин Р. И. Основы механики гетерогенных сред. Москва: Наука, 1978. — 336 с.
2. Кутушев А. Г. Математическое моделирование волновых процессов в аэродисперсных и порошкообразных средах. Санкт-Петербург: «Недра», 2003.-284.
3. Федоров А.В., Фомин В. М., Хмель Т. А. Волновые процессы в газозвесах частиц металлов. Новосибирск, 2015.-301 с.
4. Невский Ю.А., Осипцов А. Н. Медленная гравитационная конвекция дисперсных систем в областях с наклонными границами //Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа. 2011. № 2. С. 65–81.
5. Дикалюк А.С., Суржииков С. Т. Численное моделирование разреженной пылевой плазмы в нормальном тлеющем разряде// Теплофизика высоких температур. 2012. Т. 50, № 5. С. 611–619.
6. Семенов В.П., Тимофеев А. В. Параметрический резонанс и перенос энергии в пылевой плазме//Математическое моделирование. 2018. Т. 30. № 2. С. 3–17.
7. Tadaa Y., Yoshioka S., Takimoto A., Hayashi Y. Heat transfer enhancement in a gas–solid suspension flow by applying electric field// International Journal of Heat and Mass Transfer. 2016. Volume 93. P. 778–787.
8. Тукмаков Д. А. Конечно-разностная модель динамики гомогенной смеси в применении к исследованию распространения и отражения ударной волны большой интенсивности в водородно-воздушной среде // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2020. № 1. С. 86–97.
9. Тукмаков Д. А. Математическая модель нестационарной сорбции в двухфазной среде, учитывающая пространственную неравномерность распределения концентрации микрокомпонента в фазе сорбента // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Химия». 2019. № 4. С. 26–35.
10. Тукмаков Д. А. Численное исследование скоростного скольжения фаз при прохождении ударной волны малой интенсивности из чистого газа в запылённую среду // Многофазные системы, 2019, том 14, № 2, С. 125–131.
11. Тукмаков А.Л., Тукмаков Д. А. Генерация акустического возмущения движущейся заряженной газозвесью// Инженерно-физический журнал, 2018, № 5, С. 1207–1213.
12. Тукмаков А.Л., Баянов Р.И, Тукмаков Д. А. Течение полидисперсной газозвеси в канале, сопровождающееся коагуляцией в нелинейном волновом поле. Теплофизика и аэромеханика. 2015. Т. 22. № 3. С. 319–325.
13. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. Москва: Издательство “Дрофа”, 2003. —784 с.
14. Fletcher C. A. Computation Techniques for Fluid Dynamics. Berlin: Springer-Verlang, 1988. —502 p.
15. Музафаров И.Ф., Утюжников С. В. Применение компактных разностных схем к исследованию нестационарных течений сжимаемого газа// Математическое моделирование. 1993. Т.5. № 3. С.74–83.
16. Тукмаков А. Л. Численное моделирование акустических течений при резонансных колебаниях газа в закрытой трубе // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2006. № 4. С. 33–36
17. Сальянов Ф. А. Основы физики низкотемпературной плазмы, плазменных аппаратов и технологий. Москва: Наука, 1997.-240 с.
18. Крылов В.И., Бобков В. В., Монастырный П. И. Вычислительные методы. Т. 2, Москва: «Наука», 1977. —401 с.

© Тукмаков Дмитрий Алексеевич (tukmakovda@imm.knc.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

METHODS FOR EVALUATING AND IMPROVING THE PERFORMANCE OF MULTIPROCESSOR COMPUTING SYSTEMS

**V. Filimonov
V. Suskin**

Summary. The existing methods of data analysis and processing in multicore computing systems are considered. The aim of the work is to study high-performance computing systems, parallel computing models and the most efficient algorithms for determining the optimal way to increase the speed of information processing. The problem of ensuring uniform loading and the possibility of mathematical expression of the efficiency of the computer system is presented. The key factor that determines the performance of multiprocessor computing systems is highlighted.

Keywords: performance of computing systems, optimization methods, multiprocessor computing systems, parallel computing.

Филимонов Владислав Валерьевич

Аспирант, Рязанский государственный
радиотехнический университет
filvvfil@yandex.ru

Сускин Виктор Васильевич

Д.т.н., профессор, Рязанский государственный
радиотехнический университет

Аннотация. Рассматриваются существующие методы анализа и обработки данных в многоядерных вычислительных системах. Целью работы является исследование высокопроизводительных вычислительных систем, моделей параллельных вычислений и наиболее эффективных алгоритмов для определения оптимального способа повышения скорости обработки информации. Представлена задача обеспечения равномерной загрузки и возможность математического выражения эффективности работы вычислительной системы. Выделен ключевой фактор, от которого зависит производительность многопроцессорных вычислительных систем.

Ключевые слова: производительность вычислительных систем, методы оптимизации, многопроцессорные вычислительные системы, параллельные вычисления.

Введение

Современный этап развития средств вычислительной техники открывает огромные возможности для разработки самых различных алгоритмов оптимизации и решения сложных высокопроизводительных задач. Технологической процесс производства полупроводниковых процессоров уже пришел к отметке 10 нм практически во всех ведущих компаниях, таких как IBM, Intel, TSMC и других, а в индустрии мобильного производства ведущие компании Apple и HiSilicon уже запустили в массовое производство процессоры на 5нм техпроцессе. Немало важную роль в развитии вычислительной техники и гонке производительности сыграла всемирная популярность блокчейн (Blockchain) технологий. На наш взгляд, наиболее востребованными на сегодняшний день являются задачи машинного обучения, т.к. именно в них требуется обработка большого количества информации и обеспечение высокой точности принятия решений. Технологии машинного обучения используются во многих сферах, их применение можно встретить как в задачах распознавания фото и видеозображений, в области здравоохранения, обеспечения безопасности, так и в более бытовых, к примеру, прогно-

зирование спроса блюд и совершенствование рецептов в заведениях общественного питания [1].

Наблюдая за развитием компьютерных систем в последние несколько лет, можно заметить непрерывный рост количества ядер и потоков процессоров, при этом максимальная тактовая частота достигла определенного пика на значении ~5,5 ГГц, следовательно, при решении задач повышения производительности, будет не правильно полагаться на увеличение данного параметра. Исходя из этого, мы считаем, что повысить быстродействие обработки информации можно только за счет применения эффективных алгоритмов анализа и распараллеливания выполняемых задач. Существующие многопроцессорные системы дают возможность организовать выполнение нескольких задач в разных потоках, тем самым обеспечив высокое быстродействие при мультизадачности.

Таким образом, рассмотрев перспективные структуры и задачи, можно сделать вывод об актуальности вопроса оптимизации обработки данных и расширения функциональности систем, за счет применения новых методов планирования и информационных моделей, отображаемых в структуре современных вычислительных систем (ВС).

Таблица 1. Расчетные значения по закону Амдала

A(%) \ N	2	4	8	16
0	2	4	8	16
25	1,6	2,29	2,91	3,37
50	1,33	1,6	1,78	1,89
100	1	1	1	1

Теоретическая часть

С увеличением сложности производимых вычислений и объемов входной информации, скорость обработки данных становится приоритетной задачей, для реализации которой, немало важную роль играют способы и алгоритмы организации сложных вычислений [4, с. 32; 6, с. 128]. Как говорилось ранее, при достижении процессором определенного пика скорости вычислений, вопрос распараллеливания вычислительных процессов встает довольно остро. В некоторых случаях, даже при наличии одного процессора в компьютерной системе, можно повысить его эффективность, используя технологию гиперпоточности (Hyper-Threading), которая позволяет организовать процесс вычислений на одном процессоре так, как на нескольких логических.

Для объективного рассмотрения проблемы повышения эффективности, и оценки возможного ускорения системы, будем использовать закон Амдала (1).

Общее время работы нашей программы при однопоточном выполнении обозначим за T , долю от общих вычислений, которая может быть выполнена только последовательными расчетами, обозначим A , количество максимально возможных потоков для вычислений обозначим N , таким образом, получим формулу, описывающую полученное ускорение (S_p), в сравнении с последовательным (однопоточным) решением:

$$S_p = \frac{T}{TA + \frac{T-A}{N}} = \frac{1}{A + \frac{1-N}{N}} \tag{1}$$

Рассмотрев данный закон, мы понимаем, что наибольшее влияние на эффективность ускорения влияет та часть программы, которая может быть выполнена параллельно. Таким образом, стоит понимать, что не для каждой задачи увеличение количества потоков и, соответственно, распараллеливание вычислений будет иметь смысл. Для наглядности, рассчитаем и запишем в таблицу выборку значений.

Из таблицы видим, что максимальный прирост производительности наблюдается в той программе, где отсутствует необходимость последовательных вычислений и их все можно выполнить параллельно. Однако,

на практике, идеальные условия встречаются крайне редко, поэтому основной вывод, который можно сделать из данных расчетов, что прирост эффективности для каждой задачи ограничен объемом последовательных вычислений, а, следовательно, прирост производительности не может превышать значения. Так, при полновине последовательного кода, максимальный прирост производительности не может превысить 2.

Важно отметить, что данные расчеты не учитывают, возможности повышения сложности и объема решаемых задач, а также издержек возникающих при взаимодействии параллельно работающих процессоров между собой и обращение к различным уровням памяти [7, с. 400; 9, с. 384]. Чтобы получить более точную оценку ускорения в параллельных вычислениях, предлагаем рассмотреть еще несколько законов и метрик.

Для учета возможного увеличения вычислений, воспользуемся законом Густафсона-Барсиса (2). Как и в предыдущем расчете, примем долю расчетов, которые необходимо выполнять только последователь за A , количество потоков за N , а также будем учитывать долю параллельных расчетов программы P . В результате, получаем отношение объема параллельных вычислений к последовательным за один промежуток времени (S_A):

$$S_A = \frac{PN+A}{P+A} = \frac{N(P+A)}{P+A} + \frac{A-AN}{P+A} = N + (1-N) \frac{A}{P+A} = N + (1-N)A \tag{2}$$

Таким образом, при подстановке реальных значений, получаем ускорение масштабирования, выраженное объемом, на который возможно увеличение выполняемых задач.

Из таблицы видим, что приспособленность алгоритма к параллельным вычислениям и их использование, позволяют не только повысить скорость вычислений определенного объема информации, но и значительно увеличить объем обрабатываемой информации за единицу времени. Тем не менее, несмотря на внушительные коэффициенты масштабирования систем, получившиеся в расчетах, стремясь смоделировать наиболее точную систему, не стоит пренебрегать существующими ограничениям.

Таблица 2. Расчетные значения по закону Густафсона-Барсиса

A(%) \ N	2	4	8	16
0	2	4	8	16
25	1,75	3,25	6,25	12,25
50	1,5	2,5	4,5	8,5
100	1	1	1	1

В многопроцессорных вычислительных системах, обычно, каждый процессор имеет собственную локальную память, которая в совокупности образует общую память и используется при решении задач. Таким образом, доступная емкость памяти создает ограничение на максимальный объем выполняемых вычислений [8, с. 320; 10, с. 400]. Для математического описания данного ограничения, на наш взгляд, хорошо подходит закон Сана-Ная (3). Его постановка, как и в предыдущем расчете, заключается в том, что при увеличении числа параллельных потоков, увеличивается объем выполняемых за единицу времени задач, но в условиях ограничения объема по памяти.

В качестве переменных данного выражения, будем использовать обозначения аналогичные предыдущим: A — доля последовательных вычислений, N — количество потоков и — коэффициент масштабируемости распараллеленной части. В результате получаем ускорение производительности, ограниченное памятью (S_N):

$$S_N = \frac{A+(1-A)G_N}{A+(1-A)\frac{G_N}{N}} \quad (3)$$

Из полученного выражения следует, что при $G_N = N$ размер задачи фиксирован, а при емкость памяти пропорционально возрастает нагрузке. Таким образом, при наличии дефицита памяти ($G_N < N$) расчетное ускорение производительности будет меньше, однако при наличии запаса по памяти ($S_N > N$) оценка ускорения будет более оптимистична.

Для оптимального описания возможности увеличения производительности многопроцессорной системы, также требуется рассмотреть взаимодействие между параллельно работающими процессорами. Воспользуемся метрикой Карпа-Флэтта (4), в ней предложено использовать эквивалент объема распараллеленной части программы показатель, который получают экспериментальным путем на конкретной вычислительной машине.

$$e = \frac{\frac{1}{S_N} - \frac{1}{N}}{1 - \frac{1}{N}} \quad (4)$$

Оценкой эффективности в данном выражении служит сама метрика, чем меньше ее значение, тем лучше может быть распараллелен код, в идеальных ситуациях,

аналогичных постановке задачи Амдала, при увеличении числа процессоров эффективность будет уменьшаться. Также благодаря данным вычислениям с экспериментальными данными мы можем определить узкое место, которое приводит к снижению эффективности, оно может быть выражено ограничением возможности распараллеливания или наоборот издержками коммуникаций при параллельных вычислениях.

Экспериментальная часть

На практике, производительность работы нашей системы и ее скорость выполнения необходимых нам задач зависит от множества факторов. В первую очередь от аппаратной части самой системы: частоты работы процессора и его непосредственной памяти, наличия видеокарты, объема оперативной памяти, скорости коммуникационных связей (пропускной способности), чтения/записи данных и прочих факторов. Предположим, что система с определенными параметрами у нас есть, вторым важнейшим условием эффективного решения поставленной задачи является алгоритм. От его выбора зависит, сможет ли вообще наша задача быстро решаться, если выбранный алгоритм изначально не оптимален, то дальнейшее его ускорение не принесет необходимого результата. Соответственно, после выбора алгоритма, основной задачей является его оптимизация под имеющуюся аппаратную часть, с учетом производительности и пропускной способности. В этом и будет заключаться основная цель нашей работы.

Рассмотрев существующие способы оценки производительности многоядерных/многопоточных систем [2, с. 688], мы заметили, что большинство из них недостаточно точно описывают либо вообще не учитывают, активно развивающуюся на сегодняшний день, многоуровневую кэшпамять в современных процессорах. Обычно, при упоминании в литературе, классическая модель вычислительной системы с иерархической организацией памяти (Рисунок 1), содержит в себе АЛУ (Арифметическое устройство), служащее, непосредственно, для вычислений, Кэшпамять, которая является частью процессора, оперативную память (ОЗУ) и общую память, представляющую собой жесткие диски, твердотельные накопители и другие хранилища информации.

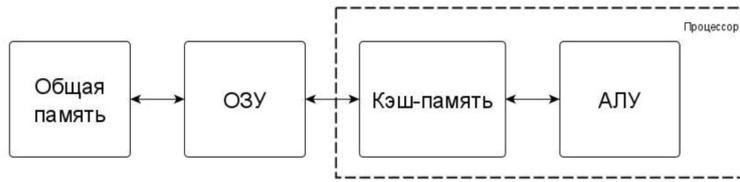


Рис. 1. Классическая модель ВС с иерархической структурой памяти

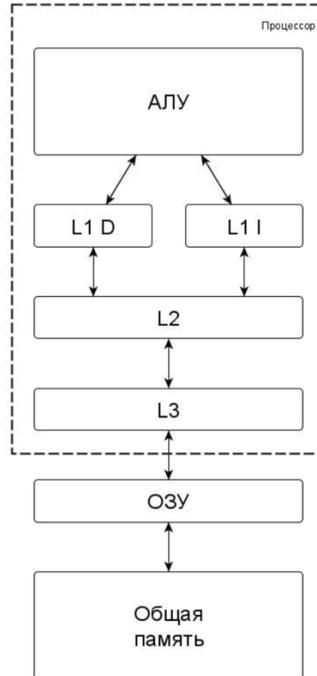


Рис. 2. Модель ВС, учитывающая уровни кэш-памяти процессора

Физическое расположение различных видов памяти, и как следствие, скорость передачи данных, на каждом уровне сильно различаются. Поэтому, мы считаем, важно учитывать в модели каждый уровень кэш-памяти процессора. Благодаря такому уточнению, можно более точно оптимизировать алгоритм выполнения задач, и соответственно, увеличить скорость их решения.

В связи с этим, предлагаем улучшенную модель вычислительной системы с иерархической структурой памяти, имеющей многоядерный процессор.

Перейдем к обоснованию данного улучшения на примере реальной компьютерной системы. Предположим, в нашей системе установлен процессор Intel Core i9-9900K, в его архитектуре содержатся 8 ядер, работающие в 16 потоков, кэш L3-16МБ, кэш L2-2МБ, кэш L1-512КБ. Скорости чтения и записи по каждому уровню кэш-памяти в пользовательской документации на процессор отсутствуют, поэтому, возьмем экспериментальные значения, полученные при помощи специальной программы AIDA64 [3]. В большинстве проведенных экс-

периментов, скорость записи происходит незначительно медленнее чтения, поэтому, для получения расчетов более близких к реальным значениям, будем рассматривать именно скорость записи. Для кэша L1 эта скорость 1143 ГБ/с, для L2 ~ 568 ГБ/с, и для кэша L3 ~ 220 ГБ/с. К сравнению, установленная в вычислительной системе ОЗУ, самого современного на текущее время, типа DDR4 показала максимальную скорость записи 41288 МБ/с. Следовательно, при разработке алгоритмов, важно учитывать количество и порядок вызовов функций, чтобы минимизировать лишнюю передачу данных между кэшем L1 и кэшами более высоких уровней и ОЗУ.

Задачу обеспечения сбалансированной нагрузки и оптимального обращения к памяти [5, с. 248], в идеальном случае, можно сформулировать следующим образом (5):

$$K = \frac{N_{max}}{N_p}, \quad 0 < K \leq 1 \tag{5}$$

N_{max} — максимальный объем задачи, помещающийся в память. Если размер задачи превысит данный объем,

произойдет обращение к памяти более высокого уровня и как следствие снижение производительности алгоритма.

N_p — количество ядер процессора, которые можно использовать для параллельной обработки. Учитывая загрузку каждого ядра, можно сформулировать следующее выражение (6):

$$K = \sum_{i=1}^P \frac{T_{ci}}{T_f} \cdot \frac{p_i(t_i)}{\sum_{j=1}^P p_j(t_j)} \quad (6)$$

Где i -ое ядро процессора, реализует свой объем вычислений за время. Время выполнения распределенной программы можно найти по формуле (7).

$$T_f = \max\{T_i\}, \quad i = 1, \dots, P \quad (7)$$

P — число ядер процессора, а время учитывает в себе и время, которое показывает время вычислений и время передачи данных, $p_i(t_i)$ - производительность процессора в момент времени. Приняв объем вычислений за W , получим (8):

$$T_{ci} = \frac{W_{ci}}{p_i(t_i)} \quad (8)$$

Таким образом, задача сводится к максимизации значения K , в промежутке времени T_f при определенном количестве ядер процессора P .

Понимание данного процесса, позволяет разрабатывать оптимальные алгоритмы [11, с. 323; 12, с. 512], и оп-

тимизировать обращение к памяти так, чтобы данные необходимые при вычислениях определенного блока информации не вытеснялись из кэша L1, тем самым замедляя общую скорость работы.

Заключение

В данной статье рассмотрены законы, на которых базируются методики оценки производительности многопроцессорных компьютеров, приведены расчетные данные по производительности распараллеленных систем с разным уровнем содержания последовательных вычислений. Предложена улучшенная модель описания вычислительной системы с иерархической структурой памяти. На реальных значениях, полученных экспериментальным путем, показана разница в объеме и скорости работы памяти одного из современных процессоров ведущей компании Intel. А также сформулировано математическое описание задачи для сбалансированной загрузки многоядерной процессорной системы. По итогу, можно сделать вывод, что для оптимизации скорости выполнения поставленной задачи, при разработке алгоритма, необходимо учитывать аппаратные возможности устройства, использовать параллельные вычисления и, в зависимости от объема имеющейся памяти, разделять вычисления на блоки таким образом, чтобы избежать вытеснения данных, необходимых для текущих расчетов, в память более высоких уровней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Применение машинного обучения и Data Science в промышленности [Электронный ресурс] <https://vc.ru/ml/79368-primeneniye-mashinnogo-obucheniya-i-data-science-v-promyshlennosti>
2. Цилькер Б. Я. Организация ЭВМ и систем: учебник для вузов / С. А. Орлов, Б. Я. Цилькер. СПб.: Питербург. 2011.
3. Benchmarking and Memory Tests. [Электронный ресурс] <https://www.aida64.com/>
4. Фаддеева В.Н., Фаддеев Д. К. Параллельные вычисления в линейной алгебре // Кибернетика. 1977. No 6.
5. Феррари Д. Оценка производительности вычислительных систем. М.: Машиностроение. 1989.
6. Ушкар М. Н. Микропроцессорные устройства в радиоэлектронной аппаратуре/ Под ред. Б. Ф. Высоцкого. М.: Радио и связь. 1988.
7. Воеводин В.В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. СПб.: «БХВ-Петербург». 2004.
8. Топорков В. В. Модели распределенных вычислений. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2004.
9. Федотов И. Е. Модели параллельного программирования М.: Солон-Пресс. 2012.
10. Формалев В.Ф., Ревизников Д. Л. Численные методы. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2004.
11. Шпаковский Г.И., Серикова Н. В. Программирование для многопроцессорных систем в стандарте MPI / Г. И. Шпаковский, Н. В. Серикова. Минск: Изд-во БГУ. 2002.
12. Эндрюс Г. Р. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования. М.: Издательский дом «Вильямс». 2003.

ВЛИЯНИЕ ОТДАЛЕННЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ, ИНТЕНСИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЯДОХИМИКАТОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ БОЛЕЗНЯМИ СЛИЗИСТОЙ ПОЛОСТИ РТА И ПАРОДОНТА У ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

THE INFLUENCE OF THE LONG-TERM BIOLOGICAL CONSEQUENCES, THE INTENSITY OF THE USE OF PESTICIDES AND MINERAL FERTILIZERS ON THE INCIDENCE OF DISEASES OF THE ORAL MUCOSA AND PERIODONTIUM IN THE ADULT POPULATION OF THE RURAL OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN

**G. Abdurakhmanov
I. Rasulov
M. Atalaev**

Summary. The study is devoted to the influence of long-term biological effects, the intensity of the use of pesticides and mineral fertilizers on the incidence of diseases of the oral mucosa and periodontium in the adult rural population of the Republic of Dagestan. The studies found that agrochemicals have a range of properties that pose a real danger to the health of the population, especially an adult engaged in agricultural production. Since pesticides are quite intensively and practically uncontrollably used in household plots, the danger of their impact extends to almost the entire population.

Keywords: diseases, oral mucosa, agrochemicals (mineral fertilizers, pesticides), risk factor, health, rural area.

Абдурахманов Гусен Гусенович

*К.м.н., доцент, Дагестанский государственный медицинский университет, г. Махачкала
gusen-gusenovich@yandex.ru*

Расулов Ибрагим Магомедкамилович

Д.м.н., доцент, Дагестанский государственный медицинский университет, г. Махачкала

Аталаев Муртуз Магомедович

К.б.н., доцент, Дагестанский государственный медицинский университет, г. Махачкала

Аннотация. Исследование посвящено влиянию отдаленных биологических последствий, интенсивности применения ядохимикатов и минеральных удобрений на заболеваемость болезнями слизистой полости рта и пародонта у взрослого населения сельской местности республики Дагестан. В исследованиях установлено, что агрохимикаты обладают комплексом свойств, представляющих реальную опасность для здоровья населения, особенно взрослого, занятого в сельскохозяйственном производстве. Поскольку ядохимикаты достаточно интенсивно и практически бесконтрольно применяются в приусадебном хозяйстве, опасность их воздействия распространяется практически на все население.

Ключевые слова: заболевания, слизистая полости рта, агрохимикаты (минеральные удобрения, ядохимикаты), фактор риска, здоровье, сельская местность.

Актуальность

Заболевания слизистой полости рта и пародонта у взрослого населения можно рассматривать как глобальные. Такое мнение характерно для населения сельской местности с интенсивным сельскохозяйственным производством, которое трудно представить без интенсивного применения Агрохимикатов (ядохимикаты, минеральные удобрения) [3]. Агрохимикаты должны рассматриваться как фактором риска для здоро-

вья сельского населения. Среди антропогенных факторов риска стоматологических заболеваний, в том числе и слизистой полости рта у взрослого населения регионов с развитым сельскохозяйственным производством следует признать применение ядохимикатов (пестицидов) и минеральных удобрений. В мире производство продуктов питания благодаря применению ядохимикатов и минеральных удобрений повышается в среднем на 1/3, одновременно повышается сохранность выращенного урожая [6]. В исследованиях установлено, что

агрохимикаты обладают комплексом свойств, представляющих реальную опасность для здоровья населения, особенно взрослого, занятого в сельскохозяйственном производстве [7]. Поскольку ядохимикаты достаточно интенсивно и практически бесконтрольно применяются в приусадебном хозяйстве, опасность их воздействия распространяется практически на все население. Ядохимикаты обладают следующими свойствами: токсичностью, кумуляцией (материальная и функциональная кумуляция); летучестью, стойкостью; отдаленные биологические последствия их воздействия: мутагенность, тератогенность, геронтогенность, бластомогенность, эмбриотоксичность, являются иммунодепрессантами, вызывают аллергические реакции.

Неблагоприятные последствия применения ядохимикатов могут быть непосредственными и отдаленными.

Непосредственные эффекты развиваются в условиях нарушения технологии и производства и применения, при транспортировке и хранении.

В этих условиях на организм могут кратковременно воздействовать количества ядохимикатов существенно превышающие гигиенические нормативы [7].

Отдаленные биологические последствия развиваются при продолжительном воздействии ядохимикатов в меньших количествах, но так же превышающих их безопасные количества [7].

В патогенезе неблагоприятных биологических последствий воздействия ядохимикатов на организм приведены по группе авторов (Медведь А.И. и соавт. 1968). Биологический тип реакции организма на воздействие ядохимикатов зависит от концентрации, токсичности, продолжительности контакта (дозы поступившей в организм), номенклатуры, летучести, стойкости, климатогеографических условий сельской местности, характеристики почв, соблюдения правил безопасного применения.

При изучении влияния отдаленных биологических эффектов воздействия ядохимикатов малых количеств, не способных вызвать непосредственный неблагоприятный эффект, определяющими степень опасности являются токсичность, стойкость и кумулятивные свойства их [6]. Важны оба вида кумуляции, но приоритет за функциональной кумуляцией, материальная кумуляция важна при воздействии ядохимикатов высокой стойкости (период полураспада 1–2 и более лет).

Необходимо отметить о важности контаминации продуктов питания, остаточное содержание (ОС) с уче-

том стойкости ядохимикатов и компонентов рациона питания [7].

Цель исследования: Оценка влияния минеральных удобрений и ядохимикатов на заболеваемость слизистой оболочки полости рта и пародонта взрослого населения в сельской местности республики Дагестан.

В настоящем исследовании изучалось отдаленные последствия, интенсивности воздействия ядохимикатов и минеральных удобрений на заболеваемость болезнями слизистой полости рта и пародонта у взрослого населения сельской местности республики Дагестан. В период централизованных поставок интенсивность применения ядохимикатов в с/м РД была одной из наиболее высоких в РФ.

В РД применялись ядохимикаты 72 наименований 17-ти химических классов, и минеральные удобрения 3-х видов: азотные, фосфорные, калийные.

При характеристике территории сельской местности РД, где проживает практически 60% взрослого населения республики необходимо иметь в виду уникальные климатогеографические условия, от которых зависят приоритетные виды хозяйственной деятельности (равнина, предгорье, горы).

По всей сельской местности РД ТН ядохимикатов составила 17,2 кг/га, при критическом уровне нагрузки (КУН) 3,93 кг/га по В.И. Пальченко с соавт. (1990) — превышение фактической ТН над КУН по всей с/м в 4,4 раза.

По мнению авторов, если территориальная нагрузка (ТН) ядохимикатов больше КУН, то вероятность патологических изменений в организме не оставляет сомнений.

Однако опасность применения ядохимикатов для здоровья зависит не только от ТН, а от токсичности, стойкости, летучести кумулятивных свойств. По токсичности, применявшиеся ядохимикаты колебались от малотоксичных до высокотоксичных (ЛД₅₀ от 20,0 мг/кг до 1000 мг/кг и более).

Коэффициент кумуляции колебался 1–3 до 5,0, т.е. от выраженных до слабо выраженных кумулятивных свойств. Остаточное содержание ядохимикатов в продуктах питания в среднем составляло 30,1%, пробы с превышением ПДК на территории ГЭЗ составили 28,0%, по ПЭЗ-19,6, а по РЭЗ — 24,5% всех выполненных в республиканском центре госэпиднадзора (Роспотребнадзора РД) анализов, в количестве больше 6000.

В настоящем исследовании при оценке влияния интенсивности применения ядохимикатов на заболеваемость

Таблица 1. Дисперсионный анализ влияния агрохимикатов на заболеваемость болезнями слизистой полости рта взрослого населения сельских районов РД.

Пример I. Агрохимикаты: Суммарн. ТН мин. удобрений (I) и ТН ХОС (II)				
Результаты дисперсионного анализа	I	II	Сочетанное воздействие	Суммарное воздействие
Доля влияния в%	38,70	0,06	3,39	42,15
Коррел. отношение	0,62	0,02	0,18	0,65
Сила коррел. связи	Связь средней силы*	Влияние фактора не выявлено	Влияние факторов не выявлено	Связь средней силы*
Пример II. Суммарн. ТН мин. удобрений (I) ТН ФОС (H)				
	I	II	Сочетанное воздействие	Суммарное воздействие
Доля влияния в%	28,19	3,50	2,51	34,20
Коррел. отношение	0,53	0,19	0,16	0,58
Сила коррел. связи	Связь средней силы*	Связь слабая	Влияние факторов не выявлено	Связь средней силы*
Пример III. Суммарн. ТН мин. удобрений (I) и ТН карбоновых кислот и их производных (II)				
	I	II	Сочетанное воздействие	Суммарное воздействие
Доля влияния в%	30,77	5,46	5,12	41,35
Коррел. отношение	0,55	0,23	0,23	0,64
Сила коррел. связи	Связь средней силы*	Связь слабая	Связь слабая	Связь средней силы*
Пример IV. Суммарн. ТН мин. удобрений (I) и АИ ТН карбоминовых кислот и их производных				
	I	II	Сочетанное воздействие	Суммарное воздействие
Доля влияния в%	36,57	3,65	515	45,37
Коррел. отношение	0,60	0,19	0,23	0,67
Сила коррел. связи	Связь средней силы*	Связь слабая	Связь слабая	Связь средней силы**

мость болезнями слизистой полости рта и пародонта, у взрослого населения сельской местности применили не только данные о ТН, но и ассортиментный индекс (АИ) ТН, показатель аккумулирующий токсичность, кумулятивные свойства, стойкость и др.

Единицей измерения АИ являются баллы. Каждый химический ядохимикат характеризуется баллами по токсичности, стойкости, летучести, кумулятивным свойствам. Неблагоприятные биологические последствия воздействия ядохимикатов и их метаболитов реализуются при непосредственном контакте с загрязненным воздухом, контаминированной пищей, водой. После абсорбции в тонкой кишке они выделяются в артериальной части капиллярного русла в периваскулярное пространство, а также через слюну поступают в ротовую жидкость. Таким образом, действующие вещества ядохимикатов и минеральных удобрений и их метаболиты находятся в контакте с мягкими и твердыми тканями полости рта, влияют и на состояние эмали зубов, изменяя химическую среду микроэлементную и энзимогенную сбалансированность ротовой жидкости (2).

Перечень методик обработки материалов исследования:

- ♦ данные о заболеваемости болезнями слизистой полости рта судили на основании данных лечебных учреждений, административных районов сельской местности РД;
- ♦ рассчитывали годовые и среднегодовые показатели заболеваемости;
- ♦ рассчитывали число случаев на 10 тысяч взрослого населения;
- ♦ данные о численности взрослого населения сельских районов в дагестанском статистическом управлении;
- ♦ сведения об интенсивности применения ядохимикатов и минеральных удобрений на территорию сельских районов РД получены на кафедре общей гигиены и экологии человека ДГМА, а также республиканском центре Госэпиднадзора.

Методы исследования:

1. применен двухфакторный дисперсионный анализ влияния отдельного, сочетанного и суммар-

ного воздействия ядохимикатов и минеральных удобрений;

2. рассчитывали долю влияния, корреляционное отношение и силу, достоверность корреляции между интенсивностью применения агрохимикатов;
3. для оценки влияния интенсивности применения ядохимикатов и минеральных удобрений на заболеваемость болезнями слизистой полости рта и пародонта у взрослого населения сельской местности РД использовали два показателя:
 1. территориальная нагрузка (ТН) в кг действующего вещества на 1 га сельхозугодий. Территориальную нагрузку рассчитывали для ядохимикатов и для минеральных удобрений;
 2. адсорбиальный индекс территориальной нагрузки ядохимикатов и минеральных удобрений.

Примененный в настоящей работе 2-х факторный дисперсионный анализ влияния отдельного, сочетанного и суммарного воздействия ядохимикатов и минеральных удобрений позволяет оценить влияние отдаленных биологических последствий интенсивности применения агрохимикатов на заболевание слизистой полости рта и пародонта у взрослого населения сельской местности.

Примененный 2-х факторный дисперсионный анализ позволяет оценивать долю влияния, корреляционную связь со статистической значимостью между интенсивностью применения агрохимикатов и заболеваемостью слизистой полости рта и пародонта у взрослого населения сельской местности республики Дагестан.

Всего получено более 500 различных сочетаний, из которых в таблице 1 приведены наиболее типичные примеры.

В примере I приведены результаты 2-х факторного дисперсионного анализа влияния на заболеваемость слизистой полости рта суммарной ТН минеральных удобрений и ТН ХОС (хлорорганические соединения).

Из этих данных видно, что суммарная ТН минеральных удобрений при отдельном воздействии оказывает статистически значимое влияние на заболеваемость слизистой, доля влияния 38,70%, а корреляционная связь 0,62 — связь средней системы. Влияние ТН ХОС на заболеваемость болезнями слизистой полости рта не выявлено при отдельном и сочетанном воздействии, а при суммарном воздействии, как видно, весьма высокая доля влияния, а корреляционная связь средней силы. Влияние на заболеваемость слизистой полости рта, как и при отдельном влиянии ТН минеральных удобрений, статистически значимое. То, что при сочетанном воздействии двух факторов влияние не выявлено, сле-

дует рассматривать, как свидетельство нейтрализующего эффекта двух факторов химической природы.

Пример II позволяет оценить влияние суммарной ТН минеральных удобрений и ФОС (фосфорорганические соединения). При отдельном воздействии ФОС доля влияния и сила корреляционного отношения свидетельствуют о слабой силе зависимости заболеваний слизистой полости рта у взрослого населения от интенсивности применения ФОС. Объяснение, возможно, в том, что ФОС характеризуется низкой стойкостью и слабо выраженной кумуляцией, при сочетанном воздействии детерминируют патогенные влияния суммарной ТН минеральных удобрений. Доля влияния и корреляционное отношение при суммарном воздействии обоих факторов влияния на заболеваемость статистически значимое и определяется минеральными удобрениями. При сочетанном воздействии, как и при отдельном воздействии ХОС, отмечается эффект. Влияние ФОС характеризуется меньшей долей влияния по сравнению с ХОС также корреляционная связь, хотя и статистически значимая, несколько меньше при воздействии ФОС.

В примере III приведены результаты дисперсионного анализа влияния на заболеваемость слизистой полости рта отдельного, сочетанного и суммарного воздействия ТН минеральных удобрений и ТН карбоминовых кислот и их производных.

Поскольку сельские районы сгруппированы по обоим факторам доля влияния суммарной ТН при отдельном воздействии минеральных удобрений несколько меньше по сравнению с долей влияния в примере I и больше по сравнению с примером II. Влияние интенсивности применения минеральных удобрений в примере III статистически значимое. Отдельное воздействие карбоминовых кислот и их производных и заболеваемость слизистой полости рта имеют корреляционную связь средней силы, а доля влияния составляет 41,35%, влияние статистически значимое в отличие от сочетанного воздействия, при котором реализуется нейтрализующий эффект. Потенциальная опасность воздействия ядохимикатов для здоровья, в том числе и стоматологического, в большей степени зависит от АИ ТН, поскольку последний учитывает основные свойства ядохимикатов, от которых зависят неблагоприятные биологические последствия.

В примере IV приведены результаты по оценке влияния отдельного, сочетанного и суммарного воздействия ТН минеральных удобрений и адсорбиальный индекс (АИ) ТН карбоминовых кислот и их производных на заболеваемость слизистой полости рта у взрослого населения. Суммарная ТН минеральных удобрений, как

и следовало ожидать на основании данных, приведенных в предыдущих примерах оказывают статистически значимое неблагоприятное влияние на заболевания слизистой полости рта. Раздельное воздействие карбоминовых кислот и их производных оказывает на заболеваемость болезнями слизистой полости рта слабое влияние — коэффициент корреляции 0,19, а доля влияния 3,65%.

При сочетанном воздействии двух факторов реализуется нейтрализующий эффект. При суммарном воздействии обоих факторов влияние на заболеваемость слизистой полости рта у взрослого населения прямое и статистически значимое.

Заболеваемость болезнями слизистой полости рта и пародонта и корреляционная связь частоты заболеваний и интенсивности применения агрохимикатов колеблются от «влияние не выявлено, слабая корреляционная связь» — редко и до статистически значимого влияния и средней или сильной корреляционной связи.

В равной степени заключение об агрохимикатах, как факторах риска заболеваний слизистой полости рта и пародонта справедливо и в отношении взрослого населения сельской местности Северо-Кавказского района ЮФО, субъектов с развитым сельскохозяйственным производством.

При корреляции стоматологической помощи населению с/м с целью повышения ее эффективности целесоо-

бразно использовать данные об интенсивности применения агрохимикатов на территории.

На основании приведенных данных сформулированы следующие выводы:

1. Отдаленные биологические эффекты интенсивности применения ядохимикатов и минеральных удобрений реальные факторы риска заболеваемости болезнями слизистой полости рта и пародонта у взрослого населения сельской местности РД;
2. Значимое влияние агрохимикаты оказывают на заболеваемость слизистой полости рта и пародонта у взрослого населения сельской местности при суммарном, реже при сочетанном и раздельном воздействии;
3. Нередки случаи нейтрализующего эффекта при сочетанном воздействии ядохимикатов и минеральных удобрений;
4. Неблагоприятное влияние отдельных биологических последствий интенсивного воздействия агрохимикатов на заболеваемость слизистой полости рта и пародонта интенсифицируется с ростом удельного веса не просто взрослого населения, а пожилой и старческой возрастных групп, т.е. процесса старения населения сельской местности.
5. Широкое применения ядохимикатов в быту в сельской местности может рассматриваться, как важный элемент совокупности факторов риска заболеваемости болезнями зубочелюстной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуваходов А. А. Антиферментное действие и детоксикация фосфорорганических ингибиторов холинэстераз / А. А. Абдуваходов, С. С. Михайлов А. С. Садыков [др.] - Ташкент: Фан, 1989. - 184 с.
2. Акатьев Г. Г. Эпидемиологическое исследование заболеваний зубов и пародонта у населения БАССР: дисс. канд. мед. наук. - 1989.
3. Алимский А. В. Особенности распространения заболеваний пародонта среди лиц пожилого и преклонного возраста // Стоматология для всех. - 2000. - № 2. - С. 46-49.
4. Алимский А. В. Эпидемиология стоматологических заболеваний // Эпидемиология и профилактика стоматологических заболеваний: Труды ЦНИИС-М., 1987. - Т. 18. - С. 5-10.
5. Анисимова И. А. Состояние иммунитета у лиц, контактирующих с пестицидами / И. А. Анисимова, А. С. Козлюк, И. Г. Шройт // Гигиена труда и профессиональные заболевания. — 1987. - № 6. - С. 15-18.
6. Антонович Е. А. Безопасное использование пестицидов в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства / Е. А. Антонович, А. В. Болотный, В. С. Бурый [др.]. - К.: Урожай, 1988. - 248 с.
7. Бабаджанов А. С. Изучение влияния пестицидов на здоровье сельского населения // Актуальные вопросы агропромышленного комплекса: сборник научных трудов. - Ташкент, 1980. - С. 18-21.

© Абдурахманов Гусен Гусенович (gusen-gusenovich@yandex.ru), Расулов Ибрагим Магомедкамилович,

Аталаев Муртуз Магомедович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАРКАСОВ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ИСКУССТВЕННЫХ КОРОНОК, СОЗДАНЫХ С ПОМОЩЬЮ ТРАДИЦИОННЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

COMPARATIVE EVALUATION OF THE TIME OF MANUFACTURE OF FRAMES OF METAL–CERAMIC ARTIFICIAL CROWN, ARE CREATED USING TRADITIONAL AND DIGITAL TECHNOLOGIES

**J. Vokulova
E. Zhulev**

Summary. Aim — conduct a comparative assessment of the time spent by a dental orthopedist and a dental technician for the manufacture of metal-ceramic artificial crowns obtained using digital and traditional technologies. The patients were divided into two groups according to the method of manufacturing metal –ceramic artificial crown frames—using the KaVo ARCTIC CAD/CAM system made of titanium billet Titan-Blank and the traditional laboratory casting method. The Mann-Whitney W-test was used for statistical analysis of the results obtained. In total, 40 medicinal artificial crowns were made, 20 in each group. Based on the data obtained, it was found that for the production of a metal-ceramic crown frame using CAD/CAM KaVo ARCTICA, the dentist, orthopedist and dental technician must spend $53,2 \pm 3,503$ min., using the laboratory method— $149,30 \pm 5,204$ min. The obtained data allowed us to conclude that the production of the metal-ceramic artificial crown frame using modern digital technologies (CAD/CAM systems, intraoral laser scanning and 3D printer) requires 2,8 times less time compared to traditional casting methods ($p < 0,0166667$).

Keywords: digital technologies in dentistry, digital impressions, CAD/CAM, intraoral scanner.

Вокулова Юлия Андреевна

К.м.н., врач стоматолог — ортопед, ФГКУ
«Поликлиника № 2 Федеральной таможенной службы
России», Нижний Новгород
vokulova@rambler.ru

Жулев Евгений Николаевич

Заслуженный работник высшей школы РФ, д.м.н.,
профессор, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский
медицинский университет» Минздрава России, Нижний
Новгород
hrustalev54@mail.ru

Аннотация. Цель — проведение сравнительной оценки затраченного врачом стоматологом ортопедом и зубным техником времени, необходимого для изготовления каркасов металлокерамических искусственных коронок, полученных с помощью цифровых и традиционных технологий. Пациенты были распределены на две группы в соответствии с методом изготовления каркасов металлокерамических искусственных коронок — с помощью CAD/CAM системы KaVo ARCTICA из титановой заготовки Titan-Blank (1) и традиционным лабораторным методом литья (2). Для статистического анализа полученных результатов применяли W-критерий Манна-Уитни. Всего было изготовлено 40 провизорных искусственных коронок, по 20 в каждой группе. На основании полученных данных было установлено, что для изготовления каркаса металлокерамической коронки с помощью CAD/CAM KaVo ARCTICA врачу стоматологу ортопеду и зубному технику необходимо затратить — $53,2 \pm 3,503$ мин., с помощью лабораторного метода — $149,30 \pm 5,204$ мин. Полученные данные позволили сделать вывод о том, что изготовление каркаса металлокерамической искусственной коронки с применением современных цифровых технологий (CAD/CAM-системы, внутриротового лазерного сканирования и 3D принтера) требует в 2,8 раза меньше времени по сравнению с традиционными методами литья ($p < 0,0166667$).

Ключевые слова: цифровые технологии в стоматологии, цифровые оттиски, CAD/CAM, внутриротовой сканер.

Введение

Металлокерамические искусственные коронки до сих пор широко используется при протезировании дефектов твердых тканей зубов [6, 10]. Традиционная технология литья, применяемая при изготовлении каркасов металлокерамических протезов, заключается в следующем. Сначала получают оттиск протезного ложа, по которому изготавливают гипсовую

модель. Далее создают репродукции каркасов искусственных коронок методом погружения культи в расплавленный воск до получения необходимой толщины. Моделируют литники, формируют в опоку, выплавляют воск в муфельной печи и отливают каркасы протезов из металлических сплавов (КХС, НХС) [7, 8]. На современном этапе развития ортопедической стоматологии используется полностью цифровой метод изготовления каркасов металлокерамических коронок, который вклю-

Таблица 1. Распределение пациентов по полу и методу изготовления временной искусственной коронки

Метод изготовления каркасов металлокерамических искусственных коронок	Количество протезов	Пол пациента	
		Муж.	Жен.
Традиционная технология литья	20	11	9
Цифровой метод CAD/ CAM	20	13	7
Итого	40	24	16

Таблица 2. Клинико-лабораторные процедуры при изготовлении каркасов металлокерамических искусственных коронок традиционным и цифровым методами

Клинико-лабораторные процедуры	Методы изготовления	
	Традиционная технология	Цифровая технология
Силиконовый оттиск 2 шт.	+	-
Цифровой оттиск	-	+
Изготовление каркаса металлокерамической коронки лабораторным методом	+	-
Припасовка каркаса	+	+
Виртуальное моделирование каркаса искусственной коронки	-	+
Постобработка созданных с помощью 3D принтера моделей челюстей	-	+

чает в себя получение цифровых изображений зубных рядов пациента с помощью внутриротовых сканеров, виртуальное моделирование и изготовление каркасов в фрезерно-шлифовальном станке CAD/CAM-системы [4, 5, 9, 11]. Предыдущие исследования были посвящены изучению размерной точности [2, 3], качеству внутреннего прилегания каркасов металлокерамических коронок [1], полученных с помощью цифровых технологий. На данный момент нет данных о сравнительной оценке затраченного в клинике и зуботехнической лаборатории времени, необходимого для изготовления каркасов металлокерамических коронок, созданных с помощью CAD/CAM систем и традиционной технологии литья, что и явилось предметом проведения настоящего исследования.

Цель

Проведение сравнительной оценки количества времени, затраченного врачом стоматологом ортопедом и зубным техником, для изготовления каркасов металлокерамических искусственных коронок, полученных с помощью цифровых и традиционных технологий.

Материалы и методы исследования

В клиническом исследовании участвовали 40 пациентов (24 мужчины и 16 женщины) в возрасте от 25 до 68 лет. Пациентам проводилось ортопедическое лечение металлокерамическими искусственными коронками.

Пациенты были распределены на две группы. Первую группу составили 20 пациентов (11 мужчин и 9 женщин), ортопедическое лечение которым проводилось металлокерамическими искусственными коронками, каркасы которых изготавливали традиционным методом литья. Всего было получено 20 каркасов искусственных коронок.

Вторую группу составили 20 пациентов (13 мужчин и 7 женщины), ортопедическое лечение которым проводилось металлокерамическими искусственными коронками, каркасы которых изготавливали методом фрезерования. Цифровое изображение зубных рядов было получено с помощью внутриротового лазерного сканера iTero Cadent (США). Затем в программном обеспечении DentalCAD2.2 Valletta проводили моделирование каркасов искусственных коронок. Далее из титановой заготовки Titan-Blank в фрезерно-шлифовальном станке KaVo ARCTICA Engine изготавливали каркасы металлокерамических искусственных коронок. Рабочие модели зубных рядов изготавливали с помощью 3D принтера Asiga Max UV из фотополимерного материала Freeprint model UV (DETAH, Германия). Всего было получено 20 каркасов искусственных коронок. В таблице 1 представлено распределение пациентов по группам с учетом гендерного признака.

Во всех группах осуществляли замер потраченного времени в клинике врачом стоматологом ортопедом и зубным техником в лаборатории при изготовлении каркасов металлокерамических искусственных коронок.

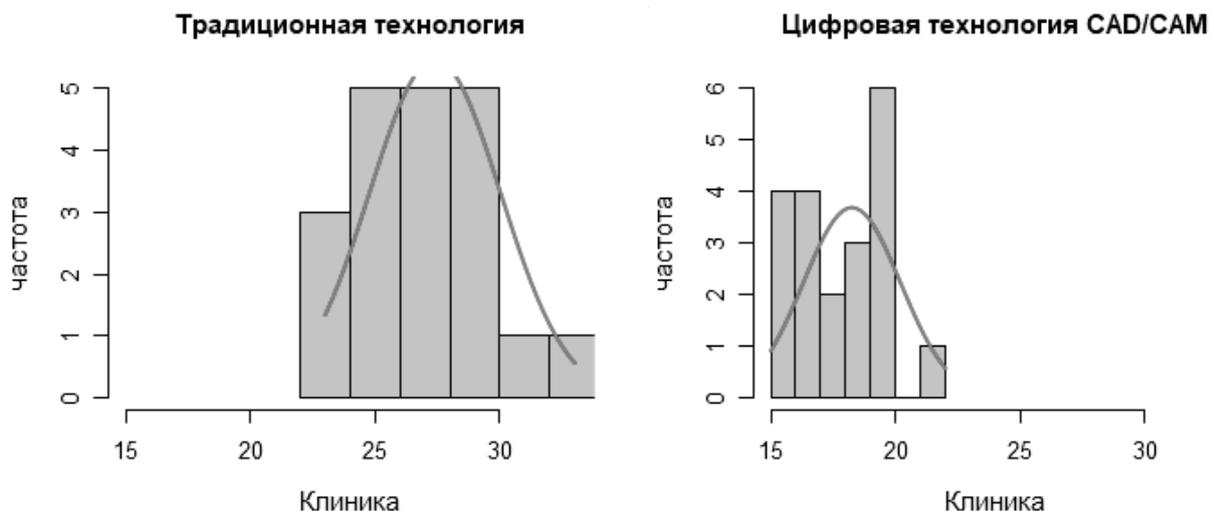


Рис. 1. Гистограммы распределения значений величины затраченного времени врачом стоматологом ортопедом в клинике при изготовлении каркаса металлокерамической искусственной коронки различными методами

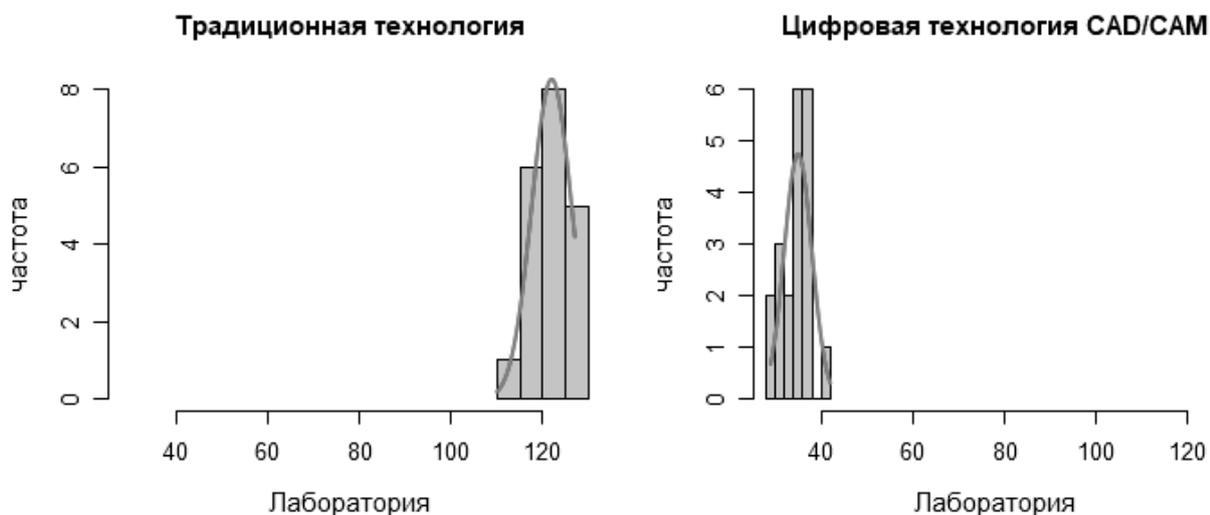


Рис. 2. Гистограммы распределения значений величины затраченного времени зубным техником в лаборатории при изготовлении каркаса металлокерамической искусственной коронки различными методами

нок. В таблице 2 приведены клиничко-лабораторные процедуры, время для проведения которых учитывалось в данном исследовании.

Изготовление каркаса металлокерамической коронки лабораторным методом включало в себя следующие процедуры: создание рабочих гипсовых моделей, восковое моделирование каркаса искусственной коронки, создание литниковой системы, паковка в опоку, выплавление воска в муфельной печи Vego Miditherm,

литье в литейной установке Vego Nautilus, постобработку и припасовку готового каркаса.

В эксперименте участвовало 2 врача стоматолога ортопедов и 2 зубных техника, каждый из которых принимал участие в изготовлении 10 металлокерамических искусственных коронок в каждой группе.

Время изготовления моделей челюстей с помощью 3D принтера Asiga Max UV и время изготовления карка-

Таблица 3. Описательные статистики распределения значений величины затраченного времени для изготовления каркасов металлокерамических коронок различными методами (n – количество искусственных коронок)

Время протезирования	n	Среднее ± стандартное отклонение	Медиана	Минимум	Максимум	25-й процентиль	75-й процентиль	Стандартная ошибка среднего
Цифровой метод (CAD/CAM)								
Клиническое	20	18,25 ± 1,943	18,50	15,00	22,00	17,00	20,00	0,43
Лабораторное	20	34,95 ± 3,017	35,00	29,00	42,00	33,50	37,00	0,67
Общее время	20	53,2 ± 3,503	53,50	46,00	60,00	50,75	55,25	0,78
Традиционный метод								
Клиническое	20	27,40 ± 2,624	27,00	23,00	33,00	25,75	29,25	0,59
Лабораторное	20	122,00 ± 4,334	122,5	110,0	127,0	119,8	125,2	0,97
Общее время	20	149,30 ± 5,204	151,0	139,0	158,0	146,2	153,0	1,16

Таблица 4. Результаты сравнения независимых групп методом Манна-Уитни

Время протезирования	W	p
Клиническое	400	0,00000006***
Лабораторное	400	0,00000006***
Общее время	400	0,00000006***

Примечание «***» — различия статистически значимы по критерию Манна-Уитни с уровнем значимости $p < 0,0166667$.

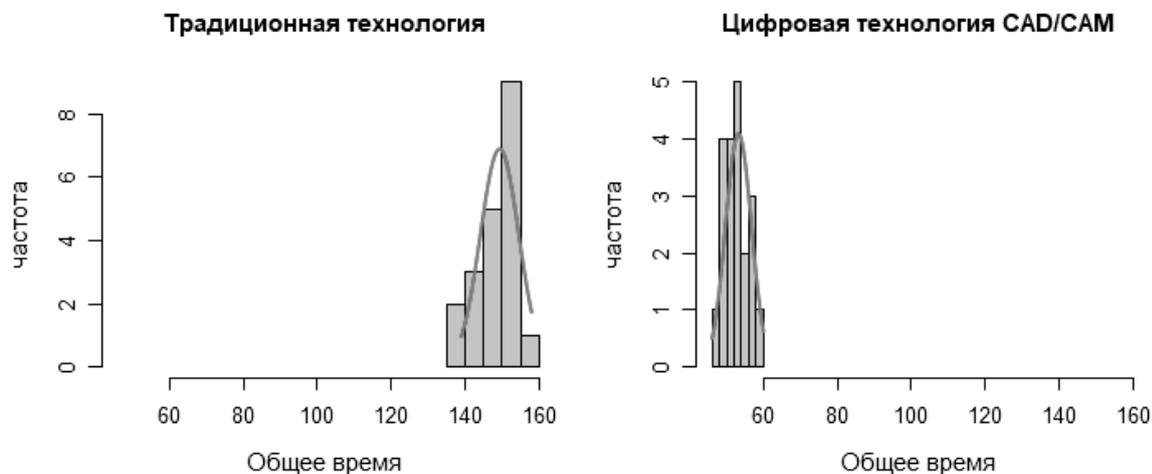


Рис. 3. Гистограммы распределения значений величины общего затраченного времени зубным техником в лаборатории и врачом стоматологом ортопедом в клинике при изготовлении каркаса металлокерамической искусственной коронки различными методами

сов металлокерамических искусственных коронок CAD/CAM системы KaVo ARCTICA Engine в среднем составляет 120 мин. Это время не учитывалось, т.к. 3D печать и фрезерование полностью автоматизированные процессы и не требуют присутствия зубного техника, который это время может потратить на другие производственные дела. В данном исследовании учитывалось только время, потраченное на виртуальное моделирование каркаса искусственной коронки и моделей челюстей и время

необходимое для постобработки (ультразвуковой очистки) созданных с помощью 3D принтера моделей челюстей.

Результаты исследования и их обсуждение

Визуальный анализ гистограмм (рис. 1, 2, 3) и описательные статистики (таблица 2) позволяют качественно

оценить характеристики распределения значений величины затраченного времени для изготовления провизорных конструкций различными методами. На основании этих данных был сделан вывод о том, что распределения значений признаков во всех группах отличаются от нормального (наблюдается ярко выраженная асимметрия, мультимодальность). В связи с этим для анализа данных целесообразно было применение непараметрических статистических методов (U-критерий Манна-Уитни).

Нулевую гипотезу при статистическом анализе обозначили следующим образом $H_0 = \{\text{между полученными в разных условиях показателями существуют лишь случайные различия}\}$. В данном исследовании нулевая гипотеза отвергается на уровне статистической значимости $p < 0,0166667$, т.е. вероятность ошибочного признания различий значимыми меньше $0,0166667$. При расчете критического уровня значимости была введена поправка Бонферрони для учета множественных сравнений: $0,0166667 = 0,05 / 3$, где $0,05$ — общепринятое значение критического уровня значимости для одинарного сравне-

ния в медико-биологических исследованиях, а 3 — число сравнений. В таблице 3 приведены значения W-критерия Манна-Уитни и соответствующие ему уровни значимости r для каждого признака для сравнения всех групп.

На основании полученных данных было установлено, что для изготовления каркаса металлокерамической коронки с помощью CAD/CAM KaVo ARCTICA из титановой заготовки Titan-Blank врачу стоматологу ортопеду и зубному технику необходимо затратить — $53,2 \pm 3,503$ мин., с помощью лабораторного метода — $149,30 \pm 5,204$ мин.

Заключение

Полученные данные позволили нам сделать вывод о том, что изготовление каркаса металлокерамической искусственной коронки с применением современных цифровых технологий (CAD/CAM-системы, внутриротового лазерного сканирования и 3D принтера) требует в 2,8 раза меньше времени по сравнению с традиционными методами литья ($p < 0,0166667$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Жулев Е.Н., Вокулова Ю. А. Изучение качества внутреннего прилегания каркасов искусственных коронок, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий // Journal of science. Lyon 2020;1 (4): 24–27.
2. Жулев Е.Н., Вокулова Ю. А. Изучение размерной точности каркасов металлокерамических искусственных коронок, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий // Danish Scientific Journal 2020; 1 (34): 3–9.
3. Жулев Е.Н., Вокулова Ю. А. Сравнительная оценка размерной точности каркасов искусственных коронок, изготовленных с помощью традиционных и цифровых технологий // Norwegian Journal of development of the International Science 2020; 2 (39): 12–16.
4. Вокулова Ю.А. 2017. Разработка и внедрение цифровых технологий при ортопедическом лечении с применением несъемных протезов зубов. Автореф. дис. ... кандидата медицинских наук. Нижний Новгород, 22.
5. Карякин Н.Н., Горбатов Р. О. 2019. 3D-печать в медицине. М., ГЭОТАР-Медиа: 240.
6. Лебедеко И.Ю., Арутюнов С. Д., Ряховский. 2016. Ортопедическая стоматология: национальное руководство. М., ГЭОТАР-Медиа: 824.
7. Массирони, Д. Точность и эстетика. Клинические и зуботехнические этапы протезирования зубов / Д. Массирони, Р. Пасчетта, Д. Ромео // М.: ИД Азбука: 2008. — 464 с.
8. Розенштиль С.Ф. 2010. Ортопедическое лечение несъемными протезами. М., Медпресс: 940.
9. Ряховский, А. Н. Цифровая стоматология. М.: ООО «Авантис», 2010. 282 с.
10. Смит Б., Хоу Л. 2010. Коронки и мостовидные протезы в ортопедической стоматологии. Пер. с англ.; под общ. ред. Е. Ю. Новикова. М., МЕДпресс-информ, 344.
11. Шустова В.А., Шустов М. А. Применение 3D-технологий в ортопедической стоматологии. СПб: СпецЛит, 2016. 159 с.

© Вокулова Юлия Андреевна (vokulova@rambler.ru), Жулев Евгений Николаевич (hrustalev54@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УРОВНЯ ФАКТОРОВ РОСТА (PDGF-BB, EPO И HGF) ПРИ РАКЕ ТОЛСТОЙ КИШКИ

DIAGNOSTIC ASPECTS OF THE LEVEL OF GROWTH FACTORS (PDGF-BB, EPO AND HGF) IN COLON CANCER

**S. Volkov
S. Lobanov
A. Yashnov
O. Konovalova**

Summary. The article presents the results of a study of the level of growth factors in the blood serum of patients with cancer of the left half of the colon. On average, in cancer patients the level of such comparable substances as EGF, HGF, M-CSF, PDGF-AA, PDGF-BB was several times higher than in the control group ($p < 0.05$). It was also found that at the age of over 50, the level of Angio protein-2, G-CSF, EPO, M-CSF, PDGF-AA, PDGF-BB, VEGF is higher than at the age of up to 50 ($p < 0.05$). The revealed patterns made it possible to create an additive model for the formation of possible risk groups for the development of colon cancer. It was confirmed that the assessment of the level of HGF, EPO, PDGF-BB in blood plasma, in combination with age data, is an additional criterion in the early diagnosis of colon cancer.

Keywords: colon cancer, growth factors, diagnostic markers, test systems, blood tests.

Волков Степан Владимирович

Ассистент, ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России
vsv_19@mail.ru

Лобанов Сергей Леонидович

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России
slobanov15@mail.ru

Яшнов Алексей Александрович

К.м.н., ассистент, ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России
alexyashnov@mail.ru

Коновалова Ольга Геннадьевна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Минздрава России
konovalovaolgagen@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования уровня факторов роста в сыворотке крови больных раком левой половины толстой кишки. Выявлено, что у онкологических пациентов уровень таких сравнимых веществ как EGF, HGF, M-CSF, PDGF-AA, PDGF-BB был выше, чем в контрольной группе в несколько раз ($p < 0,05$). Так же установлено, что в возрасте старше 50 лет уровень Angio protein-2, G-CSF, EPO, M-CSF, PDGF-BB, PDGF-AA, VEGF более высокий, чем в возрасте до 50 лет ($p < 0,05$). Выявленные закономерности позволили создать аддитивную модель для формирования возможных групп риска по развитию рака толстой кишки. Достоверно подтверждено, что оценка уровня HGF, EPO, PDGF-BB в плазме крови, в сочетании с возрастными данными, является дополнительным критерием в ранней диагностике рака толстой кишки.

Ключевые слова: рак толстой кишки, факторы роста, диагностические маркеры, тест-системы, исследование крови.

Введение

Проблемы диагностики рака толстой кишки (РТК) на ранних стадиях связаны с длительным бессимптомным течением опухолевого процесса. Заболеваемость РТК в Российской Федерации в последние годы заметно растёт, более того около 50% случаев РТК выявляется уже на III–IV стадии болезни, когда появляется отчётливая клиническая картина заболевания (Ассоциация онкологов России, 2019 г.).

Наряду с этим увеличивается удельный вес более молодых пациентов в возрасте до 50 лет [1]. Известно, что опухоли данной локализации, обнаруженные в поздних стадиях, имеют неблагоприятное течение и неудовлетворительные отдалённые результаты. В связи с этим, поиск новых методов ранней диагностики РТК, несомненно, является актуальным.

Использование биологически активных веществ (БАВ) в качестве потенциальных онкомаркеров вызыва-

Таблица 1. Факторы роста (средние значения, пг / мл)

Факторы роста	Пациенты		P
	Основная группа	Группа клинического сравнения	
Angioprotein-2	9,5	9,8	>0,05
EGF	291	178,0	0,018
EPO	411	147,0	>0,05
FGF-basic	9,5	8,7	>0,05
G-CSF	23,1	15,5	>0,05
GM-CSF	3,4	3,1	>0,05
HGF	306,4	70,4	<0,0001
M-CSF	114,5	56,5	0,008
PDGF-AA	12027,4	1251,0	0,0004
PDGF-BB	14329,2	4338,1	0,022
CSF	49,7	36,8	>0,05
TGF- α	7,4	7,6	>0,05
VEGF	600,0	290,4	>0,05

ет все больший интерес среди учёных и представляется достаточно перспективным. Так в ряде исследований установлено, что уровень некоторых факторов роста (EGF, HGF, TGF- β , VEGF, PDGF, IP-10, FGF-2, G-CSF, GM-CSF, TNF α и VEGF-A) [2,3,4,5], значительно отличается при РТК относительно контрольной группы. Указанные наблюдения могут свидетельствовать о перспективности использования этих показателей, в качестве вероятных маркеров опухолевого процесса и требуют дальнейшего изучения.

Цель работы

Определить уровень факторов роста в сыворотке крови больных раком левой половины толстой кишки и оценить возможность использования этих данных в диагностике опухолевого процесса.

Материалы и методы

Основная группа включала 63 пациента, оперированных по поводу рака (аденокарциномы) левой половины ободочной кишки (нисходящий, сигмовидный, ректосигмоидный отделы) с I T₁₋₂N₀M₀, II T_{3-4a}N₀M₀, III T₁₋₂N₁M₀ стадиями опухолевого процесса. Только у пяти пациентов был выявлен метастаз в одном регионарном лимфоузле. Остальные пациенты были без регионарного метастазирования. У всех пациентов до госпитализации опухоль была подтверждена посредством колоноскопии с последующим гистологическим исследованием. Среди них 32 мужчины и 31 женщина в возрасте от 20 до 75 лет. Средний возраст пациентов составил 57,7 \pm 3,8 года. Пациенты не получали какого-либо лечения в предоперационном периоде. Группа клинического сравнения в количестве 25 человек составили пациенты с хроническим геморроем вне обострения, которым проводилась колоноскопия. Паци-

енты основной и группы клинического сравнения дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Забор крови у пациентов основной группы осуществлялся в день операции до ее начала. У пациентов группы клинического сравнения кровь брали после исключения рака толстой кишки (после колоноскопии). Исследование крови осуществлялось с помощью тест-системы (BioLegend): мультиплексный набор для определения факторов роста (Angiopoietin-2, (Ang-2), EGF, EPO, FGF-basic, G-CSF, GM-CSF, HGF, M-CSF, PDGF-AA, PDGF-BB, SCF, TGF- α , VEGF).

Статистика

Статистическая обработка полученных данных выполнялась при помощи программы Statistica, версии 10.0.

Проверка нормальности распределения значений переменных в группах наблюдения проводилась с использованием критерия Шапиро-Уилка, распределение принималось нормальным, если $p > 0,05$. Для оценки значимости статистических различий между исследуемыми группами при отсутствии нормального распределения переменных использовали непараметрический ранговый критерий Краскела-Уолиса.

Сила корреляции оценивалась, как статистически значимая, при $p < 0,05$. Для анализа корреляционной связи между исследуемыми признакам применялся коэффициент корреляции Пирсона (для нормально распределённых переменных) и коэффициент корреляции Спирмена (если распределение переменных отличалось от нормального). Сила корреляционной связи между признаками оценивалась по коэффициенту r .

Таблица 2. Уровень исследуемых веществ у пациентов разных возрастных групп

Определяемые параметры	Основная группа		Группа клинического сравнения				
	Angio protein-2	G-CSF	EPO	M-CSF	PDGF-AA	PDGF-BB	VEGF
Название вещества							
Уровень вещества (пг/мл) 50–75 лет	12,7	26,4	245,6	95,2	4222,8	12074,8	536
Уровень вещества (пг/мл) 20–49 лет	3,8	10,7	104,5	43,3	661,7	3310,3	234,5
Корреляция Спирмена	0,037	0,06	-0,23	-0,314	-0,216	-0,252	-0,25
Корреляция Гамма	0,026	0,08	-0,22	-0,314	-0,213	-0,258	-0,236
Корреляция Тау Кендалла	0,025	0,08	-0,17	-0,242	-0,164	-0,199	-0,182
P	0,022	0,04	0,037	0,013	0,037	0,022	0,051

Таблица 3. Составляющие аддитивной модели

Предиктор	Коэффициент	ОШ [95% ДИ]	Wald χ^2	p
Константа	-12,3		12,87	0,000334
Возраст	0,1639	1.18 [1.09–1.32]	11,542	0,00068
HGF	0,01944	1.02 [1.01–1.04]	5,93	0,0149
PDGF-BB	-0,00045	1 [0.999–1]	4,857	0,0275
EPO	0,0239	1.02 [1.01–1.05]	4,116	0,0425

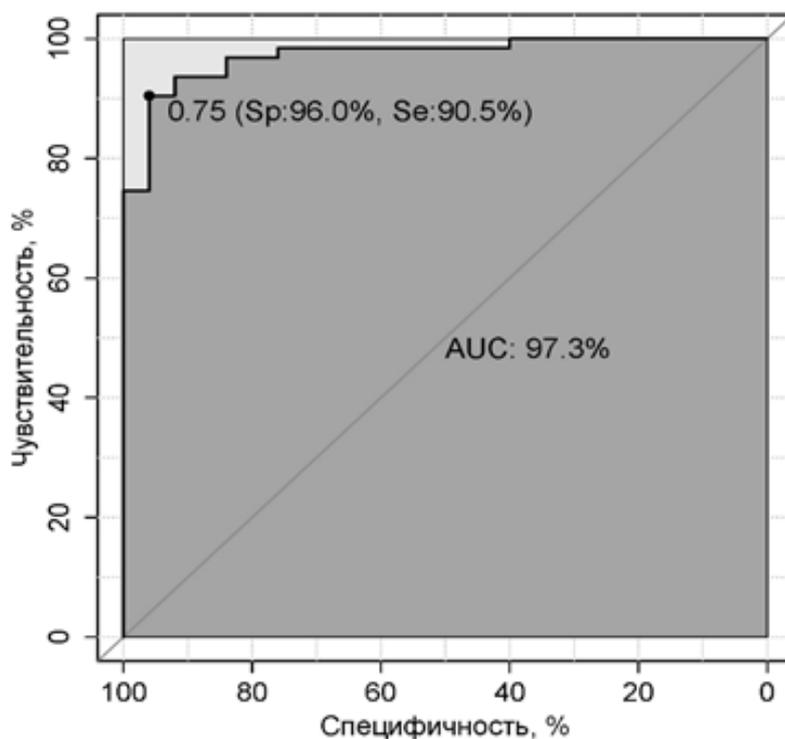


Рис. 1. Результаты ROC анализа аддитивной модели

Результаты

В результате сравнения картины крови онкологических больных и группы клинического сравнения, выявлены отличия количественного состава некоторых факторов роста (Таблица 1).

Критерий Краскела-Уолиса (Kruskal-Wallis test)

В среднем, у онкологических пациентов уровень таких сравниваемых веществ как EGF, HGF, M-CSF, PDGF-AA, PDGF-BB был выше, чем в контрольной группе в несколько раз, что является статистически значимым ($p < 0,05$).

Так же установлена статистически значимая зависимость уровня исследуемых веществ от возраста пациентов. Последние были разделены на до и старше 50 лет, так как эта возрастная граница наиболее чётко показывает различие данных. Выявлено ($p < 0,05$), что в возрасте старше 50 лет уровень Angio protein-2, G-CSF, EPO, M-CSF, PDGF-AA, PDGF-BB, VEGF более высокий, чем в возрасте до 50 лет. Различие статистически значимо (Таблица 2).

При различном сочетании полученных данных, установлена группа веществ (PDGF-BB, EPO и HGF), которая наиболее ярко выражает и подчёркивает выявленные закономерности. Это позволило создать аддитивную модель (чувствительность 96%, специфичность 90,5%) для формирования возможных групп риска по развитию рака толстой кишки:

$$B = B_0 + B_1 * X_1 + \dots + B_n * X_n$$

$$B = -12,3 + 0,1639 * \text{Возраст} + 0,019 * \text{HGF} - 0,00045 * \text{PDGF-BB} + 0,024 * \text{EPO}$$

$$p(\text{ИСХОД}) = \frac{1}{1 + e^{-B}}$$

При интервале AUC=90–100% — качество модели отличное; при 80–90% — хорошее; 70–80% — среднее; при 60–70% — слабое и при интервале 50–60% — неудовлетворительное.

Обсуждение

Известно, что автономность существования опухоли достигается продукцией для себя факторов роста, рецепторов к факторам роста, обеспечивающих свой собственный рост изнутри. Опухлеассоциированные фибробласты считаются наиболее важными элементами клеточного микроокружения опухоли и являются активными участниками канцерогенеза [6]. Последние продуцируют сигнальные белки, в частности HGF,

которые стимулируют пролиферацию клеток опухоли [7], экспрессируют факторы ангиогенеза, имеющие особое значение для развития опухоли: PDGF, VEGF [8], что прослеживается и в нашем исследовании.

Подтверждено, что PDGF и HGF способствуют пролиферации и инвазии эпителиальных раковых клеток толстой кишки [9, 10]. Более того, способность к метастазированию, преимущественно усиливаются с помощью HGF [11]. В одном из исследований оценивали уровень сразу нескольких потенциальных маркеров рака толстой кишки (CCR5, CCL5, PDGF-BB и EphA7). Сделан вывод, что повышенный уровень PDGF-BB может быть использован в ранней диагностике РТК [12].

При этом неоднозначное мнение складывается о EPO. Не однократно подтверждалось, что у пациентов с колоректальным раком уровни EPO выше, чем у здоровых людей, но это вполне могло быть связано с гипоксемией, вызванной анемией, обычно присутствующей в этом состоянии [13]. Нами, в настоящем исследовании выявлены статистически значимые отличия уровня PDGF-BB, EPO и HGF в основной и контрольной группах.

Возраст один из важных факторов риска РТК. Появляется все больше данных о росте числа молодых людей в возрасте до 50 лет с РТК [1]. В настоящем исследовании прослеживалось увеличение уровня PDGF-BB и EPO с увеличением возраста пациентов как контрольной, так и основной групп, но статистическая достоверность подтверждена лишь в группе контроля. Этот факт является очередным подтверждением того, что опухолевый процесс находится во взаимосвязи с концентрацией тех или иных биологически активных веществ.

Дополнительно к имеющимся в литературе сведениям [14], нами проведен анализ взаимосвязи клинико-морфологических характеристик опухоли (размер, форма роста), наличия болевого синдрома, опухолевого стеноза и концентрации изучаемых биологически активных веществ. По всем указанным параметрам статистически достоверных отличий не обнаружено. В связи с этим мы сочли возможным не приводить указанные данные в настоящей работе.

Полученные результаты позволяют систематизировать выявленные закономерности в конкретную универсальную аддитивную модель для максимально раннего выявления потенциальной группы риска и последующих диагностических мероприятий.

Таким образом, выявленные корреляционные связи могут быть использованы в клинической практике для ранней диагностики РТК.

Выводы

1. установлено, что уровень содержания HGF, PDGF-BB в плазме крови больных РТК достоверно отличается от таковых в группе людей с неопухолевой патологией, а ЕРО выше у пациентов старше 50 лет в обеих группах.

2. созданная аддитивная модель может быть использована в качестве одного из критериев в комплексной диагностике раннего рака толстой кишки, что позволит оптимизировать лечебную тактику и использовать хирургический метод лечения РТК в качестве основного и единственного.

ЛИТЕРАТУРА

- Weinberg B, Marshall J. Colon Cancer in Young Adults: Trends and Their Implications. *Curr Oncol Rep.* 2019 Jan 18;21(1):3. doi: 10.1007/s11912-019-0756-8
- Üçüncü M, Serilmez M, Sarı M, Bademler S, Karabulut S. The diagnostic significance of PDGF, EphA7, CCR5, and CCL5 Levels in Colorectal Cancer. *Biomolecules.* 2019 Sep 9;9(9). pii: E464. doi: 10.3390/biom9090464.
- Krzystek-Korpaczka M, Zawadzki M, Kapturkiewicz B, Lewandowska P, Bednarz-Misa I, Gorska S, Witkiewicz W, Gamian A. Subsite heterogeneity in the profiles of circulating cytokines in colorectal cancer. *Cytokine.* 2018 Oct;110:435-441. doi: 10.1016/j.cyto.2018.05.015.
- Lian G, Chen S, Ouyang M, Li F, Chen L, Yang J. Colon cancer cell secretes EGF to promote M2 polarization of TAM through EGFR/PI3K/AKT/mTOR pathway. *Technol Cancer Res Treat.* 2019 Jan 1;18:1533033819849068. doi: 10.1177/1533033819849068.
- Herrera A, Herrera M, Guerra-Perez N, Galindo-Pumariño C, Larriba MJ, García-Barberán V, Gil B, Giménez-Moyano S, Ferreiro-Monteagudo R, Veguillas P, Candia A, Peña R, Pinto J, García-Bermejo ML, Muñoz A, García de Herreros A, Bonilla F, Carrato A, Peña C. Endothelial cell activation on 3D-matrices derived from PDGF-BB-stimulated fibroblasts is mediated by Snail1. *Oncogenesis.* 2018 Sep 24;7(9):76. doi: 10.1038/s41389-018-0085-z.
- Зибиров П.Ф., Мозеров С.А. Характеристика клеточного микроокружения опухоли. *Онкология. Журнал Им. П.А. Герцена.* 2018;2:67-72. URL : <https://www.mediasphera.ru/issues/onkologiya-zhurnal-im-p-a-gertsena/2018/2/12305218X2018021067/annotation>
- Cirri P, Chiarugi P. Cancer-associated-fibroblasts and tumour cells: a diabolic liaison driving cancer progression. *Cancer Metastasis Rev.* 2012;31(1-2):195-208. <https://doi.org/10.1007/s10555-011-9340-x>
- Kamińska K, Szczylik C, Bielecka ZF, Bartnik E, Porta C, Lian F, Czarnecka AM. The role of the cell-cell interactions in cancer progression. *J Cell Mol Med.* 2015;19(2):283-296. <https://doi.org/10.1111/jcmm.12408>
- Li F, Zhu Y-T. HGF-activated colonic fibroblasts mediates carcinogenesis of colonic epithelial cancer cells via PKC-cMET-ERK1/2-COX-2 signaling. *Cell Signal.* 2015 Apr;27(4):860-6. doi: 10.1016/j.cellsig.2015.01.014
- Moench R, Grimmig T, Kannen Y, Tripathi S, Faber M, Chandraker A, Lissner R, Germer K-T, Maria Waaga-Gasser A, Gasser M. Exclusive inhibition of PI3K/Akt/mTOR signaling is not sufficient to prevent PDGF-mediated effects on glycolysis and proliferation in colorectal cancer. *Oncotarget.* 2016 Oct 18;7(42):68749-68767. doi: 10.18632/oncotarget.11899
- Yao J-F, Li X-J, Yan L-K, He S, Zheng J-B, Wang X-R, Zhou P-H, Zhang L. Role of HGF/c-Met in the treatment of colorectal cancer with liver metastasis. *J Biochem Mol Toxicol.* 2019 Jun;33(6):e22316. doi: 10.1002/jbt.22316
- Üçüncü M, Serilmez M, Sarı M, Bademler S, Karabulut S. The Diagnostic Significance of PDGF, EphA7, CCR5, and CCL5 Levels in Colorectal Cancer. *Biomolecules.* 2019 Sep 9;9(9):464. doi: 10.3390/biom9090464
- Bessler H, Herman-Edelstein M, Djaldetti M. About the interconnection between Erythropoietin, Mononuclears and colon carcinoma cells. *International Journal of Hematology and Blood Disorders.* 2018 Oct 9;9(9):464. doi: 10.15226/2639-7986/3/3/00126
- Sinha A, Kumar S. Prognostic value of Epidermal growth factor receptor in colorectal carcinoma. *Journal of Clinical and Diagnostic Research.* 2018 March; 12(3):1-4. doi:10.7860/JCDR/2018/34864.11234.

© Волков Степан Владимирович (vsv_19@mail.ru), Лобанов Сергей Леонидович (slobanov15@mail.ru), Яшнов Алексей Александрович (alexyashnov@mail.ru), Коновалова Ольга Геннадьевна (konovalovaolga@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ И УРОВНЯ ДЕПРЕССИИ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ ПОЧЕК НА ПРОГРАММНОМ ГЕМОДИАЛИЗЕ

TUDY OF QUALITY OF LIFE AND LEVEL OF DEPRESSION IN PATIENTS WITH CHRONIC KIDNEY DISEASE UNDER PROGRAM HEMODIALYSIS

A. Kardangusheva
I. Almova
A. Budnik
A. Pshukova
D. Urusbieva
K. Pshukov

Summary. The article examines the prevalence of depression in patients with chronic kidney disease (CKD) C5 receiving programmed hemodialysis (PGD) therapy and its impact on quality of life (QOL). In 2018, 86 patients (60 men and 26 women) with CKD C5 receiving PGD treatment were examined at the North Caucasus Nephrology Center LLC. The average age of patients was 55.5 ± 13.9 years. The level of depression on the CES-D scale, the level of QOL—according to the KDQOL-SF™ questionnaire. The population of CKD C5 patients receiving PGD therapy examined by the authors is characterized by a high prevalence of depression. Symptoms of depression negatively affect the QOL of patients with CKD C5 on PGD. The introduction of the methods used to assess QOL and depression in the protocol of management of patients with CKD C5 in dialysis centers will allow monitoring the indicators of QOL and symptoms of depression in patients for timely correction of their treatment. The results obtained by us can be used in planning psychological and psychopharmacological support of patients on PGD.

Keywords: chronic kidney disease, quality of life, depression, program hemodialysis.

Кардангушева Аксана Мухамедовна

Д.м.н., доцент, Кабардино-Балкарский
государственный университет им. Х. М. Бербекова,
Нальчик
kardangush@mail.ru

Альмова Ирина Хаджиисмаиловна

К.м.н., доцент, Кабардино-Балкарский
государственный университет им. Х. М. Бербекова,
Нальчик
almovairina@mail.ru

Будник Антонина Францевна

К.м.н., доцент, Кабардино-Балкарский
государственный университет им. Х. М. Бербекова,
Нальчик
budnik74@mail.ru

Пшукова Альбина Анатольевна

Доцент, Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х. М. Бербекова, Нальчик
albina.75.75@bk.ru

Урусбиева Джаннета Магомедовна

К.м.н., доцент, Кабардино-Балкарский
государственный университет им. Х. М. Бербекова,
Нальчик
j_urusbieva1@mail.ru

Пшуков Каземир Русланович

Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х. М. Бербекова, Нальчик
kazik.pshukov@bk.ru

Аннотация. В статье изучается распространенность депрессии у пациентов с хронической болезнью почек (ХБП) C5, получающих терапию программным гемодиализом (ПГД) и его влияние на качество жизни (КЖ). На базе ООО «Северо-Кавказский Нефрологический Центр» в 2018 г. обследованы 86 пациентов (60 мужчин и 26 женщин) с ХБП C5, получающих лечение ПГД. Средний возраст пациентов составил $55,5 \pm 13,9$ лет. Уровень депрессии по шкале CES-D, уровень КЖ — по опроснику KDQOL-SF™. Обследованная авторами популяция пациентов ХБП C5, получающих терапию ПГД, характеризуется высокой распространенностью депрессии. Симптомы депрессии негативно воздействуют на КЖ пациентов с ХБП C5 на ПГД. Внедрение использованных нами методик оценки КЖ и уровня депрессии в протокол ведения пациентов с ХБП C5 в диализных центрах позволит мониторить показатели КЖ и симптомов депрессии пациентов для своевременной коррекции их лечения. Полученные нами результаты можно использовать при планировании психологического и психофармакологического сопровождения пациентов на ПГД.

Ключевые слова: хроническая болезнь почек, качество жизни, депрессия, программный гемодиализ.

Введение

Совершенствование тактики ведения пациентов с хронической болезнью почек (ХБП) С5, в частности улучшение технологии заместительной почечной терапии, позволило увеличить продолжительность жизни пациентов и обусловило актуальность улучшения ее качественного содержания. Вместе с тем, особенности диализной терапии, а именно длительность лечения, зависимость пациента от медицинской аппаратуры и персонала, продолжительность сеансов гемодиализа, ограничения, касающиеся свободы передвижения, питания, питьевого режима, инвалидизация, потеря работы с последующим ограничением круга общения, изменение собственной внешности, прием лекарственных препаратов, возникновение половой дисфункции сказываются на психологическом состоянии пациентов, приводя к снижению качества жизни (КЖ) и развитию депрессивной симптоматики [1]. Известно, что популяция пациентов с терминальной почечной недостаточностью, получающая заместительную почечную терапию, характеризуется низкими показателями КЖ и высокой распространенностью депрессии [2, 3]. По данным Kimmel P.L., Sukor D., Cohen S.D. (2007), депрессия у пациентов с ХБП С5 диагностируется в 10–60% случаев, что значительно превышает распространенность депрессии среди популяции и негативно влияет на течение и исход коморбидной патологии, в частности наиболее распространенных в диализной популяции сердечно-сосудистых заболеваний [4, 5]. По данным различных исследователей, выраженность депрессии у пациентов, получающих заместительную почечную терапию, тесно связана с выживаемостью [6,7].

Качество жизни представляет собой интегральную характеристику физической, эмоциональной и социальной активности пациента, основанную на его субъективном восприятии [8]. В ряде исследований установлены тесные корреляции между КЖ и выживаемостью пациентов на гемодиализе [9, 10]. Изучение КЖ пациентов в повседневной практике позволяет с большей точностью определять меры их социальной и медицинской реабилитации. По мере совершенствования методов медицинской реабилитации расширяются возможности трудовой реабилитации и повышается КЖ пациентов.

Несмотря на то, что актуальность исследования различных аспектов КЖ и уровня депрессии у пациентов с терминальной почечной недостаточностью в зависимости от вида терапии, данная проблема требует дальнейшей разработки.

Цель исследования

Изучить распространенность депрессии у пациентов с ХБП С5, получающих терапию программным гемодиализом (ПГД) и его влияние на КЖ.

Материалы и методы

В 2018 г. на базе ООО «Северо-Кавказский Нефрологический Центр» мы обследовали 86 пациентов (60 мужчин и 26 женщин) с ХБП С5, получающих лечение ПГД. Средний возраст пациентов составил $55,5 \pm 13,9$ лет. Социально-демографическая характеристика пациентов обследованных пациентов представлена в табл. 1. Обращает на себя внимание преобладание среди обследованных нами пациентов мужчин, пациентов в возрасте младше 60 лет и имеющих среднее образование. Лишь 25,6% пациентов имели семьи. Подавляющее большинство пациентов (95,3%) на момент исследования являлись инвалидами.

В лечении пациентов использовали стандартный режим гемодиализа — 3 раза в неделю продолжительностью от 4 часов. Сосудистый доступ у 78 пациентов обеспечивался артериовенозной фистулой и у 8 — центральным венозным катетером. Продолжительность диализного стажа у пациентов варьировала от 1 месяца до 9 лет и 8 мес. Параметры диализной программы, тактика ведения больных, а также адекватность диализа определяли по действующим клиническим рекомендациям [11, 12].

В исследование включали всех больных ХБП С5, получающих терапию ПГД в стандартном режиме — 3 раза в неделю по 4 ч. Критериями исключения пациентов из исследования были наличие острых воспалительных состояний или обострений хронических заболеваний в течение последнего месяца, наличие злокачественных новообразований, сердечной недостаточности III и IV функционального классов по NYHA, прогрессирующей стенокардии, нарушений ритма сердца и проводимости, состояния гипергидратации на момент обследования и несогласие самого пациента.

Для диагностики депрессии мы использовали одну из самых используемых в исследованиях шкал — шкалу депрессий CES-D (Center for Epidemiological Studies — Depression), разработанную в 1977 г. [13]. Опросник содержит 20 вопросов, и дает возможность предположить наличие симптомов депрессии. По результатам суммы баллов шкала предполагает отсутствие симптомов депрессии при наличии менее 18 баллов, легкого депрессивного состояния — 19–26 баллов и выраженного депрессивного состояния — более 26 баллов. Опросник рекомендован для использования терапевтами для предварительной диагностики депрессивной симптоматики.

Для исследования КЖ мы использовали опросник KDQOL-SF™, который был подготовлен в Институте здоровья США, переведен и валидизирован для исполь-

Таблица 1. Социально-демографическая характеристика пациентов с ХБП С5, получающих лечение ПГД

Параметры		Абсолютное количество (чел.)	Относительное количество (%)
Пол	Мужчины	60	69,8
	Женщины	26	30,2
Возраст (лет)	До 60 лет	62	72,1
	Старше 60 лет	24	27,9
Наличие семьи		22	25,6
Образование	Среднее и средне-специальное	64	74,4
	Высшее	24	25,6
Наличие инвалидности		82	95,3

Таблица 2. Частота депрессии по шкале CES-D у больных ХБП С5 на ПГД

Уровень депрессии	Мужчины		Женщины	
	N	%	N	%
Норма	8	13,3	2	7,6
Легкая депрессия	32	53,4	12	46,2
Депрессия средней тяжести	8	13,3	4	15,4
Тяжелая депрессия	12	20	8	30,8

зования в России [8]. Опросник KDQOL-SF™ включает в себя 36 пунктов, систематизированных в 8 шкал для оценки физического и психологического здоровья и 43 специфичны для диализных пациентов вопроса. Оценка каждого показателя по опроснику KDQOL-SF™ производится в баллах от 0 до 100: чем выше балл, тем выше КЖ.

Статистическую обработку результатов исследования мы проводили с использованием программы Statistica 6.0 (Statsoft Inc., USA). Результаты анализа представили как среднее и его стандартное отклонение для непрерывных переменных и как долю (в процентах) для категориальных переменных. За критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали значения $p < 0,05$. Для оценки взаимосвязи качественных признаков применяли метод корреляционного анализа [14].

Результаты и обсуждение

Частота депрессии по шкале CES-D у обследованных нами больных ХБП С5 на ПГД представлена в табл. 2.

Распространенность депрессии в нашем исследовании оказалась высокой: признаки депрессии среди обследованных нами пациентов не выявлены лишь

у 13,3% мужчин и 7,6% женщин. Легкая депрессия по шкале CES-D выявлена у 53,4% мужчин и 46,2% женщин, депрессия средней тяжести — у 13,3% мужчин и 15,4% женщин, а тяжелая депрессия — у 20% мужчин и 30,8% женщин.

При проведении корреляционного анализа установлены отрицательные умеренные статистически значимые связи уровня депрессии с большинством доменов КЖ, а именно, с общим состоянием здоровья ($R = -0,27$), физическим функционированием ($R = -0,32$), интенсивностью боли ($R = -0,29$), социальным функционированием ($R = -0,29$), жизненной активностью ($R = -0,46$), психическим здоровьем ($R = -0,55$), физическим компонентом здоровья ($R = -0,23$), психологическим компонентом здоровья ($R = -0,51$), бременем ХБП ($R = -0,48$), качеством социального взаимодействия ($R = -0,50$), когнитивными функциями ($R = -0,36$), симптомами ХБП ($R = -0,47$), влиянием ХБП ($R = -0,57$), сном ($R = -0,27$).

Сравнительный анализ оценок КЖ обследованных пациентов в зависимости от наличия у них депрессии по шкале CES-D продемонстрировал более высокие показатели по всем доменам у пациентов, набравших не более 17 баллов по шкале CES-D (табл. 3). Различия достигли уровня статистической значимости по доме-

Таблица 3. Показатели качества жизни пациентов с ХБП С5 на ПГД в зависимости от наличия депрессии (среднее значение ± стандартное отклонение)

Параметры качества жизни (баллы)	Пациенты, набравшие 18 и более баллов по шкале CES-D	Пациенты, набравшие менее 18 баллов по шкале CES-D	p
Физическое функционирование	24,7±22,7	26±20,9	0,864
Ролевое физическое функционирование	52,7±26,7	58,7±20,5	0,4963
Интенсивность боли	48,4±18,9	61±26,7	0,0630
Общее состояние здоровья	41,7±13,1	43,2±9,4	0,7275
Жизненная активность	45,1±18,9	53±17,5	0,2140
Социальное функционирование	48,3±16,5	62,5±16,7	0,0124
Ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием	66,7±29,8	65,4±14,5	0,8927
Психическое здоровье	47,5±15,2	66,4±17,5	0,0005
Суммарный физический компонент	30,7±6,5	30,5±9,2	0,9309
Суммарный ментальный компонент	37,0±6,2	44,1±3,9	0,0007
Симптомы и проблемы	60,9±15,7	75,8±19,3	0,0074
Влияние хронической болезни почек	51,6±17,4	66,3±19,3	0,0151
Бремя заболевания почек	23,4±17	29,7±9,9	0,2563
Трудоспособность	49,3±6,1	50	0,7194
Когнитивные функции	63,4±20,5	73,3±20,4	0,1546
Качество социального взаимодействия	62,1±14,9	81,3±8,2	0,0001
Сексуальные функции	80,0±13,2	100	0,0000
Сон	49,6±10,8	51±8,3	0,6945
Общее восприятие здоровья	48,3±6,1	54±19,6	0,0528
Удовлетворенность социальной поддержкой	54,6±17,5	63,3±17,2	0,1425
Поддержка со стороны диализного персонала	75,7±15,5	90±12,9	0,0065
Удовлетворенность пациента качеством медицинской помощи	65,4±16,9	56,7±8,6	0,1145

нам социального функционирования, психического здоровья, суммарного ментального компонента, симптомов и проблем, влияния ХБП, качества социального взаимодействия, сексуальных функций и поддержки со стороны диализного персонала.

По мнению Kimmel P.L. et al. [4] самым частым психическим расстройством у больных с ХБП С5, получающих терапию ПГД, является депрессия. Депрессия у пациентов, получающих заместительную почечную терапию, снижает комплаентность пациентов к лечению [16], увеличивает риск суицида, в т.ч. и пассивных форм последнего в виде отказа от лечения ПГД, а также статистически значимо снижает КЖ пациентов [1].

Таким образом, можно сделать вывод о негативном воздействии симптомов депрессии в виде высоких

баллов по опроснику CES-D, на КЖ пациентов с ХБП С5 на ПГД.

Заключение

Таким образом, обследованная нами популяция пациентов ХБП С5, получающих терапию ПГД, характеризуется высокой распространенностью депрессии. Установлено, что симптомы депрессии в виде высоких баллов по опроснику CES-D негативно воздействуют на КЖ пациентов с ХБП С5 на ПГД. Внедрение использованных нами методик оценки КЖ и уровня депрессии в протокол ведения пациентов с ХБП С5 в диализных центрах позволит мониторировать показатели КЖ и симптомов депрессии пациентов для своевременной коррекции их лечения. Полученные нами результаты можно использовать при планировании психологического и психофармакологического сопровождения пациентов на ПГД.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kimmel P.L., Cohen S. D., Weisbord S. D. Quality of life in patients with stage renal disease treated with hemodialysis: survival is not enough // *Nephrology*. 2008. Vol. 21. Suppl. 13. Pp. 54–59.
2. Бикбов Б.Т., Томилина Н. А. Состав больных и показатели качества лечения на заместительной терапии терминальной хронической почечной недостаточности в Российской Федерации в 1998–2013 гг. (Отчёт по данным российского регистра заместительной почечной терапии. Часть вторая) // *Нефрология и диализ*. 2016. № 18 (2). С. 98–164.
3. Васильева И. А. Качество жизни больных при лечении гемодиализом: биологические и психосоциальные факторы, методы оценки и подходы к коррекции: автореф. дис. . . . д-ра. псих. наук. СПб., 2010. 45 с.
4. Kimmel P.L., Cukor D., Cohen S. D. Depression in end-stage patients: a critical review // *Advances in chronic kidney diseases*. 2007. Vol. 14. No. 4. Pp. 328–334.
5. Bornivelli C., Aperis G., Giannikouris I. et al. Relationship between depression, clinical and biochemical parameters in patients undergoing hemodialysis // *J. Ren. Care*. 2012. Vol. 38. No. 2. Pp. 93–99.
6. Chilcot J., Wellsted D. Depression in end-stage renal disease: current advances and re-search // *Semin Dial*. 2010. Vol. 23. Pp.74–82.
7. Johnstone S. Depression management for hemodialysis patients: Using DOPPS data to further guide nephrology social work intervention // *Journal of Nephrology Social Work*. 2007. Vol. 26. Pp. 18–31.
8. Васильева И. А. Российская версия опросника Kidney Disease Quality of Life — Short Form (KDQOL-SF™) — ценного диагностического инструмента для оценки качества жизни больных на диализе // *Нефрология*. 2007. № 11. С. 64–70.
9. Cirillo M., Lombardi C., Chiricone D. et al. Early identification of kidney disease by eGFR: What is the prevalence of eGFR in the population? // *J. I Nephrology*. 2008. Vol. 21. Suppl. 13. Pp. 102–107.
10. Nobakht E., Cohen S. D. Editorial comment: Health-related quality of life in hemodialysis patients: An Iranian multi-center study // *NephroUrology Monthly*. 2014. No. 6 (2). Pp.169–186.
11. Строков А.Г., Гуревич К.Я., Ильин А. П., Денисов А. Ю., Земченков А. Ю., Андрусев А. М., Шутов Е. В., Котенко О. Н., Злоказов В. Б. Лечение пациентов с хронической болезнью почек 5 стадии (ХБП 5) методами гемодиализа и гемодиализации. Клинические рекомендации // *Программа непрерывного последипломного образования по нефрологии*. 2017. № 21 (3). С. 92–111. DOI: 10.24884/1561–6274–2017–3–92–111
12. KDIGO 2012. Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease // *Kidney Int Suppl*. 2013. Pp. 1–136.
13. Radloff L. S. The CES-D Scale: a self-report depression scale for research in the general population // *Appl. Psychol. Meas*. 1977. No. 1. Pp. 385–401.
14. Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica. М.: МедиаСфера, 2002.
15. Jin J., Sklar G., Li S. C. Factors affecting therapeutic compliance: a review from the patient's perspective // *Ther Clin Risk Manag*. 2008. Vol. 4. Pp. 269–286.

© Кардангушева Аксана Мухамедовна (kardangush@mail.ru),

Альмова Ирина Хаджиисмаиловна (almovairina@mail.ru), Будник Антонина Францевна (budnik74@mail.ru),
Пшукова Альбина Анатольевна (albina.75.75@bk.ru), Урусбиева Джаннета Магометовна (j_urusbieva1@mail.ru),

Пшуков Каземир Русланович (kazik.pshukov@bk.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У ПАЦИЕНТОВ С ДЕФИЦИТОМ МЕСТА В ЗУБНОМ РЯДУ

ELECTROMYOGRAPHIC PARAMETERS IN PATIENTS WITH A LACK OF SPACE IN THE DENTITION

A. Klimov
M. Rozhkova
A. Lepilin
A. Kondratyuk
S. Fishchev
I. Orlova

Summary. Introduction. Electromyography (EMG) of the masticatory muscles allows us to determine the degree of adaptation of patients to the new conditions of the masticatory-speech apparatus in the process of orthodontic and orthopedic treatment of patients with a lack of space in the dentition [4].

Goal. To study electromyographic parameters of the masticatory muscles proper in patients with crowding of teeth in the anterior part. *Materials and methods.* 42 patients aged 21–35 years were examined (26 women, 16 men) with crowding of teeth in the anterior part of the upper and lower jaws, which were treated with removable and non-removable orthodontic devices, the quality of treatment was assessed by changing the EMG indicators of plaster models and a computer tomogram. The comparison group consisted of 45 people aged 21–35 years (25 women, 20 men) with intact dentition and physiological types of bite. *Results.* EMG indicators of all groups of patients before treatment were lower than those obtained in the comparison group. *Conclusions:* EMG indicators of all groups of patients before treatment were lower than those obtained in the comparison group, and after treatment, the indicators approached the values of the comparison group.

Keywords: crowding of teeth, plaster models, dentition, orthodontic treatment.

Климов Андрей Геннадьевич

К.м.н., доцент, Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет Министерства здравоохранения РФ
pstom4@zdrav.spb.ru

Рожкова Мария Геннадьевна

Ассистент, Санкт-Петербургский государственный
педиатрический медицинский университет
Министерства здравоохранения РФ
rozmaria2010@yandex.ru

Лепилин Александр Викторович

Д.м.н., профессор, Саратовский государственный
медицинский университет имени В. И. Разумовского
Министерства здравоохранения РФ
lepilins@mail.ru

Кондратюк Андрей Александрович

Ассистент, Санкт-Петербургский государственный
педиатрический медицинский университет
Министерства здравоохранения РФ
kondratyuk.andrey@icloud.com

Фищев Сергей Борисович

Д.м.н., профессор, Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет Министерства здравоохранения РФ
super.kant@yandex.ru

Орлова Ирина Викторовна

К.м.н., доцент Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет Министерства здравоохранения РФ
orisha@mail.ru

Аннотация. Введение. Электромиография (ЭМГ) жевательных мышц позволяет определить степень адаптации пациентов к новым условиям жевательно-речевого аппарата в процессе ортодонтического и ортопедического лечения пациентов с дефицитом места в зубном ряду [4].

Цель. Изучить электромиографические показатели собственно жевательных мышц у пациентов со скученностью зубов в переднем отделе.

Материалы и методы. Обследовано 42 пациента в возрасте от 21–35 лет (женщин 26 человек, мужчин 16 человек) со скученностью зубов в переднем отделе верхней и нижней челюстей, которым проводили лечение съёмными и несъёмными ортодонтическими аппаратами. Качество лечения оценивали с помощью изменения показателей ЭМГ гипсовых моделей и компьютерной томограммы. Группой сравнения являлись 45 человек в возрасте 21–35 лет (женщин 25 человек, мужчин 20 человек) с интактными зубными рядами и физиологическими видами прикуса.



При постоянном прикусе у пациентов со скученным положением зубов СПЗ важнейшим диагностическим критерием является оценка наличия места в зубной дуге и выявление потребности в его увеличении. При скученном положении зубов риск возникновения кариеса и заболеваний тканей пародонта, неудовлетворительная гигиена усиливает риск развития стоматологических заболеваний. Скученность зубов — это патология зубных рядов, характеризующаяся тесным расположением зубов в результате имеющегося дефицита места — является одним из наиболее распространенных видов аномалий формирования зубных рядов, которая нередко является самостоятельной патологией [3].

Также было предложено определение длины переднего отрезка верхней зубной дуги в зависимости от суммы ширины коронок верхних резцов. При этом измеряется расстояние от срединной точки между центральными резцами с вестибулярной поверхности или режущего края по срединной линии челюсти до ее пересечения с линией, соединяющей точки Pont на первых премолярах [1, 2]. В норме длина переднего отрезка нижней ЗД должна быть на 2 мм меньше значения длины переднего отрезка верхней ЗД [3].

Диагноз СПЗ устанавливается на основании результатов клинических и рентгенологических обследований и при изучении контрольно-диагностических моделей челюсти. В ходе диагностики оценивается ширина зубного ряда в районе премоляров и моляров с использованием метода Пона, а также ширина апикальных базисов по Снагиной. При сравнении данных с индивидуальной нормой определяется выраженность изменений зубного ряда [5, 6].

Электромиографические показатели жевательных мышц позволяют оценить степень адаптации пациентов с дефицитом места в зубном ряду в процессе ортодонтического лечения [2, 7].

Результаты. ЭМГ показатели всех групп пациентов, до лечения были ниже показателей, полученных у лиц группы сравнения.

Выводы. ЭМГ показатели всех групп пациентов, до лечения были ниже показателей, полученных у лиц группы сравнения, а после лечения показатели приблизились к значениям группы сравнения.

Ключевые слова: скученность зубов, гипсовые модели, зубные ряды, ортодонтическое лечение.

Цель исследования

Изучить электромиографические показатели собственно жевательных мышц у пациентов со скученностью зубов в переднем отделе.

Материалы и методы

Обследовано 42 пациента в возрасте от 21–35 лет (женщин 26 человек, мужчин 16 человек) со скученностью зубов в переднем отделе верхней и нижней челюстей, которым проводили лечение съёмными и несъёмными ортодонтическими аппаратами (1 группа), 36 пациентов в возрасте 21–35 лет (женщин 24 человек, мужчин 12 человек) со скученностью зубов в переднем отделе верхней и нижней челюстей, которым проводили лечение несъёмными ортодонтическими аппаратами и сепарацию центральных резцов верхней и нижней челюстей (2 группа), 28 пациентов в возрасте 21–35 лет (женщин 15 человек, мужчин 13 человек) со скученностью зубов в переднем отделе верхней и нижней челюстей, которым проводили лечение несъёмными ортодонтическими аппаратами в сочетании удалении зубов (3 группа).

Группой сравнения являлись 45 человек в возрасте 21–35 лет (женщин 25 человек, мужчин 20 человек), с интактными зубными рядами и физиологическими видами прикуса. У пациентов 3 группы проводилось комплексное обследование с применением современных методов компьютерной диагностики и моделирования (ортодонтическое и хирургическое лечение). Пациентам 2 группы проводили комплексное обследование и компьютерную диагностику (ортодонтическое лечение с применением сепарации центральных резцов верхней и нижней челюстей). Пациентам 1 группы также проводили комплексное обследование и компьютерную диагностику (ортодонтическое лечение съёмными и несъёмными аппаратами).

Таблица 1. Амплитудные показатели ЭМГ (мкВ) мышц группы сравнения.

Показатели ЭМГ	Результаты показателей ЭМГ (мкВ) мышц:
	собственно жевательной
А н	372,9 ± 11,7
А м	423,4 ± 14,8

Таблица 2. Временные параметры ЭМГ группы сравнения.

Показатели ЭМГ	Результаты временных показателей ЭМГ (в сек.) мышц:
	собственно жевательные
БЭА	0,36 ± 0,03
БЭП	0,41 ± 0,03
«К»	0,90 ± 0,08
ДЦ	0,77 ± 0,12
К-во ДЦ	18,3 ± 1,7
ППЖ	14,2 ± 1,6

Таблица 3. Временные показатели собственно жевательных мышц пациентов 1 группы до лечения в секундах.

Показатели ЭМГ Группы 1	Результаты временных показателей ЭМГ (в сек.) мышц:	
	собственно жевательные	p
БЭА	0,44 ± 0,04	p<0,05
БЭП	0,38 ± 0,03	p<0,05
«К»	1,25 ± 0,07	p<0,05
ДЦ	0,82 ± 0,13	p<0,05
К-во ДЦ	28,5 ± 1,8	p<0,05
ППЖ	23,4 ± 1,60	p<0,05

Эффективность ортодонтического лечения оценивали с помощью электромиографии. Использовали электромиограф «Медикор» (Венгрия), использовали при регистрации биопотенциалов собственно жевательных мышц, который осуществляет регистрацию биопотенциалов от 5 до 500 мкВ/мм. Регистрация частот осуществлялась в диапазоне 2–10000Гц. При выполнении ЭМГ собственно жевательных мышц интенсивность общей электрической активности, связана с силой её сокращения, в связи с чем результаты анализа данных, полученных при максимальном напряжении мышц в состоянии смыкания зубных рядов в центральной окклюзии позволяли оценивать силу сокращения с обеих сторон.

Биопотенциалы фиксировали во время жевательных движений на ЭМГ. Максимальную амплитуду при этом

обозначали — «Ан». Сумма чередования биоэлектрической активности (БЭА) «всплесков» и прямых линий (биоэлектрического покоя) БЭП обозначали «динамический цикл» (ДЦ). Акт глотания завершал процесс жевания и характеризовался положением зубных рядов в центральной окклюзии. Акту глотания на ЭМГ соответствовал последний период БЭА, который был большей амплитуды и более продолжительный по времени.

При проведении анализа собственно жевательных мышц, количественных параметров состоял из показателей амплитудных (в мкВ) и временных в секундах. БЭА и БЭП сумма средней продолжительности — (ДЦ) время одного динамического цикла. Также учитывали время полного периода жевания (ППЖ). Коэффициентом «К» являлось отношение времени БЭА к БЭП. За весь период

жевания включали и количество ДЦ во временной показателе.

В качестве пищевого стимулятора, одинакового для всех обследуемых, использовали двухдневный серый хлеб объемом 1 см³ и весом 1,5 г.

Результаты исследования

Результаты ЭМГ исследований (в мм) у лиц группы сравнения представлены в таблице 1.

Количественные показатели (мкВ/мм): Ан — наибольшая амплитуда биопотенциалов за весь период жевания; Ам — амплитуда биопотенциалов при максимальном напряжении мышц.

Полученные результаты исследования показали, что у лиц группы сравнения наибольшая амплитуда собственно жевательных мышц во время жевания была меньше амплитуды биопотенциалов при максимальном сокращении собственно-жевательных мышц, в среднем на $50,5 \pm 12,3$ мкВ.

При проведении анализа сопоставили средние величины БЭА и БЭП. Временные параметры электромиограмм пациентов постоянными зубами с физиологической окклюзией представлены в таблице 2.

При исследовании пациентов первой группы результаты показали, что биопотенциалы собственно жевательных мышц наибольшая амплитуда, а при максимальном их напряжении амплитуда биопотенциалов также на электромиограммах была ниже в среднем на $42,5 \pm 12,1$ мкВ, чем у группы сравнения.

Временные показатели собственно жевательных мышц пациентов 1 группы представлены в таблице 3.

Временные показатели ЭМГ пациентов первой группы коэффициент «К» был выше $1,25 + 0,07$. Количество ДЦ увеличивалось и превышало 20. ППЖ на 9,2 с были выше, чем у лиц группы сравнения.

Временные показатели ЭМГ пациентов первой группы коэффициент «К» был выше $1,25 + 0,07$. Количество ДЦ увеличивалось и превышало 20. ППЖ на 9,2 с были выше, чем у лиц группы сравнения.

После проведения лечения пациентов 1 группы несъёмными ортодонтическими аппаратами в связи со снижением амплитуды биопотенциалов коэффициент «К» был выше $1,25 + 0,07$. Количество ДЦ увеличивалось до 20. У пациентов 1 группы ППЖ на 9,2 с были выше, чем у лиц группы сравнения.

На этапе завершения лечения пациентов первой группы коэффициент «К» стал = 0,87. Количество ДЦ жевательных мышц уменьшилось до 18,1. ППЖ у пациентов первой группы стали сопоставимы с группой сравнения. Сократительная способность собственно жевательных мышц стала сопоставима с группой сравнения.

Таким образом, комплексное лечение пациентов 1 группы способствовало улучшению функциональных и эстетических показателей.

Электромиографические исследования пациентов второй группы показали, что амплитуды биопотенциалов были низкие, коэффициент «К» был выше — $1,32 + 0,09$. Количество ДЦ собственно жевательных мышц превышало и увеличилось 24. ППЖ были выше у 2 группы, чем у лиц группы с которой проводили сравнение.

Пациентов второй группы после лечения коэффициент «К» стал = $0,88 + 0,05$. Количество ДЦ жевательных мышц уменьшилось до 17,3. ППЖ у пациентов второй группы стали сопоставимы с группой сравнения. Сократительная способность собственно жевательных мышц также стала сопоставима с группой сравнения.

При проведении ЭМГ исследования пациентов третьей группы были снижены амплитуды биопотенциалов, коэффициент «К» был выше $1,36 + 0,08$. Количество ДЦ увеличивалось и превышало 28. ППЖ у пациентов 3 группы был выше на 9,2 с выше, чем у лиц группы сравнения.

У пациентов третьей группы после проведенного лечения коэффициент «К» стал = $0,89 + 0,03$. Количество ДЦ жевательных мышц уменьшилось до 18,2. ППЖ у пациентов третьей группы стали сопоставимы с группой сравнения. Сократительная способность собственно жевательных мышц стала сопоставима с группой сравнения.

В заключение следует отметить, что выбор и использование различных стратегий ортодонтического лечения невозможно осуществлять без получения представлений об изменениях, происходящих в зубочелюстной системе, а также в отсутствие данных об эффективности различных подходов к лечению пациентов со скученностью зубов. При планировании ортодонтического лечения данных пациентов целесообразно использование предложенного нами алгоритма, который предполагает выбор рационального персонализированного подхода. Мы надеемся, что результаты представленной работы внесут посильный вклад в углубление понимания процессов, лежащих в основе патогенеза рассматриваемой патологии, и позволят более эффективно осуществлять диагностику степени выраженности дефицита пространства в зубной дуге, планирование и лечение скученного положения зубов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпанова А.С., Арсенина О.И., Грудянов А.И. и др. Совершенствование диагностики при планировании ортодонтического лечения // Стоматология. — 2018. — Т. 97, № 6–2. — С. 28–31.
2. Нетцель Ф., Шульц К. Практическое руководство по ортодонтической диагностике. Анализ и таблицы для использования в практике / Пер. с англ. — Львов: Гал-дент, 2006. — 175 с.
3. Панкратова Н.В., Слабковская А.Б. Методика определения размеров зубных рядов в зависимости от размеров нижних резцов // Ортодент-Инфо. — 1998. — № 1. — С. 6–8.
4. Слабковская А.Б., Панаиотов И.П. Мультидисциплинарное лечение в современной реставрационной стоматологии // Ортодонтия. — 2014. — № 2 (66). — С. 39–47.
5. Снагина Н.Г. Методы измерения зубных рядов и их практическое значение // Теория и практика в стоматологии. — 1969. — Вып. 15. — С. 284.
6. Шкарин В.В. Междисциплинарный подход в оказании стоматологической ортопедической помощи при дефектах зубных рядов // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. — 2019. — № 1. — С. 105–122.
7. Bansal A.V., Bansal A., Kulkarni V. K. et al. Multidisciplinary management of an unusual case of multiple developmental defects in lateral incisor followed by intrusive injury to primary incisors // Contemp. Clin. Dent. — 2012. — Vol.3(4). — P. 510–513.

© Климов Андрей Геннадьевич (pstom4@zdrav.spb.ru), Рожкова Мария Геннадьевна (rozmaria2010@yandex.ru),
Лепилин Александр Викторович (lepilins@mail.ru), Кондратюк Андрей Александрович (kondratyuk.andrey@icloud.com),
Фищев Сергей Борисович (super.kant@yandex.ru), Орлова Ирина Викторовна (orisha@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ АДГЕЗИОГЕНЕЗА БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ И ЕГО ПРОФИЛАКТИКА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

MODELING OF ABDOMINAL ADHESIOGENESIS AND ITS PREVENTION IN AN EXPERIMENT

*M. Magomedov
M. Magomedov
M. Magomedov*

Summary. Meshes implanted intraperitoneally are known to cause adhesions, potentially leading to complications such as chronic pain, intestinal fistulas, infection, and adhesions. To model intestinal adhesions, a polypropylene mesh was used and its role in the development of adhesions was evaluated. This study introduces a model for investigating intestinal adhesions to the mesh and assesses whether visceral peritoneal damage is causal to the development of adhesions. Experimental modeling of postoperative intraabdominal adhesions using a polypropylene mesh. Experiments were performed on 24 healthy dogs weighing 10–15 kg. At the first stage, the adhesive process was modeled using a 4 x 4 cm polypropylene mesh fixed on the visceral surface of the cecum and desiccation of the parietal peritoneum of the right mesogastric region. At the second stage, 14 days later, a relaparotomy and revision of the abdominal organs were performed with an assessment of the adhesive process. With the development of the adhesive process, the adhesions were dissected and removed from the visceral surface of the mesh. Further, randomization was performed with the division of experimental dogs into 4 groups using an amniotic membrane, 5-fluorouracil and mesogel. The fourth control group with intraperitoneal administration of 5% glucose. In an experiment on the model, it was found that the main condition for the formation of adhesion is damage to the mesothelium of the serous cover of the intestine by a mesh. The results of caecum adhesion to the mesh according to the result of Lauder C — 92%, and Hoffman N-90%. Histological examination showed adequate ingrowth of the mesh into the wall in all animals. The most promising results were obtained with the use of an amniotic membrane implant and 5 — fluorouracil, while the worst results were obtained with the use of mesogel. There were also statistically significant differences between the groups after histopathological examination.

Keywords: intraperitoneal adhesions, polypropylene mesh, adhesion formation, experimental study, caecum.

Магомедов Мухума Магомедович

Дагестанский Государственный Медицинский
Университет
tixhita@mail.ru

Магомедов Магомед Арсенович

Дагестанский Государственный Медицинский
Университет
magomedovma@rushydro.ru

Магомедов Магомед Абдулхаликович

Дагестанский Государственный Медицинский
Университет
kafedra.khirurgii@mail.ru

Аннотация. Сетки, имплантированные внутрибрюшинно, как известно, вызывают спайки, потенциально приводящие к осложнениям, таким как хроническая боль, кишечные свищи, инфицирование, спайки. Для моделирования спаек кишечника использовали полипропиленовая сетка и оценивали, ее роль развития спаек. Это исследование вводит модель для исследования спаек кишечника к сетке и оценивает, является повреждение висцеральной брюшины причиной развития спаек. Моделирование в эксперименте послеоперационных интраабдоминальных спаек с применением полипропиленовой сетки. Эксперименты проводили на 24 здоровых собаках с весом 10–15 кг. На первом этапе моделировали спаечный процесс с применением полипропиленовой сеткой фиксированной на висцеральной поверхности слепой кишки размером 4 x 4 см и десерозированием парietальной брюшины правой мезогастральной области. На втором этапе спустя 14 суток выполняли релапаротомию и ревизию органов брюшной полости с оценкой спаечного процесса. При развитии спаечного процесса проводили рассечение спаек и удаление из висцеральной поверхности сетки. В дальнейшем проводили рандомизация с разделением экспериментальных собак на 4 группы с применением амниотической мембраны, 5-фторурацила и мезогеля. Четвертая группа контроля с интраперитонеальным введением 5% глюкозы. В эксперименте на модели, установлено, что основным условием образования адгезии является повреждение мезотелия серозного покрова кишки сеткой. Результаты адгезии слепой кишки в сетку по результату Lauder C — 92%, а Hoffman N — 90%. Гистологическое исследование показало адекватное вращение сетки в стенку у всех животных. Наиболее обнадеживающие результаты получены с применением имплантата — амниотической мембраны и 5-фторурацила, худшие результаты с применением мезогеля. Также наблюдалось статистически значимые различия между группами после гистопатологического исследования.

Ключевые слова: внутрибрюшинные спайки, полипропиленовая сетка, формирование адгезии, экспериментальное исследование, слепая кишка.

Введение

Последствиями образования адгезии могут быть хронические боли в животе [1, с. 108; 5, с. 328], женское бесплодие [5, с. 328; 2, с. 34; 8, с. 132; 9, с. 544], кишечная непроходимость [5, с. 329; 6, с. 378; 7, с. 346; 10, с. 1568]. Кроме того, спайки могут серьезно осложнить повторные операции [9, 10] и в целом увеличить риск повторной операции. В зависимости от хирургической техники и типа сетки, частота образования адгезии около 30% сообщается [12, с. 78; 21, с. 1267]. Послеоперационные спайки формируются после травмы брюшной полости и является результатом биохимической и клеточной реакции [21, с. 1268, 14, с. 878; 16, с. 67]. Хотя спайки оказывают не благополучное воздействие, они являются ведущей причиной развития острой спаечной кишечной непроходимости и могут быть источником значительной заболеваемости, в некоторых случаях приводящей к летальному исходу [11, с. 377; 17, с. 275].

Модель с применением полипроленового имплантата обеспечивает высокую воспроизводимость адгезионного образования и полезна для тестирования и сравнения различных устройств предотвращения адгезии [19, с. 5; 15]. В настоящем исследовании представлен новый вариант модели с имплантацией сетки в правую подвздошную область в проекции слепой кишки для моделирования спаечной болезни. Статистический анализ. Все значения выражались, как средняя \pm SE. Категориальные параметры в каждой группе сравнивались с помощью χ^2 и непараметрические параметры сравнивались с использованием независимого теста. Все анализы проводили с использованием SPSS12.0 и результаты считались статистически значимыми ($p < 0,05$). Целью исследования является моделирование в эксперименте послеоперационных интраабдоминальных спаек с применением полипроленовой сетки.

Материалы и методы

Экспериментальное исследование выполняли с соблюдением принципов, изложенных в Конвенции по защите животных, использованных для экспериментальных исследований (Страсбург, Франция, 1986). Все экспериментальные животные самцы весом от 10 до 14 кг. В условиях стерильности операционного блока в институте Экологической медицины Дагестанского государственного медицинского университета были проведены экспериментальные моделирования спаечного процесса в брюшной полости у 24 собак с применением полипроленовой сетки. Амнеотическая мембрана для имплантации готовили по методике Дубовикова А. С. [4, с. 214; 3, с. 69].

Для достижения общей анестезии вводили зависящую от веса дозу 80 мг/кг кетамина и 5 мг/кг ксилазина после проведенной премедикации атропина — 0,1% (0,8) и дроперидола — 2,5 мл. Операции на экспериментальных собаках проводила в два этапа. Затем переднюю стенку брили и обрабатывали спиртом и раствором йода. Доступ к брюшной полости был получен с помощью 5–6 см срединной лапаротомии. Прямоугольные участки размером 5x5 см из непокрытой полипропиленовой сетки были прошиты швом 4/0 Prolene® на десерозированной висцеральной поверхности слепой кишки у 24 животных. Продолжительность оперативного вмешательства не превышало 25–30 мин. По завершении рана послойно заживали операции у всех оперированных животных.

Животные находились под наблюдением до полного пробуждения после операции вводили кетарол — 1 мл в/м, снижение ожидаемой боли в ближайшем послеоперационном периоде. На втором этапе спустя 14 суток выполняли повторную операцию с ревизией органов брюшной полости с изучением морфологические изменения в области предыдущего оперативного вмешательства. При развитии спаечного процесса проводили адгезиолизис в области повреждения и анатомических областях брюшной полости. Из области слепой кишки в проекции расположения эндопротеза подвергали предварительной гидравлической препаровке с введением 0,5% новокаина и последующим удалением полипроленовой сетки. После удаления сетки появилось капиллярное кровотечение. После обработки тампоном перекисью водорода кровотечение остановлено. Слепой стеной кишки было 4 x 5 десерозированный участок. В дальнейшем проведено рандомизация вмешательства. Через 14 суток после операции оценивали макроскопически по шкале Nair [14, с. 70].

Первая группа: слепая кишка выведена в рану вместо десерозированного участка размером 4 x 4 см размещена амниотическая мембрана и проведена перетонизация участка методом ушивания этиконовой нитью ($n = 7$). Вторая группа: после удаления сетки имелось десерозированный участок 4x4,2 см. Перед послойным ушиванием послеоперационной раны внутрибрюшно вводили 10 мл — 5-фторурацила на 0,9% физиологическом растворе при температуре 120 а после операции — 1 мл сулодексида ($n = 7$). Третья группа: перед послойным ушиванием послеоперационной раны внутрибрюшно вводили 15 мл/кт раствора мезогель ($n = 7$). Четвертая группа: перед послойным ушиванием послеоперационной раны интраперитонеально вводили 10 мл/кт раствора 5% глюкозы ($n = 7$).

Спустя через две недели экспериментальные животные были оперировали для изучения оценки морфоло-

гического процесса в брюшной полости. При вскрытии брюшной полости были использованы визуально-описательного метода. При лапаротомии были сделаны фотографии и пораженных участков всех оперированных животных для документирования.

В первой группе экспериментальных животных $n = 7$ развития послеоперационного процесса в области моделированного участка было различными по выраженности и распространенности процесса и характеру морфологических изменений брюшины. У 6 экспериментальных животных были представлены сращения состоящими из слепой кишки и сальника, к месту расположения имплантата. Макроскопическая оценка степени адгезии касс 1–2 по Nair. У 1-х животного было изолированное сращение сальника к операционному рубцу.

Во второй группе экспериментальных животных $n=7$ развитие спаечного процесса по Nair по макроскопической структуре было у 5 собак 2 класс, у 2 собак класс 3. Сращения слепой кишки и сальника к месту расположения сетки были основным плоскостные спайки легко поддавались разделению тупым путем. Степень ремезотелизации поврежденных участков не превышало 48%.

В третьей группе экспериментальных животных $n = 7$ в области моделирования спаечный процесс развивался у всех животных. Патологический процесс был представлен сращениями, состоящими из тонкой кишки и сальника, плотный с трудом отделяемое сращения к месту расположения эндопротеза. Степень зрелости спаек варьировала от аваскулярных плоских $n = 2$, сращения слепой кишки с сальником $n = 3$. У 5 животных спаечный процесс распространялся на соседние тонкую и толстую кишку. В области малого таза абсцесс ограниченный абсцесс малого таза. Макроскопическая картина по степени адгезии по Nair 3–4 класса.

У четвертой группы $n = 7$ спаечный процесс в области моделирования развивался у всех животных. У 2-х животных развивался сращения в виде формирования конгломератов, состоящий из слепой кишки, толстой кишки и сальника. Место расположения сетки в области слепой кишки плотные сращения с толстой кишки с трудом отделяемое. Слепая кишка местами деформирована спаечной кишечной непроходимостью. Макроскопическая картина степени адгезии у всех животных было 3 и преимущественно 4 класса.

Использование для профилактики спаечного процесса мезогель и глюкоза 5%, хотя имело приблизительно одинаковый эффект в общем снижение случаев спайкообразование, но принципиально не отличалось по характеру, распространенности и выраженности морфологических изменений брюшины ($p < 0,001$). Не-

обходимо отметить инфицирование и абсцесса брюшной полости с применением мезогеля у 3-х животных. Более обнадеживающие результаты получены с применением амнеотической мембраны, выявлено меньшая толщина фиброзного рубца в зоне дефекта стенки кишки ($p < 0,005$) и меньше выраженное формирование фибриновых спаек в зоне повреждения.

Использование 5-фторурацила с сулодексидом было отмечено одинаковую частоту снижения случаев адгезиолизиса в сравнении 3 и 4 группой ($p < 0,05$). У собаки 3–4 группы развивали достоверно ($p = 0,0002$) больше спаек слепой кишки к месту, где ранее была имплантирована сетка, чем у животных 1–2 группы: средний балл Lauder C [14] $4,6 \pm 1,3$ (= 92%) и средний суммарный балл Hoffmann N [12] $9 \pm 2,8$ (= 90%) против $1,6 \pm 1,5$ (= 35%) и $2,4 \pm 3,2$ (= 24%) 1–2 группы. Фиброза развилась 1–2 группы ($p = 0,002$) и воспаления ($p = 0,003$) и 3-и группы ($p = 0,003$) и 4-й $p = 0,002$) соответственно. При гистологическом исследовании значительное различие было отмечено в сравнениях между группами с точки зрения неоваскуляризации, плотности фибробластов, отложения коллагена и воспалительных клеток ($P < 0,001$). В парных сравнениях было определено значительное снижение 1–2 группы по сравнению с группами 3–4 с точки зрения неоваскуляризации, плотности фибробластов, отложения коллагена и воспалительных клеток.

Результаты и обсуждение

Механизмы индукции адгезии еще до конца не изучены. Одним из потенциальных триггеров адгезии являются инородные тела, например сетки. Спайки от сетки до большого сальника возникают довольно часто, но, по-видимому, имеют ограниченное значение. В отличие от этого, спайки кишечника к месту десерозированного участка могут привести к серьезным проблемам, наиболее серьезными из которых являются образование свищей, инфекция и кишечная непроходимость [16, с. 71; 17, с. 277]. В экспериментальных исследованиях деперитонизации участка слепой кишки, спровоцировали образование адгезии после удаления имплантата. Поскольку тонкая кишка и слепая кишка подвижны в брюшной полости, гарантирует, что при использовании полепроленой сетки можно ожидать высокую вероятность с возникновением спаек [6, с. 89].

Таким образом, из 24 экспериментальных собак у 17 (70,8%) с непокрытой амнеотической мембраной слепой кишкой, развились 2,3 и 4 класса спайки слепой кишки к месту десерозированного участка. Однако у собак, у которых в проекции слепой кишки имплантата, отмечалась низкая частота спаек 1–2 класса по Nair. При гистологическом исследовании выявило моноклеточный

мезотелиальный слой, покрывающий имплантат, что свидетельствует о висцеральном ре-перитонеализации, как признак заживления брюшины в течение двух недель. Интраабдоминальные сальником спайки особенно часто возникали в области послеоперационного рубца. Мы считаем, что эти спайки сопоставимы с сальниковыми спайками у пациентов [13, с. 880].

Послеоперационные спайки сальника к месту десерозированному участку наблюдали у (79,1%) и лапаротомному рубцу наблюдали у (91,6%). Гистологические спайки характеризовались преобладанием плотности $9,8 \pm 6,9\%$ ($0,7 \pm 0,08$ мкм³) соединительной ткани, отсутствием на их поверхности мезотелиального покрова (12,5%), выраженным неоангиогенезом (33,3%), основную часть представляли артериолы (70,5%) у капилляры (33,3%).

Это исследование вводит модель, имитирующую клиническую ситуацию, когда большие десерозированные участки вступает в контакт с нормальными и деперитонеализованными висцеральными органами [20, с. 334; 22, с. 284]. Однако тяжелые спайки развиваются с высокой воспроизводимостью, когда отсутствует перитонеальное покрытие. Это свидетельствует о том, что целостность брюшины является решающим фактором для формирования адгезии кишечника к месту десерозированного участка [22, с. 285]. Мы предлагаем нашу модель в качестве подходящей основы для тестирования модели адгезиогенеза брюшной полости.

Выводы

В настоящем исследовании представлена модель, имитирующая клиническую ситуацию моделирование спаечной кишечной непроходимости с применением полипроленовой сетки. Была оценена в эксперименте роль адгезиогенеза. Наблюдалась значительная разница в средних показателях адгезии между группами амниотической мембраной, 5-фторурацилом ($3,5 \pm 0,17$) и ($5,89 \pm 0,91$) соответственно ($p = 0,0001$) и между мезогелем и 5% глюкозой ($9,97 \pm 1,05$) и ($8,91 \pm 0,99$) соответственно ($p = 0,001$). В соотношения фиброза 1 и 2 группы ($p = 0,002$) и воспаления ($p = 0,003$) и 3–4 группы ($p = 0,003$ и $p = 0,002$) соответственно. Таким образом, в результате проведенного исследования можно прийти к следующим выводам:

1. В экспериментальной модели, применение для перитонизации десерозированных участков кишечника амниотической мембраны у животных показало более высокую его эффективность по сравнению средствами противоспаечного барьера.
2. Экспериментальные исследования показывают, что процесс адгезиолиза является обратимым, что вселяет надежду о избирательном развитии процесса и возможность решения процесса поиском эффективных средств против адгезиолиза.
3. Репаративный процесс дефекта стенки кишки, покрытый имплантатом, протекает минимально выраженными воспалительными реакциями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашурметов Р.И., Ризаходжаев А. А. Моделирование спаечной болезни // Вопросы медицины: теория и практика: материалы международной заочной научно-практической конференции. (03 декабря 2012 г.). Новосибирск: СибАК, 2012.
2. Бондаревский И.Я., Шамагамбетов М. С., Бордуновский В. Н. Оценка эффективности средств профилактики после операционного адгезиогенеза брюшин в эксперименте // Клиническая и экспериментальная хирургия им. академ. Б. В. Петровского. 2017. № 2.
3. Дубовиков А.С., Гаврилюк И. О., Куликов А. Н. О применении культивированных на амниотической мембране стволовых клеток роговичного эпителия эксперимент // Практическая медицина. 2017. Том 2. № 9.
4. Родин О.В., Колосунин И. А., Козлов С. А., Паркин П. Н., Мильшева А. Н. Применения амниотической мембраны в лечении диабетических язв стопы (обзор литературы) // Естественные и технические науки. 2020. № 5.
5. Сопуев А.А., Маматов Н. Н., Овчаренко К. Е. Оценка эффективности различных вариантов моделирования спаечного процесса брюшной полости // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2011. № 3.
6. Altinli E., Sumer A., Koksali N. Prevention of adhesion to prosthetic mesh: comparison of oxidized regenerated cellulose, Crpolyethylene glycol and hylan G-F 20 // Ulusal Travma Ve Acil Cerrahi Dergisi. 2011. No. 17.
7. Bageacu S., Blanc P., Breton C. Laparoscopic repair of incisional hernia: a retrospective study of 159 patients // Surgical Endoscopy. 2002. No. 16.
8. Dinsmore R.C., Calton W. C. Jr, Harvey S. B., Blaney M. W. Prevention of adhesions to polypropylene mesh in a traumatized bowel model // Journal of the American College of Surgeons. 2000. Vol. 191.
9. Felemovicius I., Bonsack M. E., Hagerman G., Delaney J. P. Prevention of adhesions to polypropylene mesh // Journal of the American College of Surgeons. 2004 Vol. 198.
10. Franconi F., Roux J., Lefebvre-Lacoeuille C., Lemaire L. Imaging visceral adhesion to polymeric mesh using pneumoperitoneal-MRI in Cr-' j an experimental rat model // Surgical Endoscopy. 2015. Vol. 29.
11. Gaertner W.B., Bonsack M. E., Delaney J. P. Visceral adhesions to hernia prostheses // Hernia. 2010. Vol. 14.
12. Hoffmann N.E., Siddiqui S. A., Agarwal S. Choice of hemostatic agent influences adhesion formation in a rat cecal adhesion model // The Journal of Surgical Research. 2009. No. 155.

13. Kraemer B., Wallwiener C., Rajab T. K. Standardised models for inducing experimental peritoneal adhesions in female rats. // *BioMed Research International*. 2014. Vol. 2014. Article number 435056.
14. Lauder C.I., Garcea G., Strickland A., Maddem G. J. Use of a modified chitosan-dextran gel to prevent peritoneal adhesions in a rat model // *The Journal of Surgical Research*. 2011. No. 171.
15. Matoba M., Hashimoto A., Tanzawa A. Prevention of polyglycolic acid-induced peritoneal adhesions using alginate in a rat model // *BioMed Research International*. 2015. Vol. 2015. Article number 403413.
16. Parker M.C., Wilson M. S., van Goor H. Adhesions and colorectal surgery—call for action // *Colorectal Disease*. 2007. Vol. 9(Suppl 2).
17. Peeters E., van Bameveld K. W., Schreinemacher M. H. One-year outcome of biological and synthetic bioabsorbable meshes for augmentation of large abdominal wall defects in a rabbit model // *Journal of Surgical Research*. 2013. Vol. 180.
18. Poehnert D., Abbas M., Kreipe H. High reproducibility of adhesion formation in rat with meso-stitch approximation of injured cecum and abdominal wall // *International Journal of Medical Sciences*. 2015 No. 12.
19. Poehnert D., Abbas M., Kreipe H. H., Klempnauer J., Winny M. High reproducibility of adhesion formation in rat with meso-stitch approximation of injured cecum and abdominal wall // *International Journal of Medical Sciences*. 2015. Vol. 12.
20. Stommel M.W., Strik C., van Goor H. Response to pathological processes in the peritoneal cavity—sepsis, tumours, adhesions, and ascites // *Seminars in Pediatric Surgery*. 2014. Vol. 23.
21. Wallwiener M., Brucker S., Hierlemann H. Innovative barriers for peritoneal adhesion prevention: liquid or solid? Aratuterine horn model // *Fertility and Sterility*. 2006. Vol. 86. Sup. 4.
22. Zinther N.B., Wara P., Friis-Andersen H. Intraperitoneal onlay mesh: an experimental study of adhesion formation in a sheep model // *Hemia*. 2010. Vol. 14.

© Магомедов Мухума Магомедович (muxuma@mail.ru),

Магомедов Магомед Арсенович (magomedovma@rushydro.ru), Магомедов Магомед Абдулхаликович (kafedra.khirurgii@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Дагестанский государственный медицинский университет

ФАКТОРЫ РИСКА СИНДРОМА ГИПЕРСТИМУЛЯЦИИ ЯИЧНИКОВ, СВЯЗАННЫЕ С ОВАРИАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИЕЙ

RISK FACTORS OF OVARIAN HYPERSTIMULATION SYNDROME ASSOCIATED WITH OVARIAN STIMULATION

**A. Matrosova
S. Pachomov
U. Shokirova
A. Ystuzhina**

Summary. Assisted reproductive technologies are currently developing especially rapidly. The main reason is the increasing frequency of infertile, according to statistics in Russia, from 15% to 19% of infertile couples, that is, approximately every sixth. One of the stages of the in vitro fertilization procedure is the stimulation of superovulation, the main goal of which is to obtain a larger number of oocytes, to maximize IVF outcomes. Such an intrusion into the natural processes of follicle maturation is fraught with the development of complications. One of the complications of ovarian induction is ovarian hyperstimulation syndrome (OHSS).

Keywords: in vitro fertilization, infertility, ovarian hyperstimulation syndrome, pregnancy.

Матрoсова Алина Владимировна

Соискатель, ФГАОУ ВО «Белгородский
государственный национальный исследовательский
университет»
alinamatrosova@inbox.ru

Пахомов Сергей Петрович

Д.м.н., профессор, ФГАОУ ВО «Белгородский
государственный национальный исследовательский
университет»

Шокирова Умеда Гайбуллоевна

Соискатель, ФГАОУ ВО «Белгородский
государственный национальный исследовательский
университет»

Устюжина Александра Сергеевна

Соискатель, ФГАОУ ВО «Белгородский
государственный национальный исследовательский
университет»

Аннотация. Вспомогательные репродуктивные технологии в настоящее время развиваются особенно быстро. Причина этому — увеличивающаяся частота бесплодных браков, по статистике в России от 15% до 19% бесплодных пар, то есть примерно каждая шестая. Одним из этапов процедуры экстракорпорального оплодотворения является стимуляция суперовуляции, основная цель которой — получение большего количества ооцитов, что в разы повышает шансы на успех. Такое вторжение в естественные процессы созревания фолликулов чревато развитием осложнений. Одним из осложнений овариальной индукции является синдром гиперстимуляции яичников (СГЯ).

Ключевые слова: экстракорпоральное оплодотворение, бесплодие, синдром гиперстимуляции яичников, беременность.

Актуальность

СГЯ — ятрогенное, жизнеугрожающее состояние, которое возникает ввиду неконтролируемого ответа яичников на введение гонадотропинов в процессе стимуляции овуляции. Клинические проявления синдрома являются следствием тех процессов, которые лежат в основе его патогенеза. Дискомфорт или даже боль в животе обусловлена увеличением яичников, а скопление жидкости в брюшной, плевральной полости и даже перикарде — увеличением сосудистой проницаемости и выходом жидкости в «третье» пространство (5). Выделяют легкую, среднюю и тяжелую форму синдрома. Легкая форма СГЯ характеризуется

двусторонним увеличением яичников с множественными фолликулярными кистами, вздутием живота и дискомфортом, легкой тошнотой и, реже, рвотой и диареей. При средней форме СГЯ к проявлениям, которые характерны для легкой стадии присоединяются ультразвуковые признаки асцита (2). Яичники часто увеличиваются до 12 см в диаметре. Тошнота и рвота возникают чаще и интенсивнее, чем при легкой степени. Появляется резкая прибавка веса (3). При тяжелой стадии к уже описанным симптомам присоединяется боль в животе, плевральный выпот, прибавка веса может достигать 15–20 кг. Часто присоединяются гиповолемия, олигурия или анурия. Наблюдаются изменения в общем и биохимическом анализе крови (4). Специфическим осложне-

нием СГЯ являются тромбоэмболические осложнения и перекрут яичников.

Специфического лечения СГЯ не существует, как и нет четкого понимания патогенетических особенностей его развития. Поэтому клиницисты всего мира делают основной акцент на профилактике синдрома.

Доказано, что факторами риска развития СГЯ являются: возраст женщины (более молодой возраст связан с более мощным овариальным ответом), уровень АМГ (гормона $> 3,6$ нг/мл) (1), получение > 15 фолликулов, диаметром > 12 мм в результате овариальной индукции(4), высокий и быстро растущий уровень эстрадиола крови > 3500 пг/мл (5). К факторам риска так же относится наступление беременности, что связано с выработкой эндогенного ХГЧ, играет не маловажную роль в патогенезе данного осложнения.

Более детальное изучение факторов риска развития СГЯ может влиять на возможность его прогнозирования, ранней диагностики и своевременного лечения.

Целью нашей работы было изучить возможные факторы риска, которые связаны с параметрами стимуляции овуляции.

Материалы и методы

За период 2008–2018г нами было проанализирован 671 протокол ЭКО. Исследование проводилось в отделении ВРТ на базе ОГБУЗ БОКБ Святителя Иоасафа. Все пациентки были разделены на 2 группы. Группа 1 (N=56) включала женщин, у которых в ходе процедуры ЭКО возник СГЯ. Группа 2 (N=615) состояла из женщин, которые не имели данного осложнения при проведении процедуры ЭКО.

Результаты исследований

В ходе исследования установлено, что СГЯ развивался достоверно реже при применении длинного протокола овариальной индукции ($35,71 \pm 6,4\%$ случаев в группе женщин с СГЯ, против $72,36 \pm 1,8\%$ случаев в группе контроля). В исследуемой группе пациенток с СГЯ стимуляцию овуляции начинали антагонистами гонадотропин-релизинг гормонов на $8,37 \pm 2,13$ день цикла, а в контрольной группе гормоны назначались на $10,52 \pm 5,72$ день менструального цикла, ($p < 0,05$).

При длинном протоколе ЭКО так же отмечалось достоверно более раннее начало стимуляции антагонистами гонадотропин-релизинг гормонов в группе пациенток с СГЯ (на $8,37 \pm 2,13$ день менструального цикла), в то время как в группе пациенток без СГЯ начало протокола ЭКО было на $10,52 \pm 5,72$ день менструального цикла, ($p < 0,05$).

При оценке толщины эндометрия во время стимуляции овуляции на 4–7 день цикла толщина эндометрия достоверно отличалась в большую сторону в исследуемой группе ($5,7 \pm 2,04$ мм) по сравнению с контрольной группой пациенток, у которых данный параметр составлял $4,02 \pm 1,75$ мм, ($p < 0,05$).

Помимо этого, наблюдалось увеличение толщины эндометрия соответственно дню менструального цикла в ходе стимуляции суперовуляции. Так, на 8–11 дни менструального цикла толщина эндометрия в группе пациенток с СГЯ составила $7,27 \pm 1,59$ мм, в группе пациенток без данного осложнения этот показатель составлял $5,92 \pm 1,62$ мм, а на 9–13 дни менструального цикла $8,34 \pm 1,78$ мм против $7,06 \pm 1,56$ мм соответственно, ($p < 0,05$).

При оценке максимального диаметра фолликулов оказалось, что в исследуемой группе пациенток на 4–7 день менструального цикла отмечается больший диаметр фолликулов $11,56 \pm 1,87$ мм, против $10,74 \pm 2,79$ мм, ($p < 0,05$).

При изучении количества полученных ооцитов оказалось, что в исследуемой группе отмечался более высокий отклик на стимуляцию овуляции $22,34 \pm 8,10$ против $7,31 \pm 5,49$, ($p < 0,05$).

Заключение

Проблема СГЯ требует более глубокого изучения для четкого понимания патогенетических основ данного осложнения, выявления женщин из групп высокого риска и разработки индивидуального подхода к каждой пациентке.

Таким образом, применяемый протокол овариальной стимуляции, день начала стимуляции овуляции, толщина эндометрия и количество отобранных ооцитов могут рассматриваться как факторы риска развития СГЯ.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Serum anti-Müllerian hormone and antral follicle count as predictive markers of OHSS in ART cycles // URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21882017/> (дата обращения: 12.12.2020).
2. Ovarian hyperstimulation syndrome // URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3205536/> (дата обращения: 11.12.2020).

3. Pulmonary manifestations of severe ovarian hyperstimulation syndrome: a multicenter study // URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10202873/> (дата обращения: 12.12.2020).
4. Ascites and liver test abnormalities during severe ovarian hyperstimulation syndrome // URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10201472/> (дата обращения: 11.12.2020).
5. Синдром гиперстимуляции яичников (обзор литературы и клиническое наблюдение) // URL: <http://radp.ru/db/20153/29-36.pdf> (дата обращения: 12.12.2020).

© Матросова Алина Владимировна (alinamatrosova@inbox.ru), Пахомов Сергей Петрович,
Шокирова Умеда Гайбуллоевна, Устюжина Александра Сергеевна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



О КЛИНИКО – ПАТОЛОГОАНАТОМИЧЕСКИХ АСПЕКТАХ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ ПРИ ОСТРОМ ЖИВОТЕ В СЛУЧАЯХ КОНСТАТАЦИИ СОСТОЯНИЯ COVID – 19 (НА МОДЕЛИ ПЕРФОРАТИВНОЙ ЯЗВЫ ДВЕНАДЦАТИПЕРСНОЙ КИШКИ)

ABOUT CLINICAL AND PATHOLOGICAL ASPECTS IN INTERPRETATION OF ESTIMATED DATA OF MEDICAL CARE QUALITY IN ACUTE ABDOMINAL INJURY STATE IN CASES OF COVID-19 IDENTIFICATION (BASED ON MODEL OF DUODENAL ULCER PERFORATION)

**M. Movchan
V. Tatarkin
M. Darina
D. Tvorogov
K. Chernov
A. Zharkov
B. Artyushin
A. Povaliy**

Summary. Coronavirus disease usually affects people with metabolism disorders, oncological state, chronic diseases of respiratory system, cardiovascular system and gastrointestinal system. In Saint-Petersburg, in period from March to August 2020 there were discussed 803 lethal cases of people, who have been affected by COVID-19 and died. Separately, the data of 60 surgical diseases was examined. Case of patient with perforated duodenal ulcer and COVID-19 state is discussed in this article. It was found, that in case of coronavirus disease the main role in tanatogenesis plays not only the severe course of disease, but also complications of disease that patients already have (also duodenal ulcers, in particular — perforation). The last one is need to be taken into account via interpretation of data of pathological examination via expertise the medical care quality in cases of perforated duodenal ulcer with COVID-19 state. Difficulties in estimation the root-cause connexion of disease course with lethal exodus are undoubted. Certainly, in severe (not simple) cases of acute abdominal state, the collegial discussion is preferred and should not be as similar as a trial.

Keywords: safety of medical activity, quality of surgical care, acute surgical diseases of abdominal organs, perforated gastroduodenal ulcers, COVID-19, management in urgent abdominal surgery.

Мовчан Константин Николаевич

Д.м.н., профессор, СПб ГБУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр»; ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Минздрава России
tovchank@miac.zdrav.spb.ru

Татаркин Владислав Владимирович

Старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Минздрава России
vlad1k2@yandex.ru

Дарьина Мария Геннадьевна

К.м.н., СПб ГБУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр»; доцент, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Минздрава России
DaryinaM@spbmiac.ru

Творогов Дмитрий Анатольевич

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Минздрава России
tvorogovd@bk.ru

Чернов Кирилл Евгеньевич

К.м.н., эксперт, СПб ГБУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр»

Жарков Александр Вячеславович

К.м.н., эксперт, СПб ГБУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр»

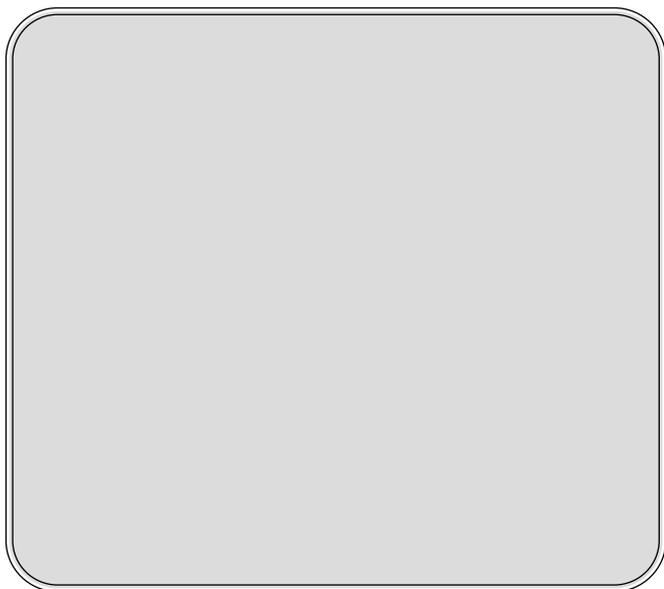
Артюшин Борис Сергеевич

К.м.н., доцент, врач-методист, СПб ГБУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр»

Повалий Андрей Александрович

Эксперт, СПб ГБУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр»

Аннотация. Инфицированию коронавирусом чаще подвержены люди с сопутствующей патологией обмена веществ, онкопроцессами, хроническими заболеваниями органов дыхания, сердечно-сосудистой и пищеварительной систем. В Санкт-Петербурге с марта по август 2020 г. коллегиально разобраны 803 случая летальных исходов у людей, умерших на фоне констатации факта их инфицированности COVID-19. Отдельно изучены данные о 60 наблюдениях хирургических заболеваний. Данные о случае сочетания перфоративной дуоденальной язвы и COVID-19 отражены в содержании пу-



Актуальность

Высокие показатели заболеваемости населения новой коронавирусной инфекцией — НКВИ (COVID-19, SARS-CoV-2) сохраняются во многих странах мира, обуславливая существенные негативные последствия в экономике государств [10, 18]. Изменения в социально значимых сферах жизни людей на фоне пандемии COVID-19 обрели глобальный масштаб [24, 35]. В России в начале августа 2020 г. зарегистрированы более чем 850 тыс. случаев инфицирования людей вирусом SARS-CoV-2 [31]. Энергичные научно-обоснованные действия уполномоченных представителей исполнительных органов государственной власти, направленные на соблюдение мер профилактики COVID-19, а также строгий контроль за своевременным выявлением случаев этого заболевания продолжают [5, 18, 30]. Однако количество наблюдений SARS-CoV-2 в ряде регионов страны не уменьшается, а в некоторых субъектах РФ даже увеличивается [2, 7, 11, 14, 25].

Население мира подвергается инфицированию COVID-19 нередко уже находясь под целенаправленным медицинским наблюдением в связи с хронической сопутствующей патологией, в частности: — сахарным диабетом, хроническими заболеваниями органов дыхания, сердечно-сосудистой и других систем организма, онкозаболеваниями, болезнями органов пищеварения [8, 12, 17, 20, 41, 43, 48, 52].

Особую группу риска по инфицированию COVID-19 составляют пациенты с онкопатологией [8, 13, 26, 39, 40, 47, 49]. Некоторые частные формы заболеваний представляются Топ-овыми в рейтинге значимости по танатогенезу в случаях летальных исходов, констатируемых

бликацией особо. Отмечено, что на фоне инфицированности коронавирусом основную роль в танатогенезе играет не только тяжелое течение специфической пневмонии, но и осложнения сопутствующей патологии (в том числе язв двенадцатиперстной кишки, в частности, — их прободения). Последнее необходимо учитывать при интерпретации данных патологоанатомического исследования при экспертизе качества медицинской помощи в случаях перфоративной дуоденальной язвы, сочетанной с состоянием новой коронавирусной инфекции. Сложности оценки установления причинно-следственной связи течения соматического заболевания с летальным исходом от COVID — 19 инфицирования. Безусловно, в не стандартных случаях «острого живота», в таких как их сочетание с коронавирусной инфекцией, коллегиальное обсуждение профессиональным сообществом предпочтительно и не должно уподобляться разбирательству в подразделениях следственных инстанций.

Ключевые слова: безопасность медицинской деятельности, качество хирургической помощи, острые хирургические заболевания органов живота, перфоративные гастродуоденальные язвы, COVID — 19, менеджмент в неотложной абдоминальной хирургии.

при сочетании хронического заболевания органов пищеварения и COVID-19. В этом отношении не составляет исключения и язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки [4, 23, 27, 38, 29, 45, 46, 51].

Одним из нередких острых хирургических заболеваний органов брюшной полости (ОХЗОБП) считается прободение гастродуоденальных язв — ПерфГДЯ [3, 4, 9, 22, 23, 32, 42, 44]. Оно сопряжено со сложностью диагностики т.к. данное патологическое состояние характеризуется многообразием манифестных форм и представляет фатальное осложнение язвенной болезни [4, 50]. Обследование и лечение больных перитонитом на почве ПерфГДЯ может сопровождаться ошибками диагностики с принятием нерациональных тактических решений оказания медицинской помощи — МП [4, 6, 15, 21, 36]. Особенно часто случаи смерти констатируются у больных ПерфГДЯ с выраженным коморбидным статусом [3, 6]. Так происходит и в случаях ПерфГДЯ на фоне тяжелой сопутствующей патологии инфекционного генеза. В настоящее время, когда медицинским работникам приходится оказывать помощь пациентам в условиях пандемии COVID-19, могут возникать сложности в вопросах интерпретации данных оценки КМП при ПерфГДЯ в случаях констатации факта пребывания больных в состоянии новой коронавирусной инфекции. Данные обстоятельства оказываются основанием для специального изучения критериев КМП, оценка, которой при осложнениях язвенной болезни ПерфГДЯ, в свою очередь, может представляться так же непростой [1, 34, 38] и представлять повод для клинико-экспертных и юридических разбирательств [1, 21].

В Санкт-Петербурге наблюдения внебольничной пневмонии и ОХЗОБП в гибридном варианте по частоте

Таблица 1. Количество лабораторно подтвержденных случаев заболевания COVID-19 (U07.1) и показатели летальности по России и Санкт-Петербургу 01.08.2020 г.

Геополитические образования	Численность населения (по данным Росстата, млн. чел.)	Число людей подверженных заболеванию (чел.)	Численность контингентов умерших (чел.)	Показатель летальности (в %)
Россия в целом	146,748	845 443	14 058	1,67
Санкт-Петербург	5,398	31 622	2 052	6,49

оказываются особенно высокими, так как значительный контингент жителей города составляют люди пожилого и старческого возраста, у которых эти заболевания и в солитарных формах протекают весьма тяжело [16, 37]. Поэтому поиск ответа на вопросы о приоритетной значимости патогенетических компонентов танатогенеза в случаях сочетания заболеваний гастроэнтерологического профиля (в частности осложнений язвенной болезни — ЯБ) и COVID-19-пневмонии представляет особый научно-практический интерес.

Цель исследования

Оценить качество МП на примере разбора случая смерти больного сочетанием язвенной болезни двенадцатиперстной кишки (ДПК), осложненной перфорацией язвы, с COVID-19 патологическим состоянием.

Материалы и методы

В 2009 г. в Санкт-Петербурге создана Комиссия по изучению летальных исходов от гриппа и других инфекционных заболеваний (КИЛИГриИнфЗ). К работе в ее составе привлечены ведущие специалисты города в области патологоанатомии и клинических профилей медицинской деятельности (в частности — инфекционных болезней), эпидемиологии, организации здравоохранения и др. На 01.08.2020 по данным специалистов КИЛИГриИнфЗ констатированы 31 622 лабораторно подтвержденных наблюдений НКВИ с кодом диагноза по МКБ-10 U07.1 (лабораторно подтвержденный). С середины июня 2020 г. в Санкт-Петербурге отмечалась тенденция к снижению уровня заболеваемости COVID-19. В ряде случаев тяжелое течение пневмонии, обусловленной вирусом SARS-CoV-2, завершалась летальным исходом. По официальным данным, опубликованным на федеральном портале Стопкоронавирус.РФ, показатель частоты случаев смерти жителей России от пневмонии, вызванной коронавирусом, составил 1,67% — 14 058 чел. В Санкт-Петербурге в это время показатель летальности среди данного контингента больных превышал

аналогичный в среднем по РФ почти в 4 раза (2052 чел.), составив 1,67% (табл. 1).

Тела людей, умерших от инфекционных заболеваний, подвергаются аутопсии, что регламентировано федеральным законом № 323 «Об охране здоровья». В период эпидемического распространения новой коронавирусной инфекции на территории Санкт-Петербурга с марта по август 2020 г. специалистами КИЛИГриИнфЗ проведены 803 разбора по поводу оценки качества оказания медицинской помощи (МП) больным, умершим при констатации факта их инфицированности COVID-19.

Изыскания осуществлялись на основании сведений о результатах клинического обследования пациентов, а также данных тестов лабораторной диагностики и специальных инструментальных технологий.

Из числа случаев коллегиального обсуждения случаев смерти отобраны данные о 60 наблюдениях заболеваний по профилю «хирургия». Среди них углубленному разбору подвергнуты случай оказания МП жителю СПб, умершему при перфорации язвы ДПК на фоне верификации входе его обследования и лечения состояния новой коронавирусной инфекции. Данное клиническое наблюдение и приводится в качестве примера сложности интерпретации данных оценки качества медицинской помощи (КМП) при остром животе (ОЖ) в случаях констатации состояния COVID –19 (на модели перфорации дуоденальной язвы).

Клиническое наблюдение

Больной Б., 35 лет, житель Санкт-Петербурга (СПб) в течение многих лет, наблюдавшийся по поводу хронической язвы ДПК, два дня отмечал знакомые ему признаки обострения ЯБ. Лечился самостоятельно, принимая известные медикаменты, используемые им ранее. 04.04.2020 г. стал отмечать необычные интенсивные боли по всему животу, что сочеталось с выраженной общей слабостью.

В 19 ч. 18 мин. 04.04.2020 г. специалистами скорой медицинской помощи (СМП) доставлен в один из многопрофильных стационаров города. Диагноз направления учреждения: перитонит.

В стационаре обследован и в крайне тяжелом состоянии госпитализирован, минуя этап приемного покоя, в отделение анестезиологии и реанимации. В связи с тяжестью состояния больной в продуктивный контакт с медицинскими работниками не вступал. По grimase отмечалась болевая реакция при пальпации во всех отделах живота, спонтанно происходила рвота. Констатировалась выраженная общая слабость. Данные эпиданамнеза — отрицательные. Показатели гемодинамики удерживались на нестабильных цифрах (АД 90/50–85/50 мм.рт.ст.). При исследовании живота отмечалось его умеренное вздутие. При перкуссии — тимпанит. Положительные симптомы раздражения брюшины.

Диагноз пациента сформулированный при поступлении: обострение язвенной болезни ДПК, осложнение перфорацией. После проведения краткосрочных мероприятий по стабилизации состояния 04.04.2020 г. пациент, в экстренном порядке доставлен в операционную. Проведена диагностическая лапароскопия, в ходе которой выявлена язва ДПК, разлитой фибринозно-гнойный перитонит. Осуществлена конверсия доступа (лапаротомия). Выполнено ушивание перфоративной язвы ДПК с последующей санацией и дренированием брюшной полости.

В послеоперационном периоде при пребывании пациента на отделении анестезиологии и реанимации его состояние клинически оставалось крайне тяжелым. Больному в первые сутки госпитализации комиссионно назначены препараты, рекомендованные Минздравом.

Результаты дополнительных методов обследования: в показателях анализа крови — нормоцитоз, нейтрофилёз 88%. На обзорных рентгенограммах грудной клетки от 04.04.2020 г. (в прямой проекции, в горизонтально укладке) в проекции язычковых сегментов левого легкого определялось отчётливое снижение пневматизации за счет инфильтрации. Справа рентгенологически очаговых и инфильтративных изменений выявлено не было. Корни легких: слева — малоструктурный, инфильтрирован. Таким образом, по данным рентген исследования, констатирована: левосторонняя пневмония в проекции язычковых сегментов. Вместе с тем, при аускультации лёгких во время клинического обследования больного отчетливо выслушивались множественные как сухие, так и влажные хрипы. В течение почти суток после операции крайне тяжелое состояние больного сохранялось, нарастали явления полиорганной недостаточности. Осуществлялся весь комплекс лечебно-диагностических

мероприятий, предусмотренный регламентирующими документами.

05.04.2020 в 16ч. 45мин. констатировано состояние клинической смерти пациента. Реанимационные мероприятия, проведённые на отделении анестезиологии и реанимации оказались неэффективными, в 17ч.15 мин. 05.04.2020 г. зафиксировано состояние биологической смерти пациента.

Заключительный клинический диагноз:

Основной: язва ДПК, осложненная перфорацией (лапаротомия от 04.04.2020 г.); подозрение на новую короновирусную инфекцию Covid-19, тяжелая форма, внебольничная двусторонняя пневмония, острая дыхательная недостаточность.

Сопутствующие заболевания: алкогольный гепатит.

Осложнения патологических процессов: распространенный гнойный перитонит, терминальная фаза; тяжелый абдоминальный сепсис; полиорганная недостаточность; инфекционно-токсический шок.

Согласно гистологическим исследованиям по материалам аутопсии (16.04.2020 г.) тела пациента:

Легкие: резкое полнокровие сосудов, множественные кровоизлияния. В части альвеол содержатся нейтрофильные лейкоциты, серозно-фибринозный экссудат, альвеолоциты и макрофаги с незначительно увеличенными ядрами; гиалиновые мембраны видны в единичных альвеолах; трахея не представлена.

Миокард: неравномерная гипертрофия кардиомиоцитов в сочетании с атрофированными кардиомиоцитами; периваскулярный склероз и липоматоз; резко выраженное полнокровие; печень с выраженными очаговыми холестазамы, полнокровна.

Брюшина в зоне ушитого язвенного дефекта стенки ДПК с явлениями фибринозно-гнойного воспаления. Лейкоцитарная инфильтрация распространяется на брыжейку. Двенадцатиперстная кишка с выраженным склерозом, очагами некроза, кровоизлиянием, лейкоцитарной инфильтрацией. В просвете мелких сосудов тромбы. В печени, почках, селезенке, головном мозге признаки резкого полнокровия.

Патологоанатомический диагноз окончательно сформулирован:

Основное заболевание: хроническая язва передней стенки луковицы ДПК с прободением (лапарото-

мия — ушивание язвы); новая коронавирусная инфекция COVID-19 (результаты ПЦР SARS-CoV-2 посмертно); двусторонняя вирусно-бактериальная пневмония.

Фоновое заболевание: хроническая алкогольная интоксикация (алкогольная кардиомиопатия).

Осложнение патологических процессов: фибринозно-гнойный перитонит.

В ходе работы по экспертному разбору случая оказания МП больному Б. возник ряд вопросов. Прежде всего особые трудности интерпретации данных наблюдения испытывались из-за недостаточности информации, которую можно получить только в ходе комплексной оценки КМП на всех этапах её оказания. Последнее констатировалось даже, что на фоне, казалось бы всестороннего изучения и заключений рецензентов, пошагово проследивших объем МП, оказанной пациенту на этапах её предоставления. Недостаточность сведений о полноте оказания МП явно ощущалась при её оценке на догоспитальном этапе. Последнее обстоятельство затрудняло обоснованную формулировку клинико-экспертных выводов разбора.

Очевидно, что с позиции анализа дефектов хирургической деятельности, исход заболевания должен рассматриваться также и с учетом мультидисциплинарных подходов в экстренной медицине, как на госпитальном так и догоспитальных этапах её предоставления. При оказании МП больному Б., определенно усматриваются погрешности, обусловленные как недостатками лечебно-диагностического процесса, так и дефектами в его организации. В частности, обращает на себя внимание отсутствие упоминаний в медицинской карте клинического случая данных о катаральном синдроме у пациента со стороны верхних дыхательных путей (ни в жалобах, ни в показателях объективного обследования) при доминирующей картине перитонита. В представленных медицинских документах отсутствовали сведения о заборе материалов (мазков) на SARS-CoV-2 при жизни пациента, о назначении противовирусных препаратов, а так же о представленных результатах анализов на SARS-CoV-2, выполненных посмертно.

Вместе с тем заключение КИЛИГриИнфЗ: мужчина 35 лет умер от интоксикации, обусловленной сочетанием фибринозно-гнойного перитонита и новой коронавирусной инфекцией COVID-19, осложненной вирусно-бактериальной пневмонией, на фоне которой по экстренным показаниям проведено ушивание язвы ДПК.

По мнению КИЛИГриИнфЗ основным заболеванием следует считать язвенную болезнь ДПК (хроническую её

форму), осложненную перфорацией язвы и перитонитом.

Случай по мнению членов КИЛИГриИнфЗ не должен регистрироваться «как смерть от COVID-19».

Обсуждение

Несомненно, что формулировка диагноза, от которого во многом зависит вердикт в отношении генеза заболевания, оказавшегося причиной смерти, в основном определяется на основании заключения морфологического (патологоанатомического) исследования. Главная составляющая работы патологоанатомов — выявление причины летального исхода. Патоморфологи устанавливают характер патологического процесса (в представленном случае — острый/хронический, с градацией стадии течения процесса и с установлением причинно-следственной связи осложнения и летального исхода). Патологоанатомы также свидетельствуют о том, что патологическое состояние, обнаруживаемое в легких, представляет собой не эксклюзивный воспалительный процесс или COVID-19, а казалось бы банальная язвенная болезнь может оказаться другой патологической сущностью. Современные методы морфологических исследований позволяют специалистам выработать суждение о прогнозе течения и исхода заболевания, а используя молекулярно-генетические методики, — определять рациональность избранного вида таргетной терапии. При этом учитывается вся известная (порой, — объемная) информация о случае, полученная участниками лечебно-диагностического процесса в результате клинических, лабораторных и других специальных исследований. У пациентов может констатироваться несколько заболеваний. Из множества верифицированных патологических состояний специалистам необходимо выявлять основное, оказывающееся непосредственной причиной смерти. Экспертами Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) 16.04.2020 г. разработаны методические указания об установлении причинной последовательности, обуславливающий смертельный исход при COVID-19. При анализе данных о конкретных случаях болезни эта последовательность должна четко прослеживаться, начиная от заболевания коронавирусной инфекцией (как от первопричины, приведшей к смерти), до состояния, непосредственно обусловившего смерть пациентов.

Из медицинских организаций в КИЛИГриИнфЗ представляются медицинские карты, протоколы патологоанатомических исследований и гистологические препараты. Анализ этих данных позволяет максимально объективно установить причину смерти и, таким образом, составить заключение с обоснованным уровнем осмысления [11, 19, 28].

На вопросы, касающиеся механизма смерти, как правило, определенно уже можно ответить по завершению аутопсии. Однако бывает и так, что данные о результатах вскрытия умершего пациента оказываются недостаточными, что порождает необходимость проведения серии исследований по изучению деталей микроскопических изменений в тканях с целью определения значения в танатогенезе структурных процессов, составляющих основу нарушений функций систем организма.

По данным вскрытия можно выявить пневмонию, что отражается в медицинском свидетельстве о смерти. Однако без дополнительных специальных методик исследования однозначно судить об этиологии изменений в легких на основании аутопсии не представляется возможным. В таких случаях исключение составляют наблюдения, когда до смерти больного осуществлена лабораторная верификация вируса SARS-CoV-2. Очевидно, что на этапе сугубо патологоанатомического исследования статистические данные не всегда оказываются полными. На специальные лабораторные и морфологические изыскания отводится порядка 7–10 дней, после чего посмертный диагноз становится конкретным, а статистические данные могут считаться достоверными.

В период пика пандемии COVID-19 в 2020 г. в Санкт-Петербурге членам КИЛИГриИнфЗ не удалось в исчерпывающем масштабе оперативно выполнить весь объем поручений по оценке качества оказания МП в случаях инфицирования населения коронавирусом. Поэтому в настоящее время статистические данные формируются на основании предварительных медицинских свидетельств о смерти, которые необходимо будет скорректировать в последующем к периоду годовой отчетности [33].

Очевидно, что пациенты умирают не только от COVID-19, но и от заболеваний другого генеза. В таких наблюдениях коронавирусная инфекция является сопутствующим заболеванием и не входит в статистические отчеты медицинских организаций. Возможное влияние вируса SARS-CoV-2 на течение и исход основного заболевания окончательно еще не известно и это предстоит изучать в будущем.

В случае летального исхода, сведения о котором изложены в данной публикации, диагноз новой коронавирусной инфекции был предварительно установлен клинически и подтвержден прижизненно. Больному в первые сутки госпитализации комиссионно с оформлением ДИС назначены препараты, рекомендованные Минздравом.

Имевшаяся тяжелая соматическая интеркуррентная патология, несомненно, оказала значимое влияние на исход заболевания.

Результаты исследования, проведенного, в отношении случая заболевания и смерти жителя Санкт-Петербурга, инфицированного SARS-CoV-2 и наблюдаемого по поводу язвенной болезни ДПК, позволяют заключить, что основную роль в танатогенезе занимает тяжелое течение пневмонии, обусловленной коронавирусом. Однако, и осложнения язвенной болезни (в представленном случае — перфорация язвы ДПК) могут оказываться основной причиной смерти. Летальные исходы от COVID-19 чаще всего возникают у лиц пожилого и старческого возраста с выраженной сопутствующей патологией. В этом плане случаи язвенной болезни не оказываются исключением. В последнее время, их частота нарастает по причине медикаментозного генеза т.к. больные старшей возрастной группы, с профилактической целью (порой, — мало контролируемо) масштабно принимают тромболитические средства, обладающие побочными ulcerогенными свойствами.

Для получения окончательных данных по случаю необходимо максимально использовать возможности проведения лабораторных тестов на верификацию вируса SARS-CoV-2, а также разрабатывать и внедрять в алгоритмы диагностики этого патологического состояния тест-системы лучшего качества с более высокими показателями чувствительности и специфичности исследований.

Заключение

Однозначно ответить на многие вопросы при оценке КМП в обсуждаемом наблюдении, не представляется возможным. Экспертиза, как правило, проводится на основании изучения медицинских документов. Без общения со специалистами, принимавшими непосредственное участие в обследовании и лечении пациента, детали лечебно-диагностического процесса могут быть отражены не полностью, а предоставленные данные, порой, оказываются противоречивыми. Именно по этой причине оценку КМП целесообразно проводить коллегиально с обсуждением клинического случая в кругу профессионального сообщества. На основании заключений целевых экспертиз КМП можно выстраивать оптимальный формат разбора случая. Сведения о наблюдении, представленном в данной публикации, подтверждают мнение о сложности оценки (с организационно-управленческих позиций) причинно-следственной связи течения заболевания, обуславливающего летальный исход. Очевидна необходимость коллегиального обсуждения профессиональным сообществом тяжелых / не стандартных случаев заболеваний ОХЗОБП. Однако нельзя не признать, что заседания клиничко-экспертной комиссии не должны напоминать разбирательства в судах или в подразделениях следственных органов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бастрыкин А. И. Криминалистическая характеристика преступлений, связанных с ненадлежащим оказанием медицинской помощи и медицинских услуг [электронный ресурс] / А. И. Бастрыкин. — Режим доступа: <http://www.moniiag.ru/wp-content/>.
2. Беглов А. Д. Мы обязаны готовиться к самому сложному сценарию [электронный ресурс] URL: <https://www.fontanka.ru/2020/07/13/69364561/> (дата обращения 08.08.2020).
3. Беркинов У. Б. Некоторые аспекты диагностики и лечения прободных дуоденальных язв / У. Б. Беркинов, М. Ш. Хакимов, У. И. Маткулиев и др. // Вестник экстренной медицины. — 2018. — № 4 (11). — С. 26–32.
4. Борисов А. Е. Проблемы острого живота: (ошибки, осложнения, летальность) / А. Е. Борисов, К. Н. Мовчан, В. Ф. Озеров и др. Изд. 2-е, доп. — СПб.: издательский дом СПб МАПО, 2004. — 174 с.
5. Васильев В. А. Глава Дагестана заявил о «переломе» ситуации с коронавирусом [электронный ресурс] URL: <https://www.rbc.ru/society/27/05/2020/5ecd968e9a794769d2d1d777> (дата обращения 02.08.2020).
6. Вачев А. Н. Определение агрессивности течения перитонита (пилотное исследование) / А. Н. Вачев, В. К. Корытцев, В. Ю. Щербатенко и др. // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. — 2018. — № 11–С. 31–34. <https://doi.org/10.17116/hirurgia201811131>.
7. Витько А. В. Минздрав Хабаровского края заявил о росте заболеваемости коронавирусом [электронный ресурс] URL: <https://www.interfax.ru/russia/718035> (дата обращения 09.08.2020).
8. Ганцев Ш. Х. Рак во время пандемии коронавирусной инфекции COVID-19 / Ш. Х. Ганцев, Р. А. Рустамханов // Медицинский вестник Башкортостана. — 2020. — Том 15, № 3 (87). — С. 51–58.
9. Гарелик П. В. Перфоративные гастродуоденальные язвы: взгляд на проблему выбора метода оперативного лечения / П. В. Гарелик, О. И. Дубровщик, И. С. Довнар и др. // Новости Хирургии. — 2014. — № 3 (22). — С. 321–325.
10. Голикова Т. А. Голикова рассказала о темпах прироста случаев COVID-19. Известия [электронный ресурс] URL: <https://iz.ru/1041481/2020-07-29/golikova-rasskazala-o-tempakh-prirosta-sluchaev-covid-19> (дата обращения 02.08.2020).
11. Голикова Т. А. Голикова оценила летальность коронавируса в России в менее чем 2,5%. [электронный ресурс] URL: <https://www.interfax.ru/russia/719443> (дата обращения 02.08.2020).
12. Гриневич В. Б. Особенности ведения больных с гастроэнтерологической патологией в условиях пандемии COVID-19. / В. Б. Гриневич, Ю. А. Кравчук, Е. И. Ткаченко и др. // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. — 2020 176(4). doi:10.31146/1682-8658-ecg-176-4.
13. Каприн А. Д. Влияние пандемии COVID-19 на онкологическую практику / А. Д. Каприн, Е. В. Гамеева, А. А. Поляков, А. Л. Корниецкая, Н. А. Рубцова, А. А. Феденко // Сибирский онкологический журнал. — 2020 19(3) — С. 5–22. — doi: 10.21294/1814-4861-2020-19-3-5-22.
14. Кондратьев В. И. Власти Кубани усилят контроль за соблюдением правил Роспотребнадзора [электронный ресурс] URL: https://www.gazeta.ru/social/news/2020/07/22/n_14704963.shtml (дата обращения 09.08.2020).
15. Кочетков А. В. Качество оказания хирургической помощи населению Санкт-Петербурга в 2015 году // А. В. Кочетков // Ежегодная конференция хирургов Северо-Запада «Актуальные вопросы хирургии». — СПб.: [Би], 2015. — С. 13–14.
16. Лисовец Д. Г. Каким было первое полугодие эпохи COVID-19 в Петербурге / Д. Г. Лисовец // Петербургский дневник. Газета. — 07.07.2020. — С. 8–9.
17. Малхасян В. А. Оказание стационарной помощи пациентам урологического профиля в условиях пандемии коронавирусной инфекции COVID-19. / В. А. Малхасян, Г. Р. Касян, Л. А. Ходырева, К. Б. Колонтарев, А. В. Говоров, А. О. Васильев, Д. Ю. Пушкарь // Экспериментальная и клиническая урология. — 2020 (1):4–11. doi: 10.29188/2222-8543-2020-12-1-4.
18. Медведев Д. А. Медведев не исключил возникновения новых волн коронавируса. Известия. [электронный ресурс] URL: <https://iz.ru/1035286/2020-07-14/medvedev-ne-iskliuchil-vozniknoveniia-novykh-voln-koronavirusa> (дата обращения 25.08.2020).
19. Международные методические рекомендации по удостоверению и кодированию covid-19 в качестве причины смерти основаны на международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем (методические рекомендации от 20.04.2020 (ВОЗ).
20. Мельник А. А. COVID-19 и сопутствующие заболевания / А. А. Мельник // Новости медицины и фармации. Газета. Киев. — 2020. — № 6 (724), [электронный ресурс] URL: <http://www.mif-ua.com/archive/article/49424> (дата обращения 29.08.2020).
21. Мовчан К. Н. Результаты эффективности обследования и лечения пациентов с патологией хирургического профиля по данным экспертизы качества медицинской помощи // К. Н. Мовчан, В. В. Ерочкин, А. Д. Тарасов и др. // Вестник Российской Военно-медицинской академии. — 2016. — № 4 (56). — С. 164–169.
22. Мусабаев Н. Х. Опыт технологий при перфоративных язвах желудка и двенадцатиперстной кишки / Н. Х. Мусабаев, А. Е. Адилова, А. Б. Мусилимова и др. // Вестник КазНМУ. — 2016. — № 4. — С. 192–196.
23. Парфенов В. Е. Информационные материалы по неотложной хирургической помощи при острых хирургических заболеваниях органов брюшной полости в Санкт-Петербурге за 2017 год / под ред. проф. В. Е. Парфенова. — СПб.: фирма «Стикс», 2018. — 24 с.
24. Попова А. Ю. Заседание Координационного совета при Правительстве по борьбе с распространением новой коронавирусной инфекции на территории Российской Федерации 15.07.2020 [электронный ресурс] URL: <http://government.ru/news/40023/> (дата обращения 01.08.2020)
25. Попова А. Ю. Серьезного снижения заболеваемости COVID-19 нет в десяти регионах [электронный ресурс] URL: <https://ria.ru/20200618/1573150795.html> (дата обращения 01.08.2020).
26. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19) у онкологических больных / Серия изданий «Беседы о Болезни» под редакцией академика РАН Каприна А. Д. Москва, — 2020. — 18 с.

27. Пушкарь Д.Ю. COVID-19: Влияние на урологическую службу Российской Федерации / Д. Ю. Пушкарь, Г. Р. Касян, В. А. Малхасян, Н. А. Сазонова, И. А. Шадеркин, В. А. Шадеркина // Экспериментальная и клиническая урология. — 2020; (2). — С. 13–17. doi: 10.29188/2222–8543–2020–12–2–13–17.
28. Рыбакова М. Г. Не предполагали, как далеко зайдет коронавирус / М. Г. Рыбакова // Петербургский дневник. Газета. — 04.08.2020. — С. 8–9.
29. Сивков А. В. Мочеполовая система и COVID-19: некоторые аспекты / А. В. Сивков, А. В. Корякин, А. А. Сиягин, О. И. Аполихин, А. Д. Каприн // Экспериментальная и клиническая урология. — 2020; (2). — С. 18–23. doi: 10.29188/2222–8543–2020–12–2–18–23.
30. Собянин С. С. Коронавирус в Москве не отступает [электронный ресурс] URL: <https://www.interfax.ru/moscow/722887> (дата обращения 29.08.2020).
31. Стопкоронавирус. РФ. Оперативные данные по состоянию на 05 августа 2020 г. [электронный ресурс] URL: stopkoronavirus.rf (дата обращения 06.08.2020).
32. Суковатых Б. С. Отдаленные результаты хирургического лечения язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, осложненной перфорацией / Б. С. Суковатых, И. И. Гуреев, Ю. П. Новомлинец и др. // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». — 2017 — № 3. — С. 30–36.
33. Титова О.Н. В Петербурге комиссия по летальным исходам признает «ковидными» половину рассмотренных смертей [электронный ресурс] URL: <https://www.fontanka.ru/2020/05/23/69275494/> (дата обращения 21.07.2020).
34. Чавпецов В. Ф. Автоматизированная технология экспертизы качества медицинской помощи: структура, результаты и перспективы применения: информационные материалы / В. Ф. Чавпецов, С. М. Михайлов, М. А. Карачевцева. — СПб.: [Б.и.], 2007. — 65 с.
35. Чучалин А. Г. Эпидемия коронавируса должна избавить наше общество от беспечности [электронный ресурс] URL: <https://interaffairs.ru/news/show/26035> (дата обращения 25.07.2020).
36. Шамов В. Н. Острые диффузные перитониты и их лечение // Новый хирургический архив. — 1937. — С. 10–30.
37. Шляхто Е. В. Увеличение числа заболевших коронавирусом в Петербурге связано с улучшением выявляемости [электронный ресурс] URL: <https://topspb.tv/news/2020/07/10/evgenij-shlyah-to-uv-elichenie-chis-la-zabolevshih-koronavirusom-v-peterburge-svyazano-s-uluchsheni-em-vyyavlyaemosti/> (дата обращения 04.08.2020).
38. Яблонский П.К., Кабушка Я. С., Орлов Г. М. и др. Возможности использования элементов управленческого учета при оценке эффективности деятельности хирургической службы крупного города (на примере Санкт-Петербурга) // Вестник СПбГУ. Серия 11. Медицина. 2016. Вып. 4. С. 62–75. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu11.2016.406>.
39. Al-Shamsi H.O., Alhazzani W., Alhurajji A. et al. A Practical Approach to the Management of Cancer Patients During the Novel Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic: An International Collaborative Group // The oncologist. — 2020. — Vol. 25(6). — P. 3–9.
40. American Society of Clinical Oncology. Руководство по оказанию медицинской помощи онкологическим больным во время пандемии COVID-19 [электронный ресурс] URL: <https://www.asco.org/sites/new-www.asco.org/files/content-files/international-programs/documents/2020-ASCO-Guide-Cancer-COVID19-Russian.pdf> (дата обращения 16.07.2020).
41. Apicella M., Campopiano M. C., Mantuano M. et al. COVID-19 in people with diabetes: understanding the reasons for worse outcomes // Lancet. — 2020. — Vol.8 (9), — P. 782–792.
42. Buck D. L. Surgical delay is a critical determinant of survival in perforated peptic ulcer / D. L. Buck, M. Vester-Andersen and M. H. Møller // British Journal of Surgery. — 2013. — P. 1045–1049.
43. Cheng Y., Luo R., Wang K. et al. Kidney disease is associated with in-hospital death of patients with COVID-19. Kidney International. — 2020. Vol. 97(5). — P. 829–838.
44. Delay in Source Control in Perforated Peptic Ulcer Leads to 6% Increased Risk of Death Per Hour: A Nationwide Cohort Study / H. Boyd-Carson, B. Doleman, D. Cromwell et al. // World Journal of Surgery. — 2019. <https://doi.org/10.1007/s00268–019–05254-x>.
45. EAU Robotic Urology Section (ERUS) guidelines during COVID-19 emergency. <https://uroweb.org/eau-robotic-urology-section-erus-guidelines-during-covid-19-emergency/>, accessed on March 29, 2020.
46. Ficarra V, Novara G, Abrate A, Bartoletti R, Crestani A, de Nunzio C, et al. Urology practice during COVID-19 pandemic. Minerva UrolNefrol 2020 Mar 23. doi: 10.23736/S0393–2249.20.03846–1.
47. Kutikov A., Weinberg D. S., Edelman E. M. A War on Two Fronts: Cancer Care in the Time of COVID-19. Annals of Internal Medicine©. American College of Physicians. 2020.
48. Li Z., Wu M., Guo J. et al. Caution on kidney dysfunctions of 2019-nCoV patients 2020. MedRxiv preprint. Available at: <https://doi.org/10.1101/2020.02.08.20021212>. Accessed March 14, — 2020.
49. Liang W., Guan W., Chen R. et al. Cancer patients in SARS-CoV-2 infection: a nationwide analysis in China. Lancet Oncol. 2020. 21. 335–337. PMID: 32066541. doi: 10.1016/S1470–2045(20)30096–6.
50. Ning N., Xia SY., Ma B., Li R., DU XH. Application of laparoscopic technique in acute abdomen of gastrointestinal surgery. Zhonghua Wei Chang Wai Ke Za Zhi. 2013 Oct; 16(10). — P. 960–962.
51. Stensland KD, Morgan TM, Moinzadeh A, Lee CT, Briganti A, Catto J, Canes D. Considerations in the triage of urologic surgeries during the COVID-19 pandemic. Eur Urol 2020 in press 2020;77(6):663–666. doi: 10.1016/j.eururo.2020.03.027.
52. Zhou F., Yu T., Du R. et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. // Lancet. — March 28, 2020. — Vol.395(10229). — P. 1054–1062.

РОЛЬ ТРОФОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ПАЦИЕНТОВ ПРИ РАЗВИТИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЖЕЛЧНОГО ПУЗЫРЯ

THE ROLE OF THE TROPHOLOGICAL STATUS OF PATIENTS IN THE DEVELOPMENT OF GALLBLADDER DISEASES

M. Moldoev
A. Turusbekova
Syed Ali Abbas Rahat
Z. Arynov
E. Baigashkayev
R. Kalmatov

Summary. The aim of our study is to identify the influence of the trophological status on the development of the pathology of the biliary system, as well as the prevalence of this pathology and the general patterns of development with gastrointestinal diseases. We analyzed 133 patients with cholelithiasis since 2016, who received treatment at the Kara-Suu Territorial Hospital of Osh Region. Out of 133 patients: 128 patients underwent surgical treatment, 5 patients received conservative treatment. Out of 128 operated patients: 111 patients underwent laparoscopic cholecystectomy, 17 patients underwent laparotomy cholecystectomy.

Keywords: cholelithiasis, hepatoduodenal zone, cholecystectomy, trophological status, stomach pathology.

Молдоев Мурзали Ильязович

Преподаватель, Ошский государственный
университет
mtti01@mail.ru

Турусбекова Акшоола Козманбетовна

К.м.н., Ошский государственный университет
.turusbekova.80@mail.ru

Саед Али Аббас Рахат

Преподаватель, Ошский государственный
университет
alirahat7844@gmail.com

Арынов Замирбек Сапарбаевич

Преподаватель, Ошский государственный
университет
z.arynov80@mail.ru

Байгашкаев Эртегин Сапарбекович

Преподаватель, Ошского государственного
университета
ertegin92@list.ru

Калматов Романбек Калматович

Д.м.н., Ошский государственный университет
krkkmkc@gmail.com

Аннотация. Цель является выявление влияния трофологического статуса на развитие патологии билиарной системы, а также распространенность данной патологии и общие закономерности развития с болезнями ЖКТ. Нами проанализированы 133 пациента с желчекаменной болезнью начиная с 2016 года, получивших лечение на базе Кара-Суйской территориальной больницы Ошской области. Из 133 больных: 128 пациентов подверглись оперативному лечению, 5 пациентов получили консервативное лечение. Из 128 прооперированных пациентов: 111 пациентам выполнена лапароскопическая холецистэктомия, 17 пациентам лапаротомная холецистэктомия.

Ключевые слова: желчекаменная болезнь, гепатодуоденальная зона, холецистэктомия, трофологический статус, патология желудка.

Введение

Желчнокаменная болезнь (ЖКБ) относится к числу широко распространенных заболеваний среди всех заболеваний. Больные ЖКБ занимают первое место в хирургических стационарах среди больных с хроническими заболеваниями органов брюшной полости [27,28]. Эту болезнь справедливо считают “болезнью века” и “болезнью благополучия”, имея в виду непосредственную связь ее развития с характером питания [23]. Данные о распространенности хронического хо-

лецистита очень разноречивы, но прослеживается четкий рост числа случаев заболевания. Так в 1977–1979 гг., распространенность его составляла 3,9 на 1000 населения [29]. Заболеваемость хроническим бескаменным холециститом и хроническим каменным холециститом в 1995 г. в этой же территории уже составила 15,8 на 1000 населения [22]. Количество больных желчнокаменной болезнью неуклонно увеличивается [1.], как ни парадоксально, на фоне приобщения населения к достижениям индустриального общества: ведение малоподвижного образа жизни [2.], избыточное употребление пищи

с большим количеством жиров [3.] и углеводов, низким содержанием свежих овощей, использование модифицированных продуктов, искусственных пищевых добавок, алкоголя [4.]. Установлена четкая зависимость функционального состояния желчного пузыря от количества жировой ткани — вероятность гипокинезии возрастает с увеличением удельного веса жировой ткани. По данным ученых количество больных растет вдвое каждые 10 лет. Среди пациентов 25–45 лет желчекаменная болезнь встречается у каждого пятого [5], что, несомненно, влияет на социально-экономическое состояние страны [6]. Для практического здравоохранения важны внедрение точных своевременных методов диагностики и лечения заболевания, чтобы уменьшить количество осложнений, в т.ч. оперативных пособий, что приведет к снижению социально-экономической нагрузки [7].

В Кара-Суйской ТБ количество больных с патологией желчного пузыря с каждым годом увеличивается. В 2016-году было прооперировано 73 больных, 2018-году 87, за 9 мес 2020-года 85 больных.

В последние десятилетия достигнуты значительные успехи в диагностике и лечении ЖКБ, во многом обусловленные прогрессом в области разработки медицинской техники и фундаментальных наук. Благодаря этим достижениям во врачебной практике появились эффективные методы диагностики: ультразвуковое исследование, компьютерная томография, магнитно-ядерная томография, прямые методы контрастирования билиарного тракта. Наряду с этим не утратили своего значения такие методы исследования, как пероральная холецистография и внутривенная холеграфия. Несмотря на достижение в области диагностики заболеваний гепатобилиарной системы, существующие методы диагностики хронического холецистита не всегда дают объективную характеристику состояния желчевыводящих путей, печени и других смежных органов. Информативность рентгеноконтрастных методов исследований при хроническом бескаменном холецистите составляет 42% (30, 18) информативным методом диагностики хронического бескаменного холецистита является ультразвуковое исследование (9, 10, 31, 18). В последнее время с усовершенствованием ультразвуковых приборов УЗИ чаще стали использовать для определения функционального состояния желчного пузыря (16,31). Л.М. Вейн, Б.В. Головский указывают на наибольшую диагностическую ценность клинического исследования больного, так как вспомогательные методы позволяют только уточнить характер процесса в билиарной системе, не раскрывая его характер, и, не определяя вида лечения [8].

Для диагностики патологии желчного пузыря в Кара-Суйской ТБ используют традиционные лабораторные, инструментальные методы исследования.

К традиционному лечению с помощью открытой холецистэктомии добавились методы лапароскопического вмешательства и малотравматические операции из минидоступа (42, 43, 44, 45, 46). Более того, в распоряжении врачей появились неоперативные методы лечения: медикаментозное растворение и экстракорпоральное дробление камней. Широкий спектр диагностических и лечебных методов привел к пересмотру стратегии и тактики при ЖКБ. Естественно, возникла необходимость в оптимизации выбора диагностических исследований и метода лечения индивидуально для каждого пациента.

Необходимость тщательного обследования и в избавлении больного от ЖКБ продиктована не только возникающими приступами желчных коликов, но и его сочетании с другими патологиями органов гепатобилиарной зоны, опасностью возникновения тяжелых осложнений (острого холецистита, механической желтухи, деструктивного панкреатита, острого гастрита, стрессовой язвы и др.), которые могут потребовать особый подход в диагностике и лечении, срочного оперативного вмешательства. (38,39,40,41)

Лечению должны подлежать больные с симптоматической ЖКБ, с латентно протекающей ее формой, при которой всегда существует угроза внезапного тяжелого осложнения патологического процесса. Рекомендация больному определенного метода лечения должна быть основана на оценке его физического состояния, характера заболевания, сопутствующих изменений в желчных протоках (камни, стриктура) и в соседних органах. Необходимую для этого информацию можно получить с помощью ряда инструментальных и лабораторных исследований.

Холецистэктомия не устраняет сложных патофизиологических основ, сформировавшихся при желчекаменеобразовании процессов пищеварения, которые реализуются впоследствии в нарушения депонирования, всасывания и переваривания пищи. Главным звеном нарушения функции гастродуоденальной зоны общепризнан дефицит желудочных, панкреатических ферментов.

В большинстве случаев хронический холецистит сочетается с гастритом. Воспалению желудка при ЖКБ практически не уделяется внимания, об этом свидетельствует отсутствие публикаций по этому вопросу.

Цель исследования

Выявления распространенности ЖКБ, хронического холецистита, и ее связь с патологией желудка, основные закономерности возникновения и влияние трофологического статуса на развитие данной патологии.

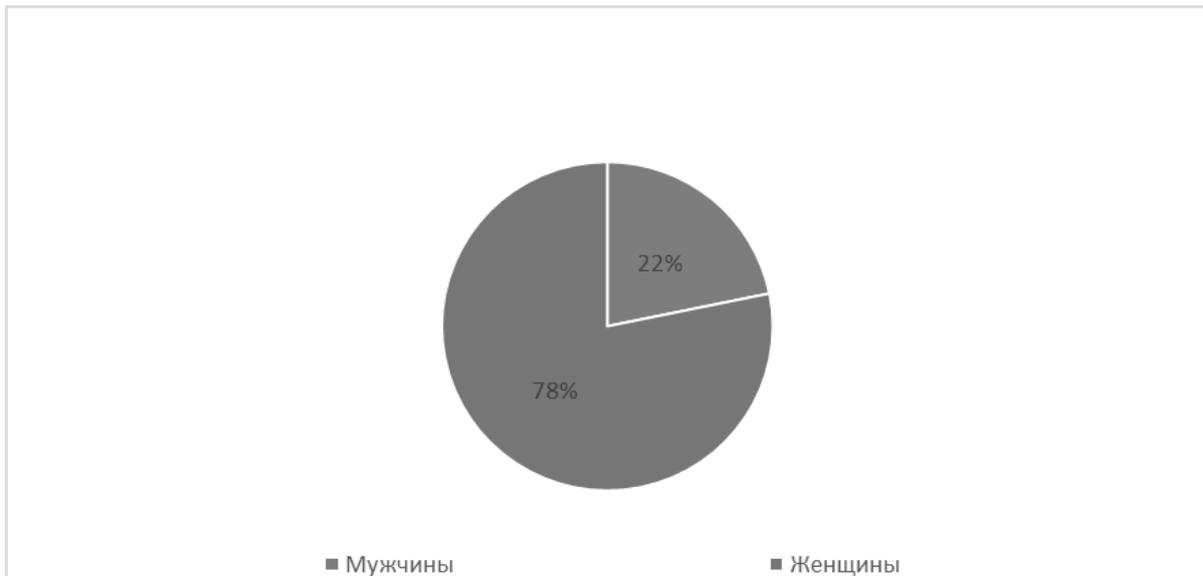


Рис. 1. Распределение по половому признаку

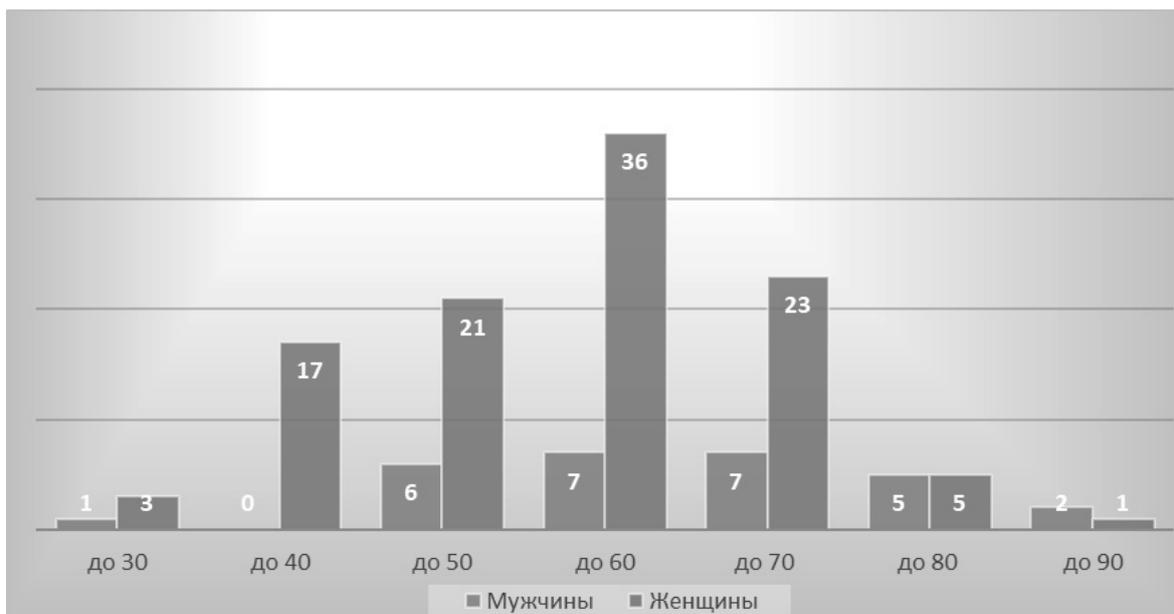


Рис. 2. Распределение по возрасту

Материал и методы исследования

Изучены истории болезни 133 больных с желчекаменной болезнью пролеченных в Кара-Суйской территориальной больнице в 2018–19 гг.

Из 133 больных:

1. 128 пациентов подверглись оперативному лечению,
2. 5 человек получили консервативное лечение.

Из 128 человек:

1. 111 пациентам выполнена лапароскопическая холецистэктомия,
2. 17 пациентам лапоротомная холецистэктомия, 1-му из них холецистэктомия и аппендэктомия одновременно, 1-му холецистохоледохотомия.

Больные распределены на группы по клиническим жалобам, половому признаку, возрасту, весу и росту.

Таблица 1. Распределение пациентов по росту

Распределение пациентов по росту								
М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж	Ж
150–159см	130–139см	160–169см	140–149см	170–179см	150–159см	180–189см	160–169см	170–179см
1	1	8	2	17	35	3	51	15

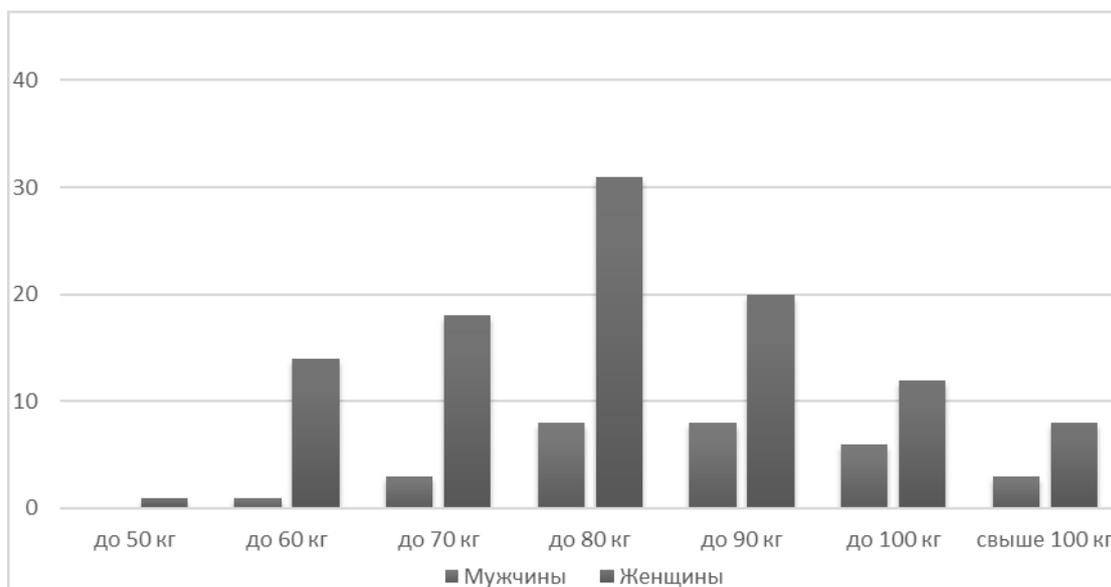


Рис. 3. Распределение по массе тела пациентов

Результаты и их обсуждение

Клинические проявления хронического холецистита очень разнообразны, хотя в 17,77% случаев заболевание имеет бессимптомное течение [34]. Ряд авторов считают, что заболевание, вообще не имеет специфичных высокочувствительных симптомов это, как правило, проявление патологии желудка.

У всех больных хроническим холециститом имеется диспепсический синдром. Л.П. Доценко и соавт. [34] считают, что часто он может проявляться только незначительными диспепсическими расстройствами в виде тошноты, отрыжки, запоров, чередующихся с поносами, которые преобладают в клинической картине заболевания.

После введения в практическое здравоохранение ультразвукового сканирования (УЗ) возросла значительно выявляемость хронического холецистита, их осложнений. УЗ в реальном масштабе является наиболее эффективным способом диагностики хронического холецистита, что обусловлено высокой степенью разрешающей его способности. При проведении УЗ возможен осмотр смежных органов и определение связи стенки ЖП и па-

ренхимы печени [35]. Наличие воспаления ЖП и ЖВП подтверждается биохимическими и бактериологическими исследованиями [36].

Пациенты с клиническими жалобами на боль в правом подреберье составили 43 человек, пациенты с жалобами на боль в эпигастриальной области и правом подреберье — 90. Патогенез развития боли в эпигастриальной области связан с такими осложнениями как: острый панкреатит, холедохолитиаз, обострение хронического гастрита и панкреатита.

На диаграмме представленной на рисунке 1, представлено распределение по половому различию, которое соответствует мировой тенденции указанной в литературе (11). Из 133 пациентов 29 мужчин и 104 женщин.

При анализе пациентов была выявлена следующая закономерность: среди мужчин до 50 лет выявлено 7 случаев болезни, а до 40 лет всего 1 случай. В то время после 50 лет количество заболевших увеличилось до 21 пациента. Такая же тенденция сохраняется у представителей женского пола: до 50 лет — 41 случай, после 50 лет 86 случаев, что представлено на рисунке 2

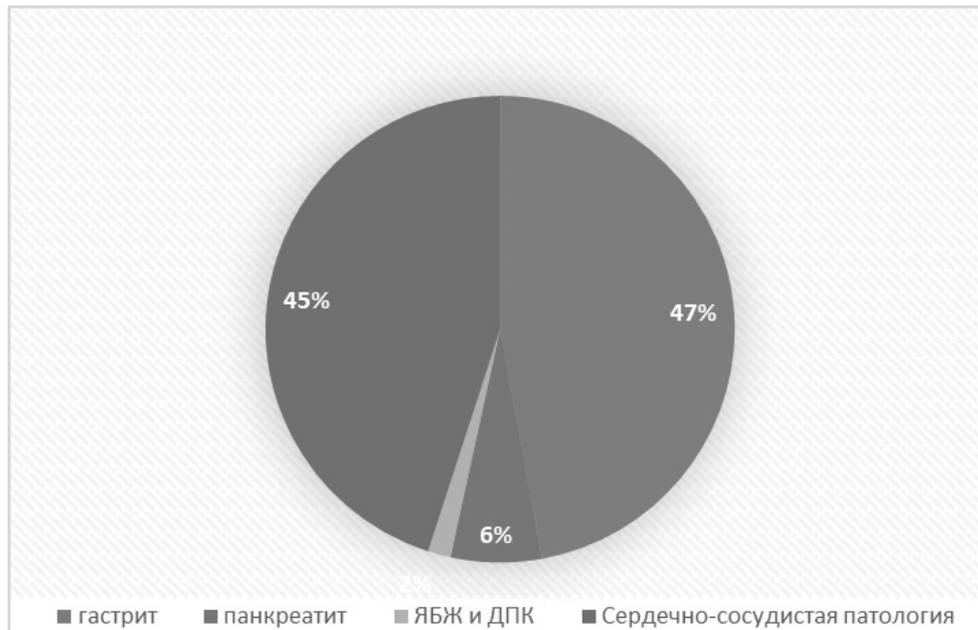


Рис. 4. Патология смежных органов при заболеваниях билиарной системы

	гастрит	панкреатит	ЯБЖ и ДПК	Сердечно-сосудистая патология
1	90	12	3	86

Из представленного на рисунке 3, распределения пациентов по массе тела видно, что наибольшее количество пациентов с патологией билиарной системы представлены в категории от 80 килограмм, как у мужчин, так и у женщин, что показывает прямую зависимость литообразования от индекса массы тела пациентов.

Анализируя конституциональные особенности пациентов с ЖКБ, в частности показатели роста, выявили следующие закономерности: у мужчин с ростом от 170–179 см, выявляется чаще чем у других.

Среди пациенток высокие показатели распространения обнаруживаются у женщин с ростом от 150 до 169 сантиметров, что видны в таблице 1.

По данным истории болезни 133 больных, болеют холециститом чаще женщины чем мужчины, и их трофологический статус имеет больше значение чем их возраст, что также подтверждается литературными данными, которые указаны в данных С. Н. Стяжкиной, А. А. Валинурова, А. М. Шабардина, А. И. Аюпова (32).

Для постановления диагноза использованы следующие методы: клиничко-anamnestические, лабораторные, ультразвуковое исследование, ЭКГ, пациентам старше 60 лет проведено рентгенологическое исследование ор-

ганов грудной клетки. При госпитализации обязательно антропометрические данные измерялись.

Из 133 больных с анамнезом, наличие конкрементов в желчном пузыре, от 6 месяцев до 5 лет 67 больных, от 3 недель до 6 месяцев 23 больных и у многих на руках имелись неоднократные заключения УЗИ. У 43 пациентов было выявлено впервые, приступы повторялись в течение 3 недель.

Вне зависимости от формы холецистита, среди пациентов встречаются люди как трудоспособного возраста, так и пожилые.

Хроническая форма холецистита может обостриться в любое время, что невозможно предугадать и часто обостряется одновременно с хроническим гастритом. Как видно в материалах исследования, пациенты с жалобами на сочетанную боль в правом подреберья и эпигастральной области составляют почти около 50% от общего количества больных. Это говорит о том, что у больного имеется патология смежных органов, анализ, проведенный нами среди наших пациентов, представлен на рисунке 4. Таких пациентов следует обследовать не только на патологию желчного пузыря, но и на патологию желудка и ДПК, в частности проводить гастроскопию и исследовать функциональное состояние желудка.

Во многих провинциальных больницах Кыргызстана пациенты с сочетанной патологией хронический холецистит с хроническим гастритом обследуются поверхностно. Пероральная холецистография, внутривенная холеграфия, гепатобилиосцинтиграфия проводятся не во всех больницах, лечение проводится эмпирически, что сказывается на социально-экономическом состоянии пациента и государства в целом. После проведенного оперативного лечения на основании УЗИ данных, у таких больных может развиваться обострение хронического гастрита и может развиваться стрессовая язва с и без кровотечения. С учетом технической оснащенности территориальных больниц рекомендуется УЗИ гепатобилиарной зоны, биохимическое исследование крови и лабораторно-инструментальное исследование желудка, так как, анатомо-функциональные изменения желудка и гепатобилиарной зоны может повлиять на результат оперативного лечения ЖКБ.

Выводы

1. Холециститом в большинстве случаев болеют люди с большой массой тела, женщины чаще чем

мужчины, и он сочетается с патологией гепатодуоденальной зоны. Изменение массы тела может привести к изменению химического состава желчи и функционального изменения желудка. Соответственно трофологический статус имеет значение.

2. Исследование качества жизни пациентов, страдающих желчекаменной болезнью, является объективным методом оценки проводимого лечения. На показатели качества жизни существенно влияют давность заболевания, а также своевременность обследования и лечения патологии желудка. Адекватное комплексное лечение сочетанных патологий значительно улучшает все показатели качества жизни при любом методе лечения ЖКБ и снижает «зависимость» пациентов от строгой диеты.
3. Пациенты с сочетанным болевым синдромом в эпигастриальной и правой подреберной областях будут обследованы на наличие патологии желчного пузыря и желудка, в частности гастроскопическое исследование и исследование секреторной функции его.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лоранская И. Д. Функциональные расстройства билиарного тракта. М.: Форте принт, 2013.
2. Гальперин Э.И., Кузовлев Н. Ф., Чевокин А. Ю., Дюжева Т. Г., Гармаев Б. Г. Место каркасного дренирования в хирургии рубцовых стриктур желчных протоков на современном этапе.
3. Острый холецистит: учебное пособие для студентов лечебного и педиатрического факультетов / М. Н. Климентов, С. Н. Стяжкина, В. В. Проничев. Ижевск, 2015.
4. Руководство по хирургии желчных путей / под ред. Э. И. Гальперина, П. С. Ветшева. М.: Видар-М, 2006.
5. Кукош М.В., Власов А. П. Острый холецистит. М.: Наука, 2009.
6. Дадвани С. А. Желчнокаменная болезнь. М.: Видар-М, 2000.
7. Губергриц Н. Б. Желчнокаменная болезнь: от классики к современности // Гастроэнтерология. 2010. № 1. С. 83–95.
8. Вейн, А. М. Вегетативные и эмоциональные нарушения в патогенезе хронического холецистита /А.М. Вейн, Б. В. Головский //Терапевт, арх.— 1977.— № 10.— С. 107–110.
9. Галкин В. А. Современные методы диагностики дискинезией желчного пузыря и некалькулезного холецистита. Тер.архив.-2001.— № 8.— с. 37–38.
10. Дегтярева И. И. Хронический бескаменный холецистит. -Мед.газета «Здоровье Украины». — 2001. — № 7.
11. Стяжкина С.Н., Марьенко А. С., Хузина И. А. Проблемы лечения рака головки поджелудочной железы // Студенческий научный форум 2014. URL: <http://www.scienceforum.ru/2014/pdf/6571.pdf>.
12. Иванченкова Р. А. Хронические заболевания желчевыводящих путей/ Р. А. Иванченкова. -М.: Атмосфера, 2006.-416
13. Болдин Б. В. Клиника, диагностика и лечение холестероза желчного пузыря// М 2000 Дисс. на соискание степени доктора мед. наук.
14. Голочевская В.С., Геня Л. П. Консервативное лечение больных желчекаменной болезнью препаратами хенодезоксиголевой и урсодезоксиголевой кислот// Клини. мед. 1992 т. 70 № 7/8 с. 60–63.
15. Григорьева И. Н. Основные факторы риска желчнокаменной болезни // Рос. журн. гастроэнтерол., гепатол., колопроктол. — 2007. — № 6. — С. 1722.
16. Аннаев А. А. Реджепова А. О. Сонография желчного пузыря.-Материалы 63-й науч.-практ.конф. ТГМИ. Ашхабад.— 1993.— с. 246.
17. Колпаков Н. А. Этиопатогенез, диагностика и хирургическое лечение желчнокаменной болезни у больных молодого возраста. // Дис. ... канд. мед. наук. 1993.
18. Топчиашвили З.А., Гейниц А. В., Максименков А. В., Теплянин А. С. Холецистэктомия в сочетании с другими внутрибрюшными операциями.— *Анналы хирургической гепатологии/ Том 8.* — № 2.2003.— с.-356–357.
19. Мансуров Х.Х.// О роли желчного пузыря в развитии холестеринового холелитиаза.// Здравоохранение Таджикистана.— 1983.— N2.— с. 14–20.
20. Делякина О. В. Моторные дисфункции желчных путей и особенности биохимического состава желчи при билиарном сладже, методы их коррекции: Автореф. дисс. к-та мед. наук. Москва.— 2007.— 26 с.

21. Булатов В.П., Камалова А. А., Хуснуллина Г. А. и др. Клинические, анамнестические, ультрасонографические и микробиологические особенности желчно-каменной болезни в детском возрасте // Рос. вестн. перинатол. и педиатр. — 2009. — № 5. — С. 40–43.
22. Лузина, Е. В. Возможные механизмы развития заболеваний желчевыводящих путей в условиях Забайкалья /Е.В. Лузина, В. Н. Иванов, Ю. В. Пархоменко // Клинич. медицина, — 2000. — № 4. — С. 34–36.
23. Мельникова Н.В., Звенигородская Л. А., Овсянникова О. Н. и др. Атерогенная дислипидемия, неалкогольный стеатогепатит, методы лечения // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2007. № 1. С. 28–34.
24. Савельев В.С., В. А. Петухов, М. Р. Кузнецов. «Экономическая оценка рациональной ферментозаместительной терапии при панкреатите. Принципы и подходы». Доклад на Первой Всероссийской конференции «Организация, управление и финансирование учреждений здравоохранения в условиях социально-экономических реформ». Москва, 24–25 ноября 1999 г.
25. Цацаниди К.Н., Крендаль А. П. // Осложнения эндоскопической ретроградной панкреатохолангиографии и их профилактика // Пробл. хирургии желч. путей. — М. Медицина. — 1982. — с. 172–173.
26. Шендеров Б.А. //Медицинская микробная экология и функциональное питание.// Т. 1 и 2. Москва, Грант, 1988.
27. Вовк Е. И. Желчнокаменная болезнь в XXI веке: что нового? Лечащий врач. 2011; 2: 58–65.
28. Самсонов А. А. Хронический холецистит. Cons. Med. Гастроэнтерология. 2011; 2: 26–30.
29. Горчаков, Л. Г. Социально-гигиенические аспекты заболеваемости населения холециститом /Л.Г. Горчаков, Л. Г. Монаков // Здравоохранение Рос. Федерации. 1983.-№ 3. — С. 13–14.
30. Иванченкова, Р. А. Диагностические возможности математического анализа при оценке литогенности желчи / Р. А. Иванченкова // Клин, медицина. — 1990. — № 4. — С. 86–88.
31. Иванченкова, Р. А. Патогенез холестероза желчного пузыря: обзор / Р. А. Иванченкова, А. В. Свиридов // Клин, медицина. — 2002. -№ 2. С. 14–19.
32. С.Н. Стяжкина, А. А. Валинуров, А. М. Шабардин, А. И. Аюпов Хронический калькулезный холецистит-актуальное социально-экономическое заболевание//Журнал научных статей// Здоровье и образование в XXI веке
33. Байкова, О. А. Клинико-функциональные проявления дискинезий желчевыводящих путей у женщин / О. А. Байкова, Н. Н. Николаева // Актуальные вопросы биомедицинской и клинической антропологии: Матер.науч. конф. — Красноярск, 1997. — С. 117–118.
34. Доценко А.П., Чинченко Е. И., Квелашвили Д. В. Бескаменный холецистит. — Киев, 1990. — 104 с.
35. Ищенко Н. С. Роль УЗ-исследования в диспансеризации. Автореф. дис. . . канд. мед. наук. — М., 1990. — С. 8–16.
36. Витебский Я. Д. Патология желчных путей в свете клапанной гастроэнтерологии. — Курган, 1983. — 128 с.
37. Маржатка З. Практическая гастроэнтерология. -Рига, 1976. — С. 125–136.
38. Глоуцал Л. Заболевания желчного пузыря и желчных путей. — Прага, 1967. — С. 85–97.
39. Гонтарь А. И. Рак желчного пузыря // Хирургия. — 2001.-№ 3.-С.19–23.
40. Григорьев П.Я., Яковенко А. В. Клиническая гастроэнтерология. -М., 2001. — С. 318–335.
41. Меиджеричкий И. М. Секреты гастроэнтерологии. — Ростов-на-Дону, 1998. — С. 526–533.
42. Allen V.J., Borody N. O., Bugliosi T. F. Repit dissolution of gallstones by methyl tertbutyl ether. Preliminary observation // New Engl. J. Med. — 1985. Vol.312. -P. 217–234.
43. Bodnar S., Kelemen O., Fule A. et al. Laparoscopic cholecystectomy in acute cholecystitis // Acta Chir. Hung. 1999: — Vol. 38; № 2. — P. 135–138.
44. Bradea C., Niculescu D., Plesa C. et al. Laparoscopic cholecystectomy in non-lithiasis cholecystopathies. Colecistectomia laparoscopica in colecistopatiile nelitiazice // Rev. Med. Chir. Soc. Med. Nat. Iasi. 2000. -Vol. 104, № 4.-P. 91–93.
45. Hayakumo T., Nakajima Mi, Yasuda K. et al. Evaluation of percutaneous transhepatic gallbladder drainage (PTGBD) for, acute cholecystitis // Nippon-Shokakibyogakkai-Zasshi: 1991. — Vol. 88, № 9.-P. 2119–2126.
46. Lau H., Lo C. Y., Patil N. G. et al. Early versus delayed-interval laparoscopic cholecystectomy for acute cholecystitis: a metaanalysis // Surg. Endosc. 2006. — Vol. 20, № 1. — P. 82–87.
47. Alawneh I. Acute noncalculous Cholecystitis in Burns // Brit. J. / Surg. — 1978. — № 4. — P. 243–245.

© Молдоев Мурзали Ильязович (mmi01@mail.ru), Турусбекова Акшоола Козманбетовна (turusbekova.80@mail.ru),

Саяд Али Аббас Рахат (alirahat7844@gmail.com), Арынов Замирбек Сапарбаевич (z.arynov80@mail.ru),

Байгашкаев Эртегин Сапарбекович (ertegin92@list.ru), Калматов Романбек Калматович (krkkmkmc@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

КОМОРБИДНЫЕ РАССТРОЙСТВА У БОЛЬНЫХ ШИЗОФРЕНИЕЙ, ЗЛОУПОТРЕБЛЯЮЩИХ КАННАБИНОИДАМИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

COMORBID DISORDERS IN SCHIZOPHRENIC PATIENTS WHO ABUSE CANNABINOIDS (LITERATURE REVIEW)

**I. Nikiforov
L. Burygina
M. Belova
G. Kostyuk
O. Podkolzina**

Summary. The aim of the work was to review and systematize the literature data on the pathomorphosis of schizophrenia of comorbid cannabinoid dependence. The study found that against the background of the global trend of an increase in the number of people who abuse cannabinoids and the number of people with dependence on them, the number of patients with associated mental pathology, in particular patients with schizophrenia, also increases. Timely detection, correct diagnosis and an adequate approach to the treatment and rehabilitation of patients with "dual diagnosis" will help to avoid early disability and improve their quality of life.

Keywords: comorbid disorders, mental disorders, schizophrenia, psychoactive substances, cannabinoids.

Никифоров Игорь Анатольевич

Д.м.н., профессор, Академия постдипломного образования «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства»
narkolog.ipk@mail.ru

Бурыгина Лариса Андреевна

Главный врач, Психиатрическая клиническая больница № 4 им. П. Б. Ганнушкина Департамента здравоохранения города Москвы

Белова Майя Юрьевна

Заместитель главного врача по организации стационарной помощи, Психиатрическая клиническая больница № 4 Департамента здравоохранения города Москвы; Психиатрический стационар им. В. А. Гиляровского

Костюк Георгий Петрович

Д.м.н., профессор, Главный врач, ГБУЗ «Психиатрическая клиническая больница № 1 им. Н. А. Алексеева Департамента здравоохранения города Москвы»

Подколзина Ольга Николаевна

Ординатор, Академия постдипломного образования «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства»

Аннотация. Целью работы стали обзор и систематизация литературных данных патоморфоза шизофрении коморбидной каннабиноидной зависимости. В ходе исследования установлено, что на фоне общемировой тенденции увеличения числа лиц, злоупотребляющих каннабиноидами, и числа лиц с зависимостью от них увеличивается и количество больных с сопряженной психической патологией, в частности больных шизофренией. Своевременное выявление, правильная постановка диагноза и адекватный подход к лечению и реабилитации пациентов с «двойным диагнозом» помогут избежать ранней инвалидизации и улучшить качество их жизни.

Ключевые слова: коморбидные расстройства, психические расстройства, шизофрения, ПАВ, каннабиноиды.

Распространенность психических расстройств у пациентов, употребляющих психоактивные вещества значительно больше, чем у остального населения. Установлено, что более 50% потребителей ПАВ имели минимум ещё одно психическое расстройство. У 26% это была эмоциональная лабильность, у 28% - страх,

у 18%-антисоциальные изменения личности, а у 7% выявлена шизофрения [1].

Почти 50% больных шизофренией имеют коморбидные расстройства, вызванные употреблением ПАВ. Каждый третий пациент наркологической клиники имеет

сочетанную психическую патологию [2]. Наиболее часто встречается сочетание шизофрении и каннабиноидной зависимости.

Шизофрения является самым распространённым психозом, достигая в популяции частоты 1% — 1,5%. Каждый год в мире регистрируется 2 млн. новых случаев заболевания [3,4].

При изучении патогенеза шизофрении установлено, что по сравнению со здоровыми людьми у этих больных увеличен синтез дофамина, его содержание в синапсах, объём высвобождаемого дофамина в ответ на воздействие некоторых ПАВ, что наиболее выражено не в лимбическом, а в ассоциативном стриатуме. Эти аномалии дофаминовой системы выявлены еще до развития психоза.

У больных шизофренией, не получавших медикаментозного лечения, выявлено значительное уменьшение объема таламуса и хвостатого ядра. Таламус имеет большее количество связей с ассоциативным стриатумом и префронтальной корой, и нарушения в любой из этих структур влияет на работу всей сети целиком. Гиппокамп и миндаля могут опосредованно влиять на эту сеть.

Избыточная стимуляция D_2 рецепторов в ассоциативном стриатуме способствует развитию психотической симптоматики. Нарушение поступления информации в стриатум через таламус, префронтальную кору или другие регионы может, как спровоцировать дисфункцию ассоциативного стриатума, так и дополнить её [4, 5].

При шизофрении желудочки мозга расширены, объём ткани самих долей уменьшен. Чем выраженнее эти явления, тем тяжелее у пациентов расстройства мышления и слуховые галлюцинации. ПЭТ сканирование обнаруживает повышенную активность в височных долях, особенно в гиппокампе, отвечающего за ориентацию и сверхкратковременную память.

Регистрация электрофизиологических параметров мозга показывает, что большинству больных шизофренией свойственно чрезмерно повышенное реагирование на повторяющиеся внешние раздражители и более ограниченную по сравнению со здоровыми людьми способность устранять ненужную информацию [6].

Заболевание шизофренией создает у больных предрасположенность к развитию состояний зависимости, которые относятся к аддиктивным расстройствам. Распространенность аддикций среди больных шизофренией выше, чем в общей популяции населения. Каждый третий пациент нарколога имеет сочетанную психическую патологию [2] и число коморбидных психической патологии растёт.

Марихуана является широко распространенным наркотиком в Европе и США, особенно среди молодых людей. Минимум 7 млн. человек в США используют марихуану минимум раз в неделю. Минимум 65 млн. взрослого населения Европы (20% жителей в возрасте от 15 до 64 лет) заявили об употреблении каннабиса хотя бы раз в своей жизни [7].

По данным ООН около 4% населения мира злоупотребляют каннабиноидами, из них 2/3 являются лицами работоспособного возраста, а 10% — молодёжь. Употребление наркотических препаратов, содержащих каннабиноиды, становится распространенным явлением во всём мире. 62% случаев наркотизации населения начинается именно с каннабиноидов. От 10% до 60% случаев их употребляют подростки ежедневно, а от 2% до 7% — студенты [8].

Во всем мире коноплю употребляют приблизительно 180 млн. человек [9].

Конопля содержит более 70 каннабиноидов, часть из них биологически активна. Более действующим считается транс-D-9 тетрагидроканнабиол (ТГК) от числа которого находится в зависимости положительный результат. Однако суммарный результат воздействия конопли обуславливается абсолютно всеми активными каннабиноидами. Они отвечают за появление эйфории, высокую общительность, а кроме того, высокую сенсорную чувствительность [10].

В экспериментальных изучениях назначение ТГК вызвало дозозависимое ухудшение процессов обучения, снижение внимания и памяти [10]. Определено нарушение абстрактного мышления, сокращение его продуктивности, изменение ассоциативных процессов, обобщения, не целенаправленность мыслительных процессов с потерей смыслового компонента [11].

Большие дозы ТГК, в особенности вводимые внутривенно, порождали временные психотические состояния, включая паранойю и галлюцинации. Риск формирования психоза увеличивался при увеличении интенсивности использования конопли [12].

При рассмотрении 9 из 12 проспективных изучений была обнаружена достоверная взаимосвязь употребления каннабиноидов и повышения риска развития психотических признаков либо психотического расстройства [13].

В минувшие годы существенно увеличился интерес к присутствию имеющейся взаимосвязи между потреблением каннабиноидов и психическими проявлениями. Возникновение в минувшие десятилетия сильнодей-

ствующих сортов каннабиноидных элементов, новых форм синтетических препаратов, а кроме того, препаратов комбинированного вида (каннабиметиков и меткатионов) проявило существенное воздействие на темп развития зависимости. Установлено более 100 наименований синтетических каннабиноидов.

Значительная токсичность современных алкалоидов конопля приводит к снижению продуктивности рабочей памяти, механизмов активной фильтрации информации, формирования автоматизации исполнения заданий [14], увеличению количества пациентов с двойными диагнозами, различными по собственной клинической характеристике психотическими проявлениями, стремительным нарастанием психоорганического состояния, а в последующем — к учащению резидуальных полиморфных психозов [11, 15].

Синтетические аналоги тетрагидроканнабинола (ТГК) владеют более значительным психотическим потенциалом по сопоставлению с природными.

Среди психических нарушений при употреблении спайсов выделены депрессия, панические атаки, эйфория, двигательная стереотипия, зрительные и вербальные галлюцинации, деперсонализация [16].

Синтетические каннабиноиды способны вызывать эпилептики, что объясняется тем, что спайс демонстрирует комбинацию разных, иногда никому не известных ПАВ [17].

Среди потребителей каннабиноидов известен синдром дефицита внимания и гиперактивности. Присутствие его у детей считается предиктором раннего начала использования ПАВ [18].

При изучении патогенеза воздействия каннабиноидов на ткани головного мозга ученые сосредоточили внимание на то, что потребление ТГК приводит к увеличению освобождения дофамина в стриатуме [19], возникновению постсинаптической сверхчувствительности к дофамину [20].

Определено, что натуральный ТГК считается частичным агонистом каннабиноидных рецепторов, а синтетические — полными агонистами [21], что разъясняет более высокий психотический потенциал последних.

Токсическое действие синтетических каннабиноидов реализуется посредством возбуждения пресинаптических СВ-1-гетерорецепторов, расположенных на пресинаптических мембранах нейронов иной химической модальности. Возбуждение СВ-рецепторов приводит к модуляции (экзоцитозу) нейротрансмиттеров-ами-

нокислот (ГАМК, глутамат, аспартат, глицин), биогенных аминов (норадреналин, дофамин, серотонин), ацетилхолина, нейро-пептидов. По этой причине изменения активности эндоканнабиноидных систем отражаются на процессах синаптической пластичности, нейротрансмиссии, обучения и памяти [22].

Особенно опасно воздействие каннабиноидов на незрелый мозг подростков и может приводить к необратимым повреждениям в эндоканнабиноидной системе и сбою нейротрансмиттерной функции [23], что влечёт остановку психосоциального развития. У потребителей синтетических каннабиноидов установлено уменьшение объема гиппокампа [24] и нарушение связи белого вещества в мозолистом теле [25].

Злоупотребление ПАВ шире распространено среди индивидов с психическими нарушениями, чем среди здоровых лиц и, сходным образом, у потребителей ПАВ чаще, чем у других людей, выявляются различные психические расстройства. Высокая распространенность аддиктивных расстройств у пациентов психиатрической клиники, существенно превышает популяционные показатели.

Распространенность злоупотребления ПАВ у больных шизофренией варьирует в пределах 40–60%.

Повышенный риск злоупотребления ПАВ при шизофрении связан с такими факторами как: мужской пол, молодой возраст, низкий уровень образования, высокая импульсивность и склонность к поиску ощущений. Но эти факторы неспецифичны для употребления ПАВ [26].

В городе Болонья (Италия) 25% больных шизофренией употребляют марихуану, а в городе Боулдере (США) — 90%. Коэффициент текущего злоупотребления ПАВ в разных выборках американцев с шизофренией колеблется от 30% до 40% против 15% в общей популяции. [27].

У лиц с шизофренией в 5 раз чаще встречаются случаи употребления различных ПАВ, чем в общей популяции. Несмотря на снижение уровня курения табака среди населения в целом от 70 до 90% пациентов с шизофренией продолжают курить [28].

По сравнению с пациентами, у которых диагностировано единственное психическое расстройство или расстройства, связанные с употреблением ПАВ, пациенты с коморбидными расстройствами подвержены более высокому риску отсроченного диагноза, более тяжелым психопатологическим симптомам, меньшей приверженностью к лечению, более слабым эффектам лечения,

более серьёзным нарушениям социального функционирования, увеличению частоты поступления в отделение неотложной помощи, более высокой распространённости соответствующей соматической патологии, частым суицидальным мыслям, безработице, бездомности, вовлечению в эпизоды насилия или преступного поведения [29].

Лица, страдающие шизофренией и коморбидной каннабиноидной зависимостью подвержены нарастающему эмоциональному дефициту и снижению активности в целом. В качестве особенностей и ремиссий у данного контингента отмечено исчезновение интересов, хобби, потребности в общении, друзьях. При объективно сохранённой трудоспособности почти половина этих пациентов не работает. Около 40% этих больных с трудом выполняют простейшие виды домашнего труда. Налицо тенденция хронизации процесса со стойкими бредовыми идеями религиозного содержания и выраженным апато-абулическим синдромом [30].

В Датском исследовании было показано, что любое употребление ПАВ лицами с шизотипическим расстройством, было связано с развитием шизофрении с частотой 16,3% после 2-х лет наблюдения и 33,1% после 20 лет наблюдения. При этом расстройстве и употреблении каннабиса коэффициент конверсии шизотипического расстройства в шизофрению соответствовал 58,2%. Помимо каннабиса наибольшее влияние на развитие шизофрении оказывали расстройства употребления амфетаминов и опиоидов [31].

Злоупотребление каннабиноидами и алкоголем значительно увеличивает риск возникновения шизофрении, даже через 10–15 лет после постановки диагноза наркомании или токсикомании [32].

Анализируя результаты большого метаанализа Консорциума психиатрической геномики [33] предположили, что коморбидность между шизофренией и расстройством потребления психоактивных веществ частично обусловлена общей полигенной ответственностью. Эта общая ответственность в наибольшей степени соответствует общему риску расстройств, связанных с употреблением психоактивных веществ, а не конкретному риску отдельных расстройств, связанных с употреблением психоактивных веществ, и усиливает свидетельства размытости границ между шизофренией и расстройствами, связанными с употреблением психоактивных веществ.

Среди психотических расстройств в результате употребления синтетических каннабиноидов длительностью до 1 месяца описаны психозы с делириозной симптоматикой, шизофреноподобные психозы с полиморфной (в виде вербального галлюциноза или бреда)

и полиморфной (вербальный галлюциноз, идеаторный вариант психического автоматизма, бред символического значения) клинической картиной, в единичных наблюдениях — с психотической манией. Психозы с длительностью течения более 1 месяца требуют дифференциальной диагностики с параноидной шизофренией либо шизоаффективным расстройством [34].

Ряд авторов прямо утверждают, что возможность существования каннабиноидного психоза, отличного от шизофрении является сомнительной [35].

Риск развития шизофрении у пациентов с психозами, индуцированными каннабиноидами, составляет 46% [36].

Течение шизофрении с коморбидной наркотической патологией отличается более выраженной прогрессивностью с увеличением частоты обострений, сопутствующих употреблению ПАВ инфекционных и соматических заболеваний, случаев агрессивного и аутоагрессивного поведения [37]. Клиническая картина приступов характеризуется большой резистентностью к психофармакотерапии.

Люди с шизофренией и сопутствующей зависимостью имеют более раннее начало шизофрении, чем те, кто не имел сопутствующей зависимости.

Сопутствующие психотические расстройства связаны с целым рядом неблагоприятных последствий, включая усиление психотических симптомов, ухудшение режима лечения, насилие, жилищную нестабильность и бездомность, сопутствующие инфекционные заболевания, плохое управление денежными средствами, частое пользование услугами скорой медицинской помощи [38].

Согласно данным [39], аддиктивные расстройства у больных шизофренией являются вторичным патологическим процессом. Феноменологический спектр патоморфоза шизофрении образует субпсихотическую основу (атипичные субдепрессивные, неврозоподобные и психопатоподобные расстройства), на которой формируются осевые синдромы зависимости от психоактивных веществ. К основным особенностям синдрома патологического влечения к ПАВ у больных шизофренией относятся: стойкая сверхценность, аффективное напряжение, связанное со стадией шизофренического процесса; нарушение критики к злоупотреблению ПАВ и самооценки, в виде полной анозогнозии к шизофреническому процессу и частичной — к наркологическому заболеванию. В активной стадии шизофренического процесса актуализация ПВ обуславливалась атипичным субдепрессивным аффектом, тревожным компонентом,

неврозоподобной симптоматикой в рамках подострых приступов.

Адезактуализация ПВ происходила за счет появления параноидной или онейроидной симптоматики. На стадии ремиссии актуализация ПВ происходит на фоне психопатоподобной симптоматики в рамках дефицитарных проявлений, дезактуализация ПВ — при формировании качественных ремиссий или нарастании выраженности негативной симптоматики в виде формирования апато-абулического дефекта. По результатам клиничко-биохимического анализа у больных шизофренией определяются два варианта развития аддикции. Первый — экзоформный, аналогичен «неосложненным» формам алкоголизма и наркомании. Второй — эндоформный, имеющий свою шизофреническую специфику. Абстинентное состояние при экзоформном варианте развития аддикции протекает крайне тяжело, с витальным компонентом и тревожно-депрессивным аффектом.

Симптоматика абстинентного синдрома при эндоформном варианте формирования аддикции стерта и показана в основном не длительными астено-депрессивными расстройствами. Выделяются 2 типа сочетания коморбидной патологии. Гетерономный тип сочетания коморбидной патологии проходит на фоне благоприятного, практически неподвижного течения шизофренического процесса либо на фоне неглубоких дефицитарных состояний. Клинические проявления синдрома зависимости в существенной мере сохранены, что гарантирует высокопрогредиентный личностный регресс. Гомономный тип сочетания коморбидной патологии формирует на фоне периодически текущего процесса [1].

Учеными, исследующим патогенез данных расстройств, получены сведения о том, что структуры мозга, которые, как предполагается, отсеивают не принадлежащие к процессу раздражители (к примеру, лобная доля), показывают пониженную активность при ПЭТ-сканировании. В связи с данным с затруднением скрининга сенсорных стимулов посмертные исследования мозговой ткани обнаружили нарушения в мозговых клетках определенного типа — ингибиторных интернейронах. Данные нейроны тормозят деятельность ключевых нервных клеток, не позволяя им реагировать на слишком большое число входящих сигналов. Подобным образом, они защищают мозг от перегрузки сильным потоком сенсорной информации, прибывающей из находящейся вокруг среды. В мозге больного шизофренией число «химически связанных» интернейронов либо нейромедиаторов (в большей степени это гамма-аминомасляная кислота (ГАМК)), высвобождаемых данными интернейронами, уменьшено, откуда следует, что роль торможения, нацеленная на устранение перегрузки мозга, выполняется менее результативно. Отличия

в функционировании данных нейронов, по-видимому, ведут к переменам в мозговых клетках, высвобождающих нейромедиатор дофамин. Ролью дофамина ученые, изучающие шизофрению заинтересовались уже давно, так как определенные психоактивные средства (такие как, каннабиноиды) увеличивают высвобождение дофамина в стриатуме и формируют эффект постсинаптической сверхчувствительности к дофамину (19, 20), что может вызывать психозы, напоминающие шизофрению, а психоактивные средства, блокирующие либо ослабляющие его воздействия, результативны при лечении психозов. Дофамин увеличивает чувствительность клеток мозга к раздражителям. Как правило подобная обостренная чувствительность может быть полезна, увеличивая уровень осознания человеком обстановки в периоды нервно-психического усилия либо опасности, однако для больного шизофренией, чей мозг и без того находится в состоянии повышенной активности, вспомогательное влияние дофамина может быть условием, который ввергнет его в психоз. Из этих исследовательских сведений вытекает, что при шизофрении прослеживается недостаточная регуляция мозговой работы интернейронами, вследствие чего мозг слишком реагирует на множественные сигналы, прибывающие из окружающей среды, и владеет недостаточной способностью отсеивать нежелательные раздражители. Проблема эта усложняется из-за уменьшения размера височных долей мозга, где, как правило, совершается процесс обработки сенсорных входных сигналов; в следствии чего человеку становится еще труднее адекватным образом реагировать на новые раздражители [40].

Выдвинуто несколько гипотез, объясняющих значительную частоту распространенности зависимости от ПАВ среди больных шизофренией. Возможно отметить 4 основные: гипотеза накопления условий риска, гипотеза самолечения, диатезно-стрессовая гипотеза и гипотеза нарушений в системе позитивного подкрепления.

Согласно первой гипотезе, больные шизофренией принадлежат к группе риска аддикций так как у них больше, нежели в популяции, прослеживается низкий социальный, когнитивный, образовательный уровни и, как результат, низкоквалифицированная работа либо безработица, бедность. У них чаще появляются психические травмы. Зачастую они воспитываются в дисфункциональных семьях. Они чаще делаются жертвами насилия и оказываются в ситуации, где доступны наркотики, что приводит к формированию зависимости чаще, нежели в популяции.

Согласно второй гипотезе, больные шизофренией применяют ПАВ для облегчения болезненных признаков

либо ликвидации побочных эффектов психофармакотерапии.

Распространённой считается диатезно-стерессовая гипотеза, которая постулирует формирование психоза либо усугубление ранее существующей шизофрении под влиянием ПАВ у лиц, имеющих нейробиологическую склонность к формированию психических расстройств.

Согласно следующей гипотезе разрегулированность дофаминовых мезокортиколимбических путей головного мозга, порождающая симптоматику шизофрении, одновременно сдерживает нейрофункциональную активность в системе позитивного подкрепления. Регулярный прием ПАВ приводит к сокращению выраженности данной дисфункции и дает возможность больным шизофренией получать больше удовольствия от собственной жизнедеятельности [41].

Несколько исследователей сосредотачивают внимание на роли глутаматной системы в развитии зависимости от ПАВ у больных шизофренией. Считается, что при шизофрении нарушаются нормальные подавляющие действие глутаматных связей гиппокампа и префронтальной коры на аккумбентное ядро, что активизирует поведение, нацеленные на отбор активирующего вещества и, в конечном итоге, ведет к формированию зависимости. Имеются данные [42], показывающие, что введение ПАВ (кофеин, амфетамин), повышает уровень глутамата в области вентральной покрышки и в аккумбентном ядре, что увеличивает дофаминовую трансмиссию в лимбической системе и отмеченным ядре и подобным образом опосредует положительный подкрепляющий эффект ПАВ [26, 41].

Выводы

Почти половина больных шизофренией имеют расстройства, вызванные употреблением ПАВ. Наиболее частая коморбидная патология связана с приемом каннабиноидов. Особенно быстро она развивается при употреблении синтетических препаратов. При си-

стематическом приеме высоких доз ТГК возникает риск развития психотических состояний, включая тревожные и аффективные расстройства, бредовую и галлюциаторную симптоматику, тяжёлые соматоневрологические осложнения, быстрое нарастание психотического состояния. Повышенный риск злоупотребления ПАВ у больных шизофренией связан с такими факторами как мужской пол, молодой возраст, низкий уровень образования, высокая импульсивность и склонность к поиску новых ощущений.

Пациенты с коморбидными расстройствами подвержены риску более раннего начала эндогенного процесса, более тяжелым психопатологическим симптомам, меньшей приверженности к лечению, более слабым эффектам лечения, серьёзным нарушениям социального функционирования, большей распространённостью сомато-неврологической патологии, частым обострением заболевания и суицидальными мыслями, девиантному и агрессивному поведению. Фактор употребления препаратов каннабиса является пусковым элементом трансформации шизотипического расстройства в шизофрению. Злоупотребление каннабиноидами увеличивает риск развития шизофрении даже через 10–15 лет после диагностики наркомании. У лиц с коморбидными расстройствами быстрее и отчетливее формируются апато-абулические расстройства со стойкими бредовыми идеями, преимущественно религиозного содержания.

Коморбидность между шизофренией и расстройствами, вызванными употреблением ПАВ обусловлена общей полигенной ответственностью.

Среди психопатологических расстройств в результате злоупотребления каннабиноидами встречаются психозы с делириозной симптоматикой, шизофреноподобные синдромы как с мономорфной, так и с полиморфной симптоматикой.

Ряд авторов утверждает, что возможность существования каннабиноидного психоза, отличного от шизофрении является сомнительной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьева А. В. Особенности употребления психоактивных веществ больными шизофренией и его влияние на течение шизофренического процесса (обзор литературы). //Український Вісник психотерапії — том 19, вып. 3(68) — 2011. с. 82–85.
2. Красильников Г.Т.; Дресвянников В. Л.; Бохан И. А. Коморбидные аддиктивные расстройства у больных шизофренией. //Наркология 2002, № 6, с. 24–30.
3. Скрипников А.И., Кидонь П. В. Клинические характеристики манифестации параноидной формы шизофрении, сочетанной с употреблением каннабиноидов. //Психиатрия, психотерапия и клиническая психология. 2016, том 7, № 1, с. 22–29.
4. Kesby J.P. et al. Dopamine, Psychosis and schizophrenia: the widening gap between basic and clinical neuroscience. //Transl. Psychiatry. 2018 Jan31; 8(1):30 doi 10.1038/s 41398–017–0071–9)
5. <https://moduniver.com/Medical/Psichology/146.htm> MedUniver
6. DHHS/SAMHSA Results From the 2004 National Survey of Drug Use and Health: National Findings. 2004; 1–294.

7. Каннабиноиды, фармакологические свойства и перспективы их применения в медицине/С.А. Андронати и др.// Вісник психіатрії та психофармакотерапії. — 2012. — № 1. — с. 25–35.
8. United Nations office on Drugs and Crime. World drug report 2015, New York: United Nations, 2015.
9. Per twee R.G. The diverse CB1 and CB2 receptor pharmacology of three plant cannabidiol delta 9 tetrahydrocannabinol and cannabidiol and delta 9 tetrahydrocannabivarin. Br. J. pharmacol 2008; 153: 199–215
10. Morrison P.O. Zois V. McKeown D.A. et al. The acute effects of synthetic intravenous Delta 9 tetrahydrocannabinol on psychosis mood and cognitive functioning psychol Med 2009; 39: 1607–16
11. Богданов А.С., Психопатологические расстройства у лиц с зависимостью от каннабиноидов. Вопросы Криминологии, криминалистики и судебной экспертизы. 2017, № 1(41) с. 209–214.
12. Marconi A., DiForti M., Lewis C. M. et al. Meta analysis of the association between the level of cannabis use and risk of psychosis. Schizophr. Bull 2016; 42:1262–9
13. Gage S.H., Hickman M., Zammit S., Association between cannabis and psychosis: epidemiologic evidence Biol. Psychiatry 2016; 79:549–56.
14. Ларионова Е. В. Нарушение когнитивных функций и некоторые особенности электрической активности мозга при употреблении каннабиноидов. Журнал высшей нервной деятельности, 2013, Том 63, № 6, с. 643–655.
15. Чухрова М. Г. Пронин С. В., Рыбальчук Н. В., Иванова В. Э. Психические и психосоматические последствия спайсов// Мир науки, культуры, образования. — 2015. — № 1. — с. 423–426.
16. Kedzier K. K. Laeber L. T. A positive association between anxiety disorders and cannabis use or cannabis use disorders in the general population a meta-analysis of 31 studies. BMC Psychiatry 2014; 14:1–22.
17. Мрыхин В. В. Анцибаров А. В. Дизайнерские наркотики: краткая история, попытка систематизации на примере «спайсов» и «солей» (обзор): КиберЛенинка: <https://ciberleninka.ru/article/n/dizaynerskie-narkotiki-kratkaya-istoriya-popytka-sistematizatsii-na-primere-spaysov-i-soley-obzor>.
18. Chang Z., Lichtenstein P., Larsson H. The effects of childhood ADHD symptoms on early onset substance use: a Swedish twin study J. Abnorm Child. Psychol. 2012; 40:425–35.
19. Murray R.M., Menhta M., Di Forti M. Different dopaminergic abnormalities underlie cannabis dependence and cannabis induced psychosis. Biol. psychiatry 2014; 75:430–1.
20. Головки А. И. Новые запрещенные каннабиноиды. Нейрохимия и нейробиология/ А. И. Головки, А. Г. Софронов, Г.А.// Наркология. — 2010. — № 7. — с. 68–83.
21. Muller-Vahl K.R., Emrich H. M. Cannabis and schizophrenia: towards a cannabinoid hypothesis of schizophrenia // Expert Rev. Neurother. — 2008. — Vol.8 — № 7. — P. 1037–1048.
22. Volkow N.D., Swanson J. M., Evins A. E. et al. Effects of cannabis use on human behavior, including cognition, motivation, and psychosis a review. JAMA Psychiatry 2016; 73:297–7.
23. Arseneault I., Cannon M., Poulton R. et al. Cannabis use in adolescence and risk for adult psychosis longitudinal prospective study. BMJ. 2002; 325:1212–3.
24. Yucel M., Lorenzetti J., Suo C. et al. Hippocampal harms, protection and recovery following regular cannabis use. Trast Psychiatry 2016; 6: e710.
25. Rigucci S., Marques T.R., Di Forti M. et al. Effect of high potency cannabis on corpus callosum microstructure. Psychol. Med. 2016; 46: 841–54.
26. Сиволап Ю.П., Янушкевич М. В., Савченков В. А., Двойной диагноз: шизофрения и злоупотребление психоактивными веществами. Неврологический вестник. — 2017. Т. XLIX, вып.2 — с. 57–60.
27. <https://meduniver.com/Medikal/Psichology/152.html> Med Univer
28. Alan I. Green et al. Addiction and schizophrenia: A translational perspective. Schizophrenia Research 194 (2018), 1–3.
29. Langaset. et al. Коморбидные психические расстройства у потребителей психоактивных веществ из одной области водосбора — клиническое исследование. BMC Psychiatry 2011; 11:25.
30. Климова И. Ю., Овчинников А. А., Карпушкин А. М. Ремиссия, при параноидной шизофрении, ассоциированной с синдромом зависимости от употребления каннабиноидов//Сибирский медицинский вестник, 2019 (1), с. 15–20.
31. Hjorthj C. Albert N., Nordentoft M. Association of substance use disorder to schizophrenia [published online April 25, 2018] JAMA Psychiatry. doi: 10.1001/jamapsychiatry.2018.0568
32. Nielsen S. M., Toftdahe N. G., Nordentoft M., Hiorthoi C., Psychol. Med. 2017 Jul; 47(9):1668–1677. doi: 10.1017/S0033291717000162. Epub. 2017, Feb. 7.
33. Hartz S. M., Horton A. S., Oehlert M. et al., Связь между расстройствами потребления психоактивных веществ и полигенной предрасположенности к шизофрении: Biol. Psychiatry. 2017; 82(10):709. Epub. 2017. Jun 6.
34. Иванова Л. А., Терских Т. В., Татаренко Т. В., Иванова Л. В. Психические расстройства у лиц употребляющих синтетические каннабиноиды (спайсы). Бюллетень ВШЦ СО РАМН, 2017, Том 2, № 2(114), с. 14–17.
35. Manrique G. E., Zammit S., Dalman C. et al. Cannabis, schizophrenia and other non affective psychoses: 35 years of follow up of a population based cohort. Psychol. Med. 2012; 42:3218.
36. Niemi-Pynttari J.A., Sund R., Putkonen H. (2013). Substance-induced psychosis converting into schizophrenia: a register-based study of 18,478 Finnish inpatient cases. J. Clin. Psychiatry, 74(1), 94–95.
37. Fergusson D. M., Wooden J. M., Horwood L. J., (2006). Cannabis use and other illicit drug use. Testing the cannabis gateway hypothesis. Addiction, 101(4), 556–569.
38. Dixon L. I. Двойной диагноз злоупотребления психоактивными веществами при шизофрении: распространенность и влияние на исходы. Schizophr. Res. 2009; Mar. 1; 35 Suppl: S93–100.
39. Овсянников М. В. Основные типы аддиктивных расстройств у больных шизофренией. Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2006. № 4., с. 112–115.

40. <https://meduniver.com/Mrdical/Psichology/146.html> Med Univer
41. Ерышев О. Ф., Аркадьев В. В. Сочетание аддитивных расстройств и шизофрении в аспекте патогенеза и лечения. Журнал неврологии и психиатрии, 5, 2010, вып.2, с. 67–73.
42. Smelson D. A., Tunis S., L., Nyhis A. W. et. al. Antipsychotic treatment discontinuation among individuals with schizophrenia and co-occurring substance use. J. Clin. Psychopharmacology 2006; 26:666–667.

© Никифоров Игорь Анатольевич (narkolog.ipk@mail.ru), Бурыгина Лариса Андреевна,
Белова Майя Юрьевна, Костюк Георгий Петрович, Подколзина Ольга Николаевна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕННЫХ СХЕМ ЛЕЧЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО ВАГИНОЗА НА ПРИМЕРЕ ЖЕНЩИН РЕПРОДУКТИВНОГО ВОЗРАСТА, ПРОЖИВАЮЩИХ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ Г. НОВОСИБИРСКА

COMPARATIVE ANALYSIS OF COMMON TREATMENT REGIMENS FOR BACTERIAL VAGINOSIS ON THE EXAMPLE OF WOMEN OF REPRODUCTIVE AGE LIVING IN THE CENTRAL DISTRICT OF NOVOSIBIRSK

*U. Piletskaya
K. Makarov
T. Sokolova
Yu. Kozak*

Summary. Currently, the question of effective treatment of bacterial vaginosis remains open. Various treatment regimens for bacterial vaginosis pose the Clinician the question of choosing an adequate therapy for this disease. This article provides a comparative analysis of common treatment regimens for bacterial vaginosis. Based on the presented data, a conclusion is made about a more effective integrated approach to the treatment of bacterial vaginosis.

Keywords: bacterial vaginosis, treatment regimens for bacterial vaginosis, vulvovaginal candidiasis.

Пилецкая Ульяна Владимировна

Соискатель, ассистент, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет»
deka2506@rambler.ru

Макаров Константин Юрьевич

Д.м.н, профессор, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет»
fdpngma@mail.ru

Соколова Татьяна Михайловна

Д.м.н, профессор, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет»
tatyana3965@mail.ru

Козак Юлия Владимировна

К.м.н., ассистент, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет»
juliakozak@yandex.ru

Аннотация. В настоящее время вопрос эффективной терапии бактериального вагиноза остается открытым. Разнообразные схемы лечения бактериального вагиноза ставят перед клиницистом вопрос выбора адекватной терапии данного заболевания. В данной статье приведен сравнительный анализ распространенных схем лечения бактериального вагиноза. На основании представленных данных делается вывод о более эффективном комплексном подходе к лечению бактериального вагиноза.

Ключевые слова: бактериальный вагиноз, схемы лечения бактериального вагиноза, вульвовагинальный кандидоз.

Введение

Бактериальный вагиноз — это инфекционный не воспалительный синдром полимикробной этиологии, ассоциированный с дисбактериозом влагалища, который характеризуется количественным снижением или полным исчезновением лактобацилл, особенно перекись-продуцирующих, и значительным увеличением облигатных и факультативных анаэробных условно-патогенных микроорганизмов [8, 9]. Интерес к поиску оптимальных подходов к лечению данной нозологии связан с большим количеством осложнений, таких как невынашивание беременности и преждевременные роды [2–7], острые и хронические воспалительные заболевания органов малого таза у женщин [5–7], фоновые заболевания шейки матки [6].

Основными возбудителями, играющими роль в развитии бактериального вагиноза являются *Gardnerella vaginalis*, *Mobilincus*, *Atopobium vaginae*, *Bacteroides* spp. *Prevotelle* spp., *Veilonella*, пептококки, пептострептококки и др. [1].

Диагноз устанавливается на основании наличия не менее чем 3 из 4 критериев Amsel:

1. Гомогенные беловато-серые вагинальные выделения. Густой консистенции, равномерно распределяющиеся по слизистой оболочке вульвы и влагалища;
2. Значение pH влагалищного экссудата > 4,5;
3. Положительный результат аминотеста (появление «рыбного» запаха при смешивании на предметном стекле влагалищного отделяемого с 10% раствором КОН в равных пропорциях);

4. Изменения микроценоза влагалища, выявляемые при микроскопическом исследовании вагинального отделяемого.

В клинических рекомендациях по ведению больных инфекциями, передаваемыми половым путем [1], целями лечения бактериального вагиноза являются клиническое выздоровление, нормализация лабораторных показателей и предотвращение развития осложнений, связанных с беременностью, послеродовым периодом и выполнением инвазивных гинекологических процедур.

Лактобактерии (нормальная флора влагалища), главным образом, перекись продуцирующие штаммы, могут оказывать протективное действие против микробной колонизации патогенными микроорганизмами, в частности, вызывающими бактериальный вагиноз. Ранее сообщалось о возможности защитного действия лактобактерий в отношении восходящей инфекции, вызывающей хориоамнионит у беременных [13, 14]. В то же время, *Lactobacillus iners* способна предрасполагать к дисбиозу влагалища, т.к. не препятствует размножению условно-патогенной микрофлоры [18].

Бактериальный вагиноз часто изучается в рамках инфекций передающихся половым путем, хотя, нет выявленного передаваемого инфекционного агента. Выдвинуты предположения, что целые микробные сообщества могут передаваться от мужчин к женщинам при половом контакте. В качестве доказательства приводится исследование Zozaya M, Ferris MJ, Siren JD и соавт., где показано, что в моногамных гетеросексуальных парах микробиота влагалища женщины и полового члена ее партнера практически идентичны [27].

Wilks M, Wiggins R, Whiley A и соавторы при обследовании женщин на 20 неделе беременности выявили протективное действие перекись продуцирующих лактобактерий в отношении бактериального вагиноза, ассоциированного с дальнейшим развитием хориоамнионита. Наиболее значение в профилактике дисбиоза имеют *L. crispatus*, *L. gasseri*, *L. vaginalis* и *L. Jensenii* [14, 15].

Petricevic L, Domig K, Nierscher FJ и соавт. в своем исследовании обследовали 111 беременных женщин с низким риском осложнений беременности, нормальной микрофлорой влагалища от 11 до 14 недель беременности, без субъективных жалоб. Регистрировали исходы беременностей у этих женщин. У 13 женщин роды были преждевременными (до 36 недель и 6 дней), у 98 женщин роды были срочными. Исследуя микробный пейзаж и разновидности лактобактерий, Petricevic L, Domig K, Nierscher FJ и соавт. обнаружили, что преобладание только *L. iners* во влагалищном биотопе (11 из 13 женщин с преждевременными родами — 85%, против 16 из 98

женщин со срочными родами — 16%) может быть связано с риском преждевременных родов [17]. Е. И. Смирнова в своем исследовании 56 беременных в сроке до 22 недель так же отмечает, что нормализация pH влагалищного отделяемого у беременных женщин снижает частоту преждевременных родов на 23,3% [25].

Так же, представляет интерес ретроспективное исследование случай-контроль, проведенное Romero R, Hassan SS, Gajer P и соавт., т.к. в нем рассматривается разница во влагалищном микробиоме у здоровых небеременных женщин и беременных, у которых роды произошли в срок (38–42 недели) и без осложнений. Микробиота влагалища беременных женщин отличалась от таковой у небеременных женщин (более высокая встречаемость *Lactobacillus vaginalis*, *L. crispatus*, *L. gasseri* и *L. Jensenii* и более низкая встречаемость 22 других типов у беременных женщин). Перечисленные штаммы лактобактерий относятся к перекись продуцирующим, а, значит, обладающим протективным действием в отношении бактериального вагиноза. Стабильность микробиоты влагалища у беременных была выше, чем у небеременных [18].

Если говорить о преждевременном разрыве плодных оболочек, как о предшественнике 30% преждевременных родах, то стоит остановиться еще на одном исследовании, проведенном Brown RG, Marchesi JR, Lee YS, Smith A и соавт. Авторы исследовали микробиоту влагалища у женщин до и после преждевременного разрыва плодных оболочек. Бактериальный вагиноз, по данным исследователей, предшествовал трети случаев преждевременного разрыва плодных оболочек и сохранялся после развития данного осложнения беременности. Авторы исследовали влияние антибактериальных препаратов широкого спектра действия (в частности, эритромицина) на развитие бактериального вагиноза. У 47% женщин дисбиоз на фоне применения эритромицина усугубился. Все это привело к развитию такого осложнения, как сепсис новорожденного [28].

Исследования влагалищной микрофлоры в разные trimestры беременности дает больше информации в отношении рисков развития преждевременных родов. Например, развитие бактериального вагиноза в 1 и 2 триместрах достоверно чаще приводят к такому осложнению. Напротив, обнаружение дисбиоза влагалища в третьем триместре беременности не связано с данным осложнением [29].

Большая часть преждевременных родов (> 50%) является результатом попадания в околоплодные воды условно-патогенных микроорганизмов. Факторы, которые влияют на восприимчивость к этим микроорганизмам, не совсем понятны; однако есть доказательства того, что матриксная металлопротеиназа (ММП-8) изменяет

проницаемость шейки матки. В работе Witkin SS, Mendes-Soares H, Linhares и соавт. показано, что на концентрацию индуктора металлопротеиназы внеклеточного матрикса влияют представители вагинального микробного сообщества и концентрация изомеров D- или L-молочной кислоты в вагинальном секрете [16].

Большинство исследований не находят корреляции между бактериальным вагинозом и развитием цервикальной интраэпителиальной неоплазии. Gillet E и соавт. проанализировали 329 статей, из которых 17 двойных слепых исследований. Исследовали гетерогенные ($\chi^2 = 164,7$, $p < 0,01$, $I(2) = 88,5$) группы. Мета-анализ данных групп позволил обнаружить положительную связь между бактериальным вагинозом и предраковыми заболеваниями шейки матки [12]. Подобное исследование было проведено Kero K. и соавт, где изучалась связь инфицирования вирусом папилломы человека с бактериальным вагинозом. Среди 329 женщин с выявленным методом ПЦР вирусом папилломы человека у 12,2% встречался бактериальный вагиноз. В статье авторы делают акцент на то, что бактериальный вагиноз имеет значимую роль в персистенции вируса папилломы человека [23].

По данным США 2001–2004 гг., распространенность бактериального вагиноза среди женщин 14–49 лет составила почти треть обследованных (29%). Распространенность бактериального вагиноза варьировалась в зависимости от возраста, расы или этнической принадлежности, условий проживания. У чернокожих и латиноамериканских женщин была большая частота встречаемости бактериального вагиноза, чем у европеоидных женщин. Это подтверждают и исследования Ravel J, Gajer P, Abdo Z и соавт., где показано, что у афроамериканских и латиноамериканских представительниц значение pH достоверно выше, чем у европеоидов, что является фактором развития бактериального вагиноза [11, 15].

Самым частым осложнением бактериального вагиноза является аэробный вагинит, т.к. на место нормальной лактофоры приходят условно-патогенные микроорганизмы и, в первую очередь, *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*, ассоциированные с аэробным вагинитом. Отличием данного заболевания от бактериального вагиноза является наличие воспалительного процесса и/или эпителиальной атрофии [19].

Не менее значимой проблемой является дискомфорт, который вызывает бактериальный вагиноз. С 2011 по 2015 год в Шанхае было анкетировано 6150 женщин с аномальными выделениями из половых путей. По данным анкетирования, дискомфорт, связанный с заболеваниями влагалища, сопровождающимися патологическими выделениями из половых путей приводит к снижению работоспособности, ухудшению мыслительной деятель-

ности; у женщин с данными заболеваниями чаще встречается бесплодие и эктопическая беременность [20].

Переходя к проблеме антибиотикорезистентности стоит сказать, что в последние десятилетия характер микробиоты отдельных популяций значительно изменился, что не позволяет нам применять те же антибактериальные препараты, что и 10–15 лет назад [21].

Наш микробиом следует понимать как один из самых сложных компонентов человеческого организма. Использование β -лактамовых антибиотиков является одним из основных факторов влияющих на его состав. Степень изменения нашей микробиоты после применения антибиотиков зависит не только от химической природы антибиотика или комплекса антибиотиков, используемых для лечения конкретных инфекций, но также от типа введения, продолжительности и дозы введения [22].

Материалы и методы

Исследование проводилось на базе ГАУЗ НСО «Городская клиническая поликлиника № 1» в 2016–2019 гг. В исследование взяты 150 женщин репродуктивного возраста от 18 до 45 лет (средний возраст $30,6 \pm 3,46$ лет), проживающие в Центральном районе города Новосибирска, с диагнозом бактериальный вагиноз. Предварительно, женщины обследованы для исключения ИППП и беременности.

Все женщины распределены на 5 групп: I группа ($n=30$) — лечение в соответствии с клиническими рекомендациями [1] — метронидазолом. I группе женщин санация проводилась метронидазолом в гелевой форме (0,75%) интравагинально по 5 мл 1 раз в сутки в течение 5 дней. II группа ($n=30$) так же пролечена в соответствии с клиническими рекомендациями [1] препаратом клиндамицин. Клиндамицин использовали согласно клиническим рекомендациям, крем 2% 5,0 г интравагинально 1 раз в сутки в течение 7 дней. III группа ($n=30$) санировалась препаратом хлоргексидина биглюконат, 16 мг по 1 вагинальной табл. 2 раза в сутки, в течение 7 дней в соответствии с альтернативной схемой лечения бактериального вагиноза согласно клиническим рекомендациям [1], а также, в соответствии с инструкцией производителя. В IV группе ($n=30$) использован для санации препарат повидон-йода в виде суппозиторий 200 мг. Схема лечения — по 1 суппозиторию 2 раза в день во влагалище в течение 7 дней в соответствии с инструкцией к препарату.

В V группе ($n=30$) препаратом для лечения бактериального вагиноза выбран комплексный препарат, противомикробное комбинированное средство (антибиотик-аминогликозид + противомикробное и противо-

протозойное средство + противогрибковое средство + глюкокортикостероид) — «Эльжина», имеющий в составе орнидазола 500 мг, неомицина 65000 ЕД, преднизолона 3 мг, эконазола 100 мг. В соответствии с клиническими рекомендациями, орнидазол может быть использован в качестве альтернативной схемы лечения бактериального вагиноза. Применение комплексного препарата обоснованно профилактикой возникновения вульвовагинального кандидоза, а также для развития быстрого клинического эффекта. Препарат использовался в соответствии с инструкцией по 1 таблетке во влагалище 1р в сутки в течение 9 дней.

Всем пациенткам при первом визите проводилось следующее обследование: гинекологический осмотр с оценкой характера влагалищных выделений, pH-метрия содержимого влагалища, аминотест. Лабораторное обследование включало микроскопическое исследование отделяемого шейки матки и влагалища, исследование отделяемого цервикального на условно-патогенную флору, возбудителя трихомониаза, полимеразная цепная реакция для исключения инфицирования вирусом простого герпеса 1 и 2 типов, Chl. Trachomatis, иммуноферментный анализ для исключения ВИЧ-инфицирования и сифилиса.

Критериями эффективности лечения являлись отсутствие субъективных жалоб, клинических проявлений бактериального вагиноза, а также лабораторно подтвержденный нормоценоз.

Обсуждение и результаты

В I группе все пациентки при обращении в женскую консультацию предъявляли жалобы на патологические выделения из половых путей. 25 из 30 пациенток (83,33%) отмечали неприятный запах выделений. 4 пациентки (13,33%) предъявляли жалобы на зуд половых органов. У всех обследованных было выявлено повышение pH ($5,87 \pm 0,4$) влагалищного содержимого при помощи тест-полосок «Кольпотест», аминотест оказался положительным у 28 (93,33%). Среднее количество лейкоцитов в заднем своде влагалища при микроскопии влагалищных мазков составило $6,43 \pm 4,91$, ключевые клетки выявлены в 27 пробах (90%). В посевах на условно-патогенную микрофлору возбудители не выявлены. Через 10 дней после окончания санации симптомы заболевания полностью исчезли у 14 женщин (46,67%). Зуд в области наружных половых органов отмечали 6 женщин (20%), 6 (20%) обращали внимание на неприятный запах выделений из половых путей. Аминотест оказался положительным в 11 пробах (36,67%), ключевые клетки при микроскопии влагалищных мазков обнаружены у 6 пациенток (20%), мицелий грибов у 7 (23,33%). Среднее число лейкоцитов в мазке составило $7,67 \pm 8,5$. При бактериологическом

исследовании отделяемого заднего свода влагалища были выявлены *Candida albicans* у 7 пациенток (23,33%), *Staphylococcus epidermidis* у 1 (3,33%), *Streptococcus spp.* — 1 (3,33%). Таким образом, эффективность метронидазола для вагинального применения 46,67%. У 7 (23,33%) исследуемых препарат не показал свою эффективность. В 7 (23,33%) случаях применение метронидазола спровоцировало вульвовагинальный кандидоз, а у 2 (6,67%) пациенток развился вагинит.

Пациентки II группы при первичном осмотре предъявляли жалобы на обильные выделения из половых путей. 21 (70%) из них отмечала неприятный запах выделений. Зуд наружных половых органов беспокоил 5 (16,67%) женщин. При исследовании отделяемого заднего свода влагалища аминотест оказался положительным у 30 (100%) женщин, ключевые клетки обнаружены у 28 (93,33%). Повышение pH зарегистрировано у всех обследованных и составило $5,73 \pm 0,4$. Среднее количество лейкоцитов в отделяемом заднего свода влагалища $6,0 \pm 5,25$ в поле зрения. В посевах отделяемого заднего свода влагалища на условно-патогенную флору возбудитель не выявлен ни у одной из пациенток. Через 10 дней симптомы заболевания полностью регрессировали у 15 (50%) пациенток. Зуд сохранился у 3 (10%), неприятный запах выделений у 7 (23,33%). У всех обследованных при микроскопии отделяемого заднего свода влагалища среднее число лейкоцитов составило $10,17 \pm 12,2$, аминотест остался положительным у 9 (30%), ключевые клетки обнаруживались у 7 (23,33%), мицелий грибов у 4 (13,33%). При бактериологическом исследовании влагалищного отделяемого у 4 (13,33%) пациенток выявлен *Candida albicans*, *Streptococcus spp.* у 1 (3,33%), *Escherichia coli* у 1 (3,33%). Таким образом, эффективность клиндамицина для влагалищного применения составила 50%. Не показал эффективности у 8 (26,67%) обследованных. Вульвовагинальный кандидоз на фоне применения клиндамицина развился у 4 (13,33%), вагинит у 3 (10%).

Все пациентки III группы на первичном приеме предъявляли жалобы на патологические выделения из половых путей. Неприятным запахом выделения сопровождалась у 21 пациентки (70%), зудом наружных половых органов различной интенсивности у 6 (20%). При исследовании отделяемого заднего свода влагалища аминотест был положительным у 28 женщин (93,33%), ключевые клетки при микроскопии обнаружены у 19 (63,3%). У всех женщин pH влагалищного отделяемого было высоким и составляло $6,37 \pm 0,3$, среднее число лейкоцитов $5,73 \pm 5,05$. При бактериологическом исследовании отделяемого заднего свода влагалища на условно-патогенную флору возбудители не обнаружены ни у одной из обследованных. Через 10 дней после окончания санации симптомы заболевания полностью регрессировали у 11

женщин (36,67%). Зуд сохранялся у 4 (13,33%) санированных, неприятный запах выделений у 7 (23,33%). Аминотест остался положительным у 8 (26,67%) пациенток. При бактериоскопическом исследовании ключевые клетки сохранялись у 7 (23,33%), мицелий грибов у 5 (16,67%), среднее число лейкоцитов составило $7,87 \pm 7,07$. В бактериологическом посеве отделяемого заднего свода влагалища обнаружены *Candida albicans* в 4 (13,33%) пробах, *Klebsiella spp.* в 1 (3,33%). Таким образом, эффективность хлоргескидина биглюконата для вагинального применения составила 36,67%. Неэффективен препарат оказался у 10 (33,33%) санированных. Вульвовагинальный кандидоз возник у 5 (16,67%), цитолитический вагиноз развился у 1 (3,33%), обнаружен вагинит у 3 (10%).

В IV группе все пациентки предъявляли жалобы на обильные выделения из половых путей. У 19 (63,33%) из них выделения сопровождалась неприятным запахом, у 8 (26,67%) — зудом наружных половых органов различной степени выраженности. У всех больных при исследовании влагалищного отделяемого был положительным аминотест, повышение pH (составило $6,06 \pm 0,4$). При микроскопии отделяемого заднего свода влагалища ключевые клетки обнаружены у 24 (80%) обследованных, среднее число лейкоцитов составило $6,37 \pm 5,25$. При бактериологическом исследовании влагалищного отделяемого на условно-патогенную флору возбудителей не было выявлено ни в одном из образцов. Через 10 дней после проведения курса лечения препаратом повидон-йода для влагалищного введения исчезновение симптомов заболевания отметили 14 (46,67%) санированных. Зуд наружных половых органов сохранился у 7 (23,33%), неприятный запах выделений у 4 (13,33%). Аминотест оказался положительным у 8 (26,67%) женщин, ключевые клетки обнаружены при микроскопии у 5 (16,67%), мицелий грибов у 5 (16,67%). Среднее число лейкоцитов после санации составило $9,37 \pm 9,33$. В бактериологических посевах отделяемого заднего свода влагалища обнаружены *Candida albicans* в 3 пробах (10%), *Enterococcus spp.* в 1 (3,33%), *Corynebacterium spp.* в 1 (3,33%). Эффективность санации препаратом повидон-йода для влагалищного введения составила 46,67%. Показал свою неэффективность препарат в 7 (23,33%) случаях. Вульвовагинальный кандидоз на фоне лечения развился у 5 (16,67%) пациенток, вагинит у 4 (13,33%).

В V группе все пациентки при первичном осмотре предъявляли жалобы на обильные выделения из половых путей с неприятным запахом. 8 (26,67%) из них беспокоил зуд наружных половых органов. Аминотест с влагалищным отделяемым был положительным у 28 (93,3%) обследованных, pH повышен, составил $5,76 \pm 0,6$. При бактериоскопии отделяемого заднего свода влагалища у всех пациенток обнаружены ключевые клетки, среднее число лейкоцитов составило $5,73 \pm 5,54$. При бактериологическом исследовании влагалищного содержимого на условно-патогенную микрофлору возбудители не выявлены. Через 10 дней после окончания санации препаратом «Эльжина» 24 (80%) пациентки отметили полное исчезновение симптомов заболевания. Неприятный запах выделений сохранился у 5 (16,67%) санированных, зуд у 3 (10%). Положительный аминотест сохранился в 6 (20%) пробах, ключевые клетки при микроскопии влагалищных мазков обнаружены в 3 (10%). Среднее число лейкоцитов в мазке $5,46 \pm 5,25$. В бактериологическом посеве содержимого влагалища в 1 (3,33%) пробе обнаружен *Corynebacterium spp.* Таким образом, эффективность комплексного препарата «Эльжина» составила 80%. Неэффективен препарат оказался у 5 (16,67%) пациенток, вагинит на фоне лечения развился у 1 (3,33%) женщины.

Заключение

В I, II, III и IV группе эффективность санации ниже, т.к. препараты направлены в большей степени на ликвидацию *Gardnerella vaginalis* с меньшим воздействием или полным отсутствием его на другие возбудители бактериального вагиноза (в частности, *Mobilincus*, *Atorobium vaginae*, *Bacteroides spp.*, *Prevotelle spp.*, *Veilonella*) [15].

Как видно из представленных результатов, действующие вещества комбинированного препарата последнего поколения, примененного в V группе («Эльжина») имеют наименьший риск резистентности бактерий, обеспечивают максимальный спектр действия и высокую эффективность при бактериальном вагинозе. В настоящее время важно иметь возможность назначить комбинированный препарат в день обращения, без ожидания результатов анализов, не боясь побочных эффектов в виде развития вульвовагинального кандидоза, как в случае изолированного применения антибактериального препарата. [26]

ЛИТЕРАТУРА

1. Рахматулина М.Р., Малова И. О., Соколовский Е. В. и соавт «Федеральные клинические рекомендации по ведению больных бактериальным вагинозом», 2015 год
2. Волков В.Г., Заикина Ф. Я., Култыгина С. В. Современные подходы к прогнозированию возникновения преждевременных родов // Вестник новых медицинских технологий. 2009. Т. 16, № 4. С. 112–113.
3. Мартыненко П.Г., Волков В. Г., Заикина Ф. Я., Кузьмина И. В., Логинова Т. А. Новые аспекты профилактики преждевременных родов среди пациенток, имеющих симптомы угрозы прерывания беременности // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т. 17, № 4. С. 151–153.

4. Lamont R. F. *Advances in the Prevention of Infection-Related Preterm Birth* // *Front Immunol*. 2015. V. 6, № 16. P. 566.
5. Маринкин И.О., Трунченко Н. В., Серяпина Ю. В., Никитенко Е. В., Макаров К. Ю., Айдагулова С. В. Хронический эндометрит с нормальным и тонким эндометрием в динамике реабилитации пациенток репродуктивного возраста: ультразвуковые и гистологические корреляции // *Проблемы репродукции*. 2017. № 1. С. 29–36.
6. Трунова Л.А., Горбенко О. М., Шваюк А. П., Макаров К. Ю., Янова И. В., Обухова О. О., Трунов А. Н. Иммунобиохимические изменения у пациенток с хроническими инфекционно-воспалительными заболеваниями придатков матки в стадии клинической ремиссии. *Аллергология и иммунология*. 2003. Т. 4. № 4. С. 4–8.
7. Макаров К.Ю., Ефремов А. В., Трунов А. Н. Патогенетическое обоснование иммунореабилитации пациенток с хроническими инфекционно-воспалительными заболеваниями придатков матки в стадии ремиссии *Журнал экспериментальной и клинической медицины*. 2004. № 4. С. 6.
8. Пилецкая У.В., Макаров К. Ю. Поиск новых подходов к лечению неспецифических болезней влагалища. *Интеллектуальный потенциал XXI века. Сборник тезисов*. 2017. С. 9–12
9. Российское общество дерматовенерологов и косметологов, предс. А. А. Кубанова «Бактериальный вагиноз», Ведение больных инфекциями, передаваемыми половым путем и урогенитальными инфекциями. *Клинические рекомендации*, 2013 С. 15–19
10. Qi Cheng, Daniel Nelson, Shiwei Zhu, and Vincent A. Fischetti. Removal of Group B Streptococci Colonizing the Vagina and Oropharynx of Mice with a Bacteriophage Lytic Enzyme. *Antimicrob Ag*
11. Allsworth J.E., Peipert J. F. Prevalence of bacterial vaginosis: 2001–2004 National Health and Nutrition Examination Survey data // *Obstet. Gynecol.* — 2007. — Vol. 109, N1. — P. 114–120
12. Association between bacterial vaginosis and CIN: systematic review and meta-analysis / Gillet E. [et al.] // *PLoS One*. — 2012. — Vol. 7(10). — e45201.
13. O’Hanlon DE, Moench TR, Cone RA. Vaginal pH and microbicidal lactic acid when lactobacilli dominate the microbiota. *PLoS One*. 2013;8(11): e80074. doi: 10.1371/journal.pone.0080074.
14. Wilks M, Wiggins R, Whiley A, et al. Identification and H2O2 production of vaginal lactobacilli from pregnant women at high risk of preterm birth and relation with outcome. *J Clin Microbiol*. 2004;42:713–7. doi: 10.1128/JCM.42.2.713–717.2004.
15. Ravel J, Gajer P, Abdo Z, et al. Vaginal microbiome of reproductive-age women. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2011;108:4680–7. doi: 10.1073/pnas.1002611107.
16. Witkin SS, Mendes-Soares H, Linhares, et al. Influence of vaginal bacteria and D- and L-lactic acid isomers on vaginal extracellular matrix metalloproteinase inducer: implications for protection against upper genital tract infections. *MBio*. 2013;4e00460–e00413. doi: 10.1128/mBio.00460–13
17. Petricevic L, Domig K, Nierscher FJ, et al. Characterisation of the vaginal Lactobacillus microbiota associated with preterm delivery. *Sci Rep*. 2014;4:51362. doi: 10.1038/srep05136.
18. Romero R, Hassan SS, Gajer P, et al. The composition and stability of the vaginal microbiota of normal pregnant women is different from that of non-pregnant women. *Microbiome*. 2014;2(1):10. doi: 10.1186/2049–2618–2–10
19. Donders GG, Ruban K, Bellen G. Selecting anti-microbial treatment of aerobic vaginitis. *Curr Infect Dis Rep*. 2015;17(5):477. doi:10.1007/s11908–015–0477–6
20. Wang H, Huang Z, Wu Z, Qi X, Lin D. An epidemiological study on vaginitis in 6,150 women of reproductive age in Shanghai. *New Microbiol*. 2017 Apr;40(2):113–118. Epub 2017 Mar 3.
21. Blaser MJ. The theory of disappearing microbiota and the epidemics of chronic diseases. *Nat Rev Immunol*. 2017 Jul 27;17(8):461–463. doi: 10.1038/nri.2017.77.
22. Ferrer M, Méndez-García C, Rojo D, Barbas C, Moya A. Antibiotic use and microbiome function. *Biochem Pharmacol*. 2017 Jun 15;134:114–126. doi: 10.1016/j.bcp.2016.09.007. Epub 2016 Sep 15.
23. Kero K, Rautava J, Syrjänen K, Grenman S, Syrjänen S. Association of asymptomatic bacterial vaginosis with persistence of female genital human papillomavirus infection. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2017 Nov;36(11):2215–2219. doi: 10.1007/s10096–017–3048-y. Epub 2017 Jul 5.
24. А.А. Синякова. Современные представления о микробиоценозе влагалища и его влиянии на исходы беременности // *Журнал акушерства и женских болезней*. — 2017. — Т. 66. — № 6. — С. 89–100
25. Е.И. Смирнова. Угроза прерывания беременности и бактериальный вагиноз: есть ли связь? // *Вестник новых медицинских технологий, электронный журнал*. — 2017. — № 1. — С. 118–123
26. Соколова Т.М., Маринкин И. О., Кулешов В. М., Макаров К. Ю. Опыт применения нового комбинированного препарата для лечения урогенитальных инфекций. // *Акушерство и гинекология: новости мнения, обучение*. 2019. Т. 7, № 2. С. 74–78
27. Zozaya M, Ferris MJ, Siren JD, Lillis R, Myers L, Nsuami MJ, Eren AM, Brown J, Taylor CM, Martin DH. Bacterial communities in penile skin, male urethra, and vaginas of heterosexual couples with and without bacterial vaginosis. *Microbiome*. 2016 Apr 19;4:16. doi: 10.1186/s40168–016–0161–6.
28. Brown RG, Marchesi JR, Lee YS, Smith A, Lehne B, Kindinger LM, Terzidou V, Holmes E, Nicholson JK, Bennett PR, MacIntyre DA. Vaginal dysbiosis increases risk of preterm fetal membrane rupture, neonatal sepsis and is exacerbated by erythromycin. *BMC Med*. 2018 Jan 24;16(1):9. doi: 10.1186/s12916–017–0999-x.
29. Son KA, Kim M, Kim YM, Kim SH, Choi SJ, Oh SY, Roh CR, Kim JH. Prevalence of vaginal microorganisms among pregnant women according to trimester and association with preterm birth. *Obstet Gynecol Sci*. 2018 Jan;61(1):38–47. doi: 10.5468/ogs.2018.61.1.38. Epub 2017 Dec 26

© Пилецкая Ульяна Владимировна (deka2506@rambler.ru), Макаров Константин Юрьевич (fdpngma@mail.ru),
Соколова Татьяна Михайловна (tatyana3965@mail.ru), Козак Юлия Владимировна (juliakozak@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЭКТОДЕРМАЛЬНАЯ ДИСПЛАЗИЯ. СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

ECTODERMAL DYSPLASIA. SYSTEMATIC REVIEW

**A. Ponomarev
S. Igitalliev
S. Butsan
V. Lebedev
A. Polyakov
T. Milovidova**

Summary. Ectodermal dysplasia (ED) is an extensive group of syndromes that are heterogeneous in clinical manifestations and genetic aspects and are characterized by abnormalities in structures of ectodermal origin. This article presents a clinical and radiological review of the hypohidrotic form of ectodermal dysplasia, as well as describes approaches to dental rehabilitation of these patients. The important role of the dentist in the identification and management of patients with ED is shown.

Keywords: ectodermal dysplasia, hypohidrotic, anhidrotic, Christ-Siemens-Touraine syndrome, Klouston syndrome.

Пономарев Артемий Эрнестович

Врач челюстно-лицевой хирург, Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Минздрава России
ponomarev_100@list.ru

Йигиталиев Шухрат Нуманович

К.м.н., врач челюстно-лицевой хирург, Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Минздрава России

Буцан Сергей Борисович

К.м.н., врач челюстно-лицевой хирург, Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Минздрава России

Лебедев Валентин Витальевич

Врач челюстно-лицевой хирург, Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии Минздрава России

Поляков Александр Владимирович

Д.б.н., профессор, Член-корреспондент РАН, Медико-генетический научный центр имени академика Н.П. Бочкова

Миловидова Татьяна Борисовна

Н.с., Медико-генетический научный центр имени академика Н.П. Бочкова

Аннотация. Эктодермальные дисплазии (ЭД) представляют собой обширную группу синдромов, неоднородных по клиническим проявлениям и генетическим аспектам и характеризующихся аномалиями в структурах эктодермального происхождения. В настоящей статье представлен клинико-рентгенологический обзор гипогидротической формы эктодермальной дисплазии, а также описаны подходы к стоматологической реабилитации данных больных. Показана важная роль стоматолога в идентификации и ведении пациентов с ЭД.

Ключевые слова: эктодермальная дисплазия, гипогидротическая, ангидротическая, синдром Криста-Сименса-Турена, синдром Клоустона.

Введение

Терминология и классификация

Термин «эктодермальная дисплазия» (ЭД) объединяет в себе группу наследственных заболеваний, характеризующихся структурными и функциональными аномалиями тканей, происходящих из эктодермы [1]. Впервые определение и классификация эктодермальных дисплазий были предложены Freire Maia (1971;1977) [2, 3]. Авторы выделяют две группы. К группе А относятся нозологии с дефектами как минимум в двух следующих «классических» структурах: волосы, зубы,

ногти и потовые железы, с пороками развития и другими дефектами или без них. К группе В относятся нозологии с дефектами только в одной из четырех вышеупомянутых структур. Состояние, характеризующее только эктодермальными признаками, называется «чистой» ЭД. Если патологический процесс сочетает в себе эктодермальные признаки и пороки развития, это называется синдромальной ЭД. Однако позднее была предложена другая классификация, в основу которой легли знания о молекулярно-генетических механизмах и биологических функциях белков, участвующих в развитии ЭД. Manuela Priolo (2001) и Carmelo Laganà (2009) выделили две группы ЭД [4, 5]. К первой группе они отнесли «чи-

стве» ЭД, возникающие в результате дефектов регуляции развития или эпителиально-мезенхимального взаимодействия. Например, X-сцепленная гипогидротическая эктодермальная дисплазия 1 (OMIM 305100). Ко второй группе относятся нозологии, причиной которых являются дефекты в структурных белках цитоскелета. Например, эктодермальная дисплазия 2, тип Клоустона (OMIM 129500). Для ЭД описаны все известные типы наследования: аутосомно-доминантный, аутосомно-рецессивный, X-сцепленный.

Клинические примеры наиболее распространенной ЭД:

На сегодняшний день описано более 150 различных ЭД с известной молекулярной причиной. Две наиболее распространенные формы — гипогидротическая ЭД и гидротическая ЭД. Распространенность всех типов ЭД составляет 21,9 на 100000 новорожденных. Гипогидротическая форма является наиболее распространенной и составляет 90% всех эктодермальных дисплазий [6].

Гипогидротическая эктодермальная дисплазия (ГЭД) (синдром Криста-Сименса-Турена) — 90%

Наиболее частой формой ЭД является гипогидротическая эктодермальная дисплазия (ГЭД), характеризующаяся триадой признаков: 1) гипотрихоз (или атрихоз); 2) гиподонтия (анодонтия); 3) гипогидроз (или ангидроз), который может сопровождаться угрожающей жизни гипертермией [7]. Термин «гипогидротическая» ЭД предпочтительнее «ангидротической» ЭД, так как обычно нет полного отсутствия потовых желез [8]. Ранее было показано, что мутации в четырех генах (EDA, EDAR, EDARADD и WNT10A) ответственны за приблизительно 90% случаев ГЭД [9]. Гипогидротическая эктодермальная дисплазия характеризуется такими фенотипическими особенностями лица как выступающий вперед лобные бугры, редкие, тонкие, зачастую отсутствующие брови и волосы, редкие дистрофичные ресницы. Пигментация волос часто отсутствует. Имеется частичная или полная адентия. Слизистые оболочки сухие, кожа мягкая, сухая, с мелкими складками, морщинки под глазами, характерная периорбитальная гиперпигментация, большие выступающие уши, выпяченные утолщенные губы, седловидная переносица и гипоплазия челюстей. Заболевание существует с рождения или развивается в течение первого года жизни. При гистологическом исследовании биоптата кожи отмечается атрофия эпидермиса, потовые железы не обнаруживаются или определяются их рудименты, может встречаться гипоплазия волосяных фолликулов и сальных желез [10]. Аутосомно-доминантная и аутосомно-рецессивная формы встречаются в равной степени у представителей обоих полов. В случае X-сцепленной формы, у носителей женского пола заболевание может протекать бессимптомно или в более

легкой форме: при осмотре возможно выявить олигодонтию, деформацию резцов по типу конической формы, гипотрихоз, умеренный гипогидроз и трудности в грудном вскармливании вследствие порока развития грудных желез [11, 12]. Аллельным (гомогенным) вариантом X-ГЭД является селективная агенезия зубов с X-сцепленным доминантным типом наследования, основным клиническим признаком которой является олиго- или гиподонтия.

На X-сцепленную форму ГЭД (X-ГЭД, синдром Криста-Сименса-Турена) приходится до 95% всех случаев ГЭД [13]. Распространенность X-ГЭД составляет 1 на 17 000 новорожденных [14]. Причиной развития X-ГЭД являются различные мутации гена EDA, расположенного на длинном плече X-хромосомы (Xq12-q13.1) и кодирующем трансмембранный белок, эктодисплазин-А, экспрессирующийся в кератиноцитах, волосяных фолликулах и потовых железах и играющий ключевую роль в эпителиально-мезенхимальной передаче сигнала [15]. Ген EDA (MN_001399.4) состоит из 8 экзонов. В настоящее время описано более 330 мутаций в этом гене, включая крупные делеции и инсерции. Основной тип мутаций — точковые (миссенс и нонсенс варианты). На их долю по данным базы данных HGMD® Professional версия 2019.3 приходится около 55%. На долю небольших делеций и инсерций, а также мутаций сайта сплайсинга приходится около 25% и 9% соответственно от всех мутаций гена EDA. На долю крупных делеций и инсерций выпадает 11% всех мутаций гена EDA.

В настоящее время доступны как прямая так и косвенная ДНК-диагностика X-ГЭД, заключающаяся в поиске мутаций в гене EDA методом прямого автоматического секвенирования и анализе сцепления высокоплиморфных генетических маркеров, расположенных в локусе гена EDA методом полиморфизма длин амплификационных фрагментов. Однако в некоторых случаях данных методов бывает недостаточно для выявления мутации или для определения носительства мутантного гена у женщин. Так, например, у матерей, для сыновей которых была выявлена делеция/дупликация всего гена EDA или его части, невозможно с помощью секвенирования определить носительство мутации вследствие наличия второй интактной X-хромосомы. В этом случае показано определения числа копий гена EDA методом количественной мультиплексной лигазной реакции. В случае установленной молекулярной причины X-ГЭД в отягощенных семьях возможно проведение дородовой диагностики для прогноза потомства.

Гидротическая ЭД (синдром Клоустона) — 10% от всех ЭД

Синдром Клоустона — крайне редкое наследственное заболевание, основными признаками которого явля-

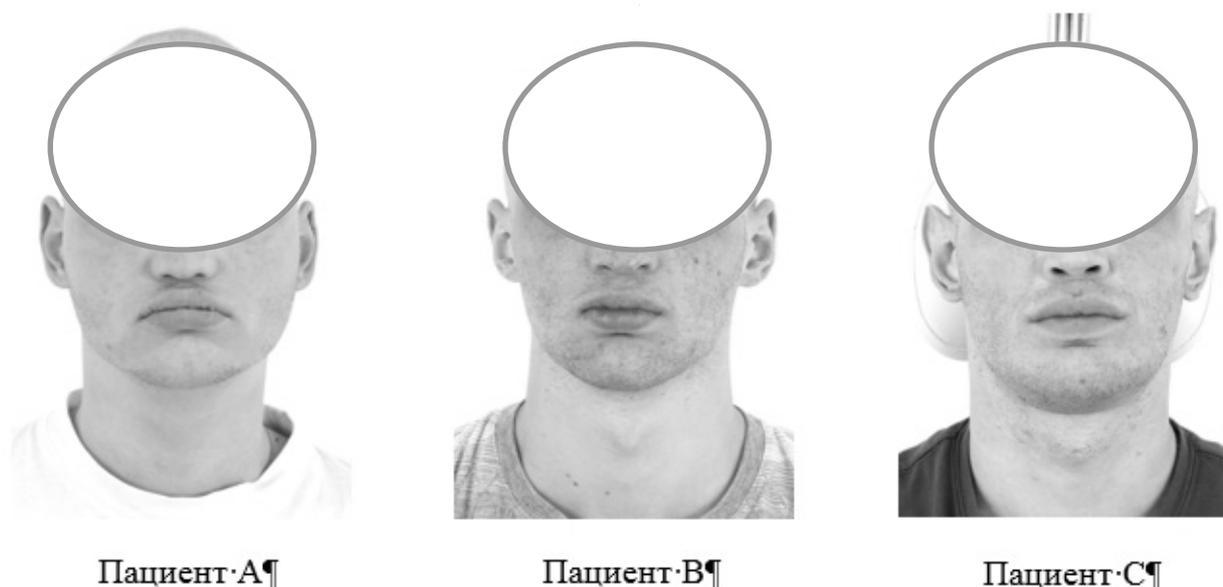


Рис. 1. Фото в фас

ются дистрофия ногтей и гипотрихоз различной степени выраженности. Ногти гипопластичны и деформированы с повышенной восприимчивостью к паронихиальным инфекциям. Дефекты волос варьируют от ломкости и медленной скорости роста до полной алопеции. Отмечается умеренный или тяжелый пальмоплантарный гиперкератоз и лейкоплакия в полости рта вследствие редуцированной десквамации кератиноцитов. У пациентов повышена склонность к кариесу, наблюдается гиперпигментация в области суставов. Функция потовых и сальных желез не нарушена. При гистологическом исследовании биоптата кожи регистрируют незначительную атрофию эпидермиса, гиперкератоз, отсутствие или недоразвитость волосяных фолликулов, потовые железы определяются в нормальных количествах [10]. Аллельным (гомогенным) вариантом синдрома Клоустона является тугоухость с аутомно-доминантным (тип 3В) или аутомно-рецессивным (тип 1В) типом наследования, основным клиническим проявлением которой является двусторонняя потеря слуха и вестибулярная дисфункция (у некоторых пациентов).

Причиной развития синдрома Клоустона являются различные мутации гена GJB6, расположенного на длинном плече хромосомы 13 (13q12.11) и кодирующего белок щелевого контакта коннексин-30, экспрессирующийся в головном мозге, улитке и эпителии и играющий ключевую роль в пролиферации и дифференцировке клеток [16]. Ген GJB6 состоит из 3 экзонов, первый и второй экзоны являются некодирующими. В настоящее время в гене GJB6 описано 34 мутации. Однако на долю патогенных вариантов, приводящих к синдрому Клоустона, приходится всего 20,5% и все они представлены мис-

сенс-вариантами. Остальные 79,5% мутаций, включая крупные делеции, описаны при тугоухости. В настоящее время доступна прямая ДНК-диагностика синдрома Клоустона, заключающаяся в поиске мутаций в гене GJB6 методом прямого автоматического секвенирования. В случае установленной молекулярной причины синдрома Клоустона в отягощенных семьях возможно проведение дородовой диагностики для прогноза потомства.

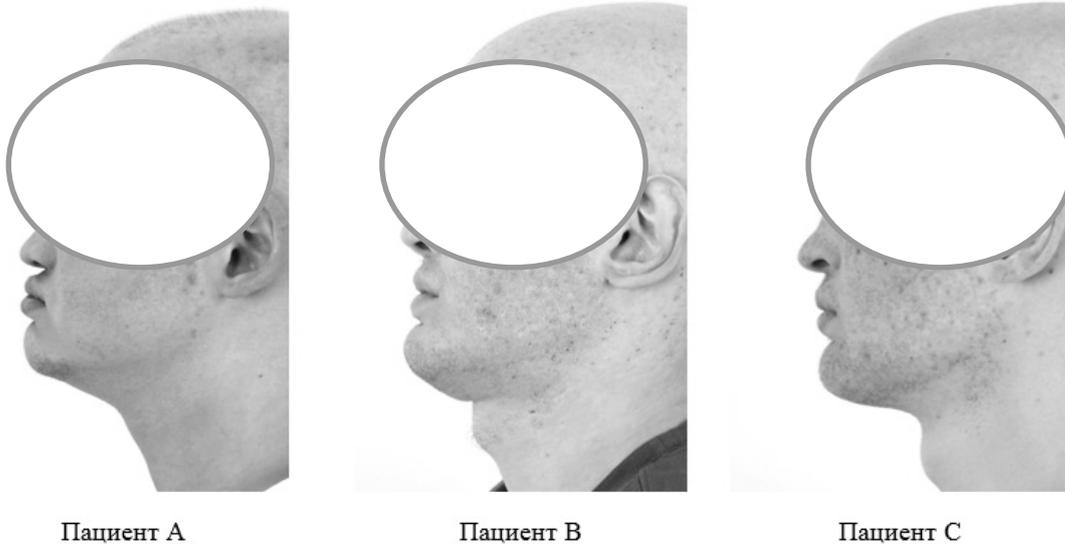
Материалы и методы

На базе отделения челюстно-лицевой хирургии ФГБУ «ЦНИИС и ЧЛХ» г. Москва Минздрава России находились на лечении и реабилитации 10 пациентов в период с 2014–2019 г. 8 мужчин и 2 женщины, возрастом от 19–28 лет.

Все пациенты с подтвержденным диагнозом: «Эктодермальная дисплазия (гипогидротическая форма), с частичной или полной адентией верхней и нижней челюстей. Недоразвитием верхней и нижней челюстей» (МКБ X: Q82.4, K00.0, K07.0).

На основании клинических, рентгенологических и компьютерных методов (3D-цефалометрия) исследования проведен сравнительный анализ пациентов с ЭД.

У пациентов с гипогидротической формой ЭД характеризуются триадой симптомов: гипотрихоз (или атрихоз), гиподонтия (анодонтия) и гипогидроз (или ангидроз), который может сопровождаться угрожающей жизни гипертермией (при определенных погодных ус-



Пациент А

Пациент В

Пациент С

Рис. 2. Фото в профиль



Рис. 3. Фото полости рта

ловиях). Отмечаются ломкие, пушистые волосы на голове, гиперкератоз выражен незначительно, недоразвитые волосяных фолликулы в надбровных областях (волосы редкие). Все пациенты очень схожи между собой.

В профиль отмечается верхнечелюстная и нижнечелюстная гипоплазия, нижнечелюстная прогнатия, также соотношение челюстей по II и III классу Энгля, как сагитальной, так и во фронтальной плоскостях, снижением высоты прикуса, выраженная подбородочная складка, подбородок выступает вперед и вверх — данные признаки можно сравнить со старческими проявлениями челюстно — лицевой области.

В полости рта наиболее явным признаком является первичная олигодонтия, отсутствие 6 и более зубов включая 3-и моляры.

У всех пациентов отмечается отсутствие, клыков, премоляров и третьих моляров на верхней челюсти, аномальное расположение центральных резцов отмечается у двух пациентов, аномальная форма центрального и латерального резца у трех пациентов, наличие временных зубов на верхней и нижней челюсти у трех пациентов. Отсутствие резцов, клыков и первых премоляров у двух пациентов, отсутствие резцов и первых премоляров у одного пациента.

Таблица 1. Количество временных и постоянных зубов

№ Пациента	Количество временных зубов на верхней челюсти	Количество временных зубов на нижней челюсти	Общее количество временных зубов	Количество постоянных зубов на верхней челюсти	Количество постоянных зубов на нижней челюсти	Общее количество постоянных зубов
1	0	0	0	4	1	5
2	1	4	5	2	2	4
3	0	0	0	3	0	3
4	6	3	9	3	2	5
5	0	0	0	10	6	16
6	1	0	1	8	8	16
7	4	1	5	4	7	11
8	4	0	4	4	2	6
9	0	0	0	2	0	2
10	0	0	0	1	2	3
11	3	2	5	2	2	4



Рис. 4. Скрин-карточка компьютерной томографии

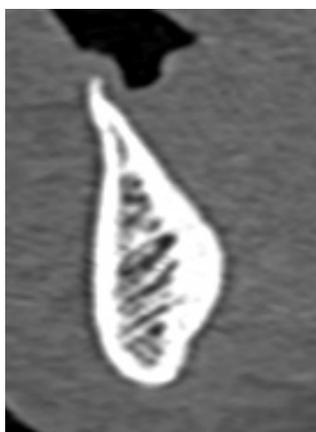


Рис. 5. Фронтальный срез мскт

Таблица 2. Показатели плотности в единицах Хаунсфилда

№ Пациента	Минимальное значение плотности (hu)	Максимальное значение плотности (hu)	Среднее значение плотности (hu)
1	193	1802	1609
2	201	1770	1569
3	230	1820	1590
4	200	1678	1478
5	198	1700	1502
6	201	1750	1549
7	202	1688	1486
8	200	1670	1470
9	199	1710	1511
10	196	1680	1484
11	204	1655	1451

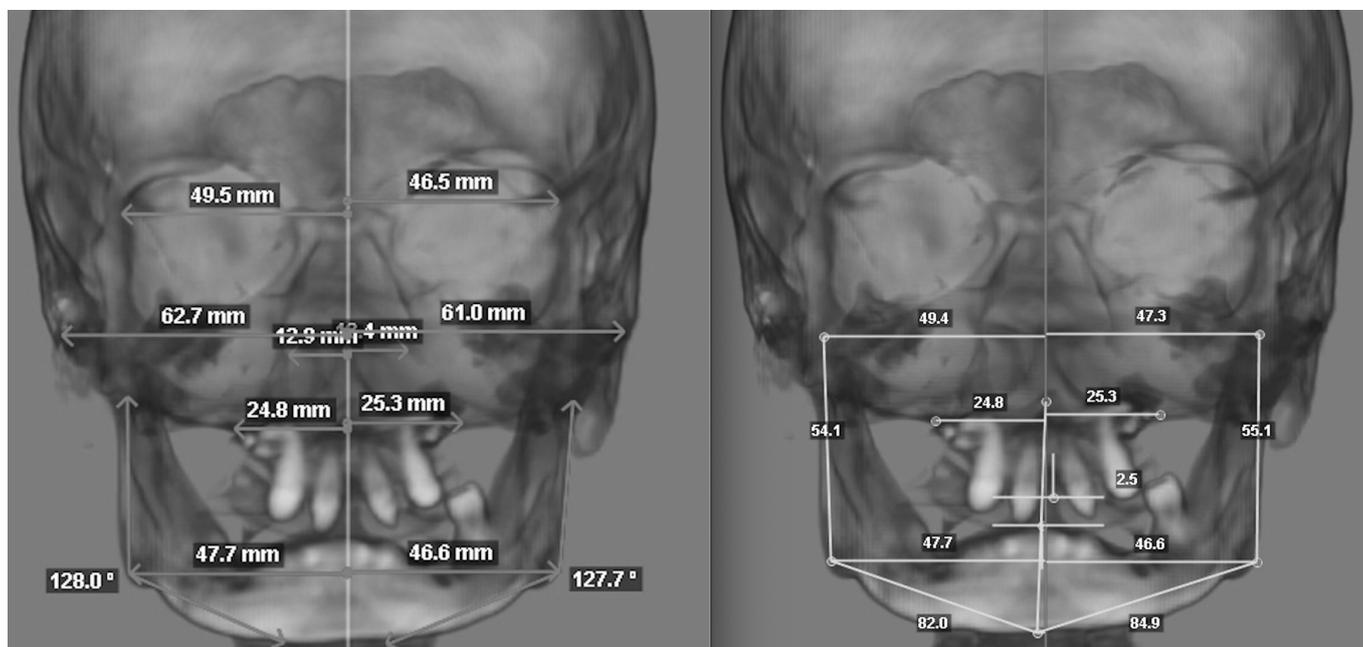


Рис. 6. 3D цефалометрическое исследование

Эмаль также может быть дефектной. Наблюдается широкая срединная диастема.

По данным рентгенологического и компьютерного исследования отмечается гипоплазированная костная ткань на верхней и нижней челюсти в зонах отсутствующих зубов, альвеолярный гребень на верхней и нижней челюсти характерной заостренной формы.

Исследуя биотип костной ткани на основании компьютерной томографии, определяют минимальное и максимальное значение плотности биологической ткани в единицах по шкале Хаунсфилда (согласно программе «Amira 3D Reconstruction»).

Среднее значение плотности костной ткани у всех трех пациентов соответствует типу — D1 (при норме плотных структур равной от 1455 HU).

На основании проведенного 3D цефалометрического анализа челюстно-лицевой области у пациентов с гипогидротической формой ЭД отмечается (пример исследования одного из пациентов):

Скелетные параметры

Межапикальный угол (<ANB) -5.4 deg, что соответствует соотношению челюстей по скелетному 3 классу.

Таблица 3. Этапы реабилитации пациентов

№ Пациента	Удаление не состоятельных зубов	Костная пластика (Аугментация)	Синуслифтинг	Дентальная имплантация/ количество	Ортогнатическая хирургия	Протезирование с опорой на дентальные имплантаты
1	-	+	+	+/8	0	0
2	+	+	+	+/8	0	0
3	+	+	+	+/12	-	+
4	+	+	+	+/9	-	+
5	-	+	+	+/8	+	+
6	+	+	+	+/10	+	0
7	+	+	+	+/10	0	0
8	+	+	+	+/7	-	+
9	-	+	+	+/12	-	+
10	-	+	+	+/12	-	+
11	+	+	+	+/12	-	+

«-»- не проводилось; «+»-проводилось; «0»-планируется

Положение головок и углов нижней челюсти

Mandibular Angle Position - Gonion to Anterior Facial Plane, R (mm)	60,6	69,0	7,0	-1,2
Mandibular Angle Position - Gonion to Anterior Facial Plane, L (mm)	62,0	69,0	7,0	-1,0
Mandibular Angle Position - Gonion to Superior Facial Plane, R (mm)	84,2	82,0	7,0	0,3
Mandibular Angle Position - Gonion to Superior Facial Plane, L (mm)	84,3	82,0	7,0	0,3
Gonion to Midsagittal plane, R (mm)	-47,7	45,0	3,0	-0,8
Gonion to Midsagittal plane, L (mm)	46,6	45,0	3,0	0,5
Gonial Width (mm)	94,4	90,0	7,0	0,6
Condyle Position - Condlyion to Superior Facial Plane, R (mm)	33,2	25,0	5,0	1,6
Condyle Position - Condlyion to Superior Facial Plane, L (mm)	32,7	25,0	5,0	1,5
Condyle Position - Condlyion to Anterior Facial Plane, R (mm)	78,8	80,0	5,0	-0,2
Condyle Position - Condlyion to Anterior Facial Plane, L (mm)	81,5	80,0	5,0	0,3
Condilyion to Midsagittal plane, R (mm)	-49,4	49,0	3,0	0,1
Condlyion to Midsagittal plane, L (mm)	47,3	49,0	3,0	-0,6
Condlyion Width (mm)	96,7	98,0	7,0	-0,2

Рис. 7. Показатели 3D цефалометрического исследования (продолжение на стр. 201)

Угловые параметры

Palatal Plane PNS-ANS (°)	3,1	3,0	3,0	-0,1
Occlusal Plane (°)	11,2	8,0	3,0	1,1
Mandibular Plane, R (°)	13,7	21,0	3,0	-2,4
Mandibular Plane, L (°)	13,3	21,0	3,0	-2,6
SNA (°)	78,2	82,0	3,0	-1,3
SNB (°)	84,8	80,0	3,0	1,6
ANB (deg)	-6,7	2,0	2,0	-4,4
Wits Apprsl, (mm)		-0,4	2,5	0,2
Beta Angle (deg)	43,7	31,0	4,0	3,2
Ar-Go-Me (R)(deg)	128,0	130,0	5,0	-0,4
Ar-Go-Me (L) (deg)	127,7	130,0	5,0	-0,5
Interincisal angle (U1-L1) (R)		130,0	8,0	-16,3
Interincisal angle (U1-L1) (L)		130,0	8,0	-16,3
U1-Palatal Plane (deg) (R)	112,7	110,0	5,0	0,5
U1- Palatal Plane (deg) (L)	113,8	110,0	5,0	0,8
L1-MP (deg) (R)		95,0	5,0	-19,0
L1-MP (deg) (L)		95,0	5,0	-19,0

Линейные параметры

Sna-Snp (mm)	47,4	56,1	4,3	-2,0
A-Snp (mm)	45,0	51,0	3,5	-1,7
Go-Me,R (mm)	82,0	86,0	5,0	-0,8
Go-Me,L (mm)	84,9	86,0	5,0	-0,2
Co-Go,R (mm)	54,1	66,0	3,9	-3,1
Co-Go,L (mm)	55,1	66,0	3,9	-2,8
N-S (mm)	72,8	71,0	3,0	0,6
N-Me (Total facial height) (mm)	100,3	118,0	6,0	-3,0
(H)Zy-Zy (mm)	123,8	130,0	6,0	-1,0
(H)N-Me\ (H)Zy-Zy (%)	81,0	91,0	6,0	-1,7

Положение верхней челюсти

(H) Maxillary position at A point (AP) (mm)	-1,5	0,0	2,0	-0,8
(H) Maxillary position at A point (vertically) (mm)	53,7	54,0	3,0	-0,1
(H) Maxillary position at A point (sagittally) (mm)	0,7	0,0	0,0	0,7
Maxillary Width (J-J) (mm)	50,2	62,0	3,0	-3,9
Maxillary Cant (J-J) (mm)	1,5	0,0	0,0	1,5

Положение нижней челюсти

(H) Mandibular position at Pg (AP) (mm)	9,9	0,0	2,0	5,0
(H) Mandibular position at Pg (vertically) (mm)	95,8	100,0	6,0	-0,7
(H) Mandibular position at Pg (sagittally) (mm)	-1,4	0,0	0,0	-1,4

Рис. 7 (продолжение). Показатели 3D цефалометрического исследования

Угол Beta равен 45.1 deg — соответствует 3 скелетному классу.

Параметр APDI, характеризующий дисплазию развития челюстей в сагиттальном направлении, равен 100.9 deg при $N = 81.4 \pm 5$ deg, что указывает на наличие скелетного 3 класса.

Размер и положение верхней челюсти

Размер основания верхней челюсти (PNS-ANS) по сагиттали ниже нормы.

Сужение основания верхней (J-J) челюсти в трансверзальной плоскости — справа расстояние до срединной плоскости составляет 24,8 мм, слева — 25,3 мм. $N = 31.0 \pm 1.5$. Заднее положение верхней челюсти в сагиттальной плоскости относительно переднего основания черепа ($\angle SNA = 78,2$ deg, $N = 82 \pm 3$) и нормальное положение.

Размер и положение нижней челюсти

Размеры тела нижней челюсти по сагиттали (Go-Me) увеличены: справа — 92.8 мм, слева — 94.4 мм. ($N = 86.0 \pm 5$).

Длина тела нижней челюсти справа на 1.6 мм меньше, чем слева. Ветвь справа на 4.8 мм больше, чем слева. Гониальный угол ($\angle Ar\Go\Me$) уменьшен: справа 115.1 deg и слева 118.0 deg. Справа угол на 2.9 deg меньше, чем слева. Прогнатия нижней челюсти в сагиттальной плоскости относительно переднего основания черепа — $\angle SNB$ равен 88.0 deg при норме 80.0 ± 3 deg. Прогнатия нижней челюсти относительно передней лицевой референтной плоскости.

У всех обследуемых пациентов по данным проведенного 3d цефалометрического исследования отмечается:

- ◆ скелетный 3 класс;
- ◆ горизонтальный тип роста;
- ◆ уменьшение размера основания верхней челюсти;
- ◆ уменьшение размера ветвей нижней челюсти; -антеинклинация нижней челюсти в вертикальной плоскости.

Ведение пациентов с ЭД

Первичная диагностика ЭД в детском возрасте

Чтобы установить степень заболевания у пациента с диагнозом гипогидротическая или гидротическая эктодермальная дисплазия, рекомендуются следующие оценки:

- ◆ Первоначальная оценка развивающегося зубного ряда обычно выполняется путем пальпации зубных альвеол младенцев, чтобы определить, присутствуют ли развивающиеся зубные зачатки (которые проявляются в виде выпуклостей в альвеоле).
- ◆ Стоматологические рентгенограммы для определения степени гиподонтии и гипоплазии верхней и нижней челюсти
- ◆ Проведение генетического исследования

Лечение проявлений

Ведение пациентов с гипогидротической или гидротической эктодермальной дисплазией направлено на три основных элемента:

- ◆ оптимизация психосоциального развития. Решение проблемы адаптации детей с ЭД является не простой, но очень важной задачей родителей, педагогов, психологов и социальных работников.
- ◆ создание адекватной функции полости рта. Лечение зубов, от простых реставраций до протезов, должно начинаться в раннем возрасте. Челюстно-лицевая хирургия, с целью зубо-челюстной реабилитации пациентов. Диетологическое консультирование может быть полезно тем людям, которые испытывают проблемы с жеванием и глотанием, несмотря на адекватную стоматологическую помощь. Заменители слюны и оптимальное воздействие фтора могут быть полезны для предотвращения кариеса у тех людей, у которых отмечается заметное снижение слюноотделения.
- ◆ симптоматическое лечение направлено на улучшение качества жизни пациентов: использование париков и косметологических средств для коррекции внешних проявлений и улучшения общего состояния кожи, волос, ногтей; охлаждающие жилеты, пульверизаторы, кондиционеры и частое питье при риске развития гипертермии у пациентов с ГЭД; использование кератолитиков на участках гиперкератоза у пациентов с синдромом Клоустона.

В таблице 3 представлены этапы реабилитации этой категории пациентов в условиях стационара ФГБУ НМИЦ «ЦНИИС и ЧЛХ».

Прогноз

Пациенты с ЭД обычно имеют хороший прогноз. Под влиянием лечения возможно уменьшение выраженности клинических признаков. Однако если есть задержка в диагностике уровень смертности для Х-ГЭД состав-

ляет до 2.1% в течение первого года жизни в результате гипертермии. Общий уровень смертности от ЭД составляет примерно 30% в течение первых 2 лет жизни

из-за лихорадки или инфекций органов грудной клетки [8]. Продолжительность жизни взрослых, как правило, не изменена.

ЛИТЕРАТУРА

1. P. García-Martín A. Hernández-Martín A. Torrel Ectodermal Dysplasias: A Clinical and Molecular Review. *Actas Dermosifiliogr.* 2013;104:451–70.
2. Freire-Maia N. Ectodermal dysplasias. *Hum Hered.* 1971;21:309–312.
3. Freire-Maia N. Ectodermal dysplasias revisited. *Acta Genet Med Gemellol (Rome)*. 1977;26:121–131.
4. Priolo M, Lagana C. Ectodermal dysplasias: a new clinical-genetic classification. *J Med Genet.* 2001;38(9): 579–585.
5. Priolo M. Ectodermal dysplasias: an overview and update of clinical and molecular-functional mechanisms. *Am J Med Genet A.* 2009;149A(9):2003–2013.
6. Nguyen-Nielsen M, Skovbo S, Svaneby D et al. The prevalence of X-linked hypohidrotic ectodermal dysplasia (XLHED) in Denmark, 1995–2010. *Eur J Med Genet.* 2013;56(5), 236–242.
7. Wohlfart S, Hammersen J, Schneider H et al. Mutational spectrum in 101 patients with hypohidrotic ectodermal dysplasia and breakpoint mapping in independent cases of rare genomic rearrangements. *J Hum Genet.* 2016;61(10):891–897.
8. Halai T, Stevens C. Ectodermal Dysplasia: A Clinical Overview for the Dental Practitioner. *Dent Update.* 2015;42(8):779–780, 783–784, 787–788 *passim*.
9. Cluzeau C, Hadj-Rabia S, Jambou M, et al. Only four genes (EDA1, EDAR, EDARADD, and WNT10A) account for 90% of hypohidrotic/anhidrotic ectodermal dysplasia cases. *Hum Mut.* 2011;32:70–72.
10. Мордовцев В.Н., Мордовцева В.В, Мордовцева В. В. Наследственные болезни и пороки развития кожи. Атлас. Наука, 2004.
11. Суколин Г. И. Клиника наследственных дерматозов. Атлас-справочник. БИНОМ, 2014.
12. Clarke A, Phillips D I, Brown R et al. Clinical aspects of X-linked hypohidrotic ectodermal dysplasia. *Arch Dis Child.* 1987;62:989–996.
13. Cacuetto J, Zafra-Cobo Ml, Ciria S, Unamuno P, Gonzalez-Sarmiento R: A novel EDA gene mutation in a Spanish family with X-linked hypohidrotic ectodermal dysplasia (in Spanish). *Actas Dermosifiliogr* 102: 722–725 (2011).
14. Trzeciak W H, Koczowski R. Molecular basis of hypohidrotic ectodermal dysplasia: an update. *J Appl Genetics.* 2016;57(1):51–61.
15. Savasta S, Carlone G, Castagnoli R et al. X-Linked Hypohidrotic Ectodermal Dysplasia: New Features and a Novel EDA Gene Mutation. *Cytogenet Genome Res.* 2017;152(3):111–116.
16. Agarwal N, Singh PK, Gupta K et al. Identification of GJB6 gene mutation in an Indian man with Clouston syndrome. *Indian J Dermatol Venereol Leprol.* 2016;82:697–700.

© Пономарев Артемий Эрнестович (ponomarev_100@list.ru), Йигиталиев Шухрат Нуманович,
 Буцан Сергей Борисович, Лебедев Валентин Витальевич,
 Поляков Александр Владимирович, Миловидова Татьяна Борисовна .
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ МИКРОБИОТЫ УРОГЕНИТАЛЬНОГО ТРАКТА ПРИ ИНФИЦИРОВАННОМ ВЫКИДЫШЕ

QUALITATIVE AND QUANTITATIVE COMPOSITION OF THE UROGENITAL TRACT MICROBIOTA IN INFECTED MISCARRIAGE

**N. Ruhlyada
S. Vinnikova
L. Tsechoyeva**

Summary. An infected miscarriage is an interruption of a developing pregnancy, which is characterized by the presence of fever, chills, malaise, lower abdominal pain, blood, sometimes pus-like discharge from the genital tract. This pathology can lead to a violation or loss of reproductive function. In the North-Western district in 2012–2013, 14.3% died from termination of pregnancy before 22 weeks, 16% died from septic complications, and 3.7–5.9% died from miscarriage initiated in an out-of-hospital facility. The aim of this work is to study the qualitative and quantitative composition of the urogenital tract microbiota in infected miscarriage using highly informative molecular genetic methods. The study was conducted on the basis of the SP research Institute. Janelidze in women of reproductive age. The main clinical form of infectious miscarriage is endometritis in 88 (63.8%). The study found that absolute pathogens, namely *Chlamydia trachomatis*, *Mycoplasma genitalium*, *Neisseria gonorrhoeae*, were detected in 36 (26.1%). When examining the vaginal discharge using the “Femoflor 16” method, *Gardnerella vaginalis* 38% and *Atopobium vaginae* 36% were found. The content of one or more facultative (family Enterobacteriaceae, *Streptococcus* spp., *Staphylococcus* spp.) and/or obligate anaerobes (*Gardnerella vaginalis*, *Atopobium vaginae*) in a significant titer (>105 CFU) was detected in 54% and 28%. When comparing the results of the study with data from the last five years, there is a tendency to increase the number of opportunistic flora (*Gardnerella vaginalis*, *atopobium vaginae* *Streptococcus* spp., *Staphylococcus* spp. and others), an increase in the combination of *Mycoplasma hominis* and *Ureaplasma* species (5.8%), while reducing the frequency of detection of STI pathogens (*Chlamydia trachomatis*) or a combination of infections associated with STIs (*Chlamydia trachomatis*, *Neisseria gonorrhoeae* and *Mycoplasma genitalium*). Verification of the microbiota allows applying a differentiated approach to prescribing antibacterial therapy before starting treatment, and if necessary, making an adequate change to antimicrobial therapy if it is ineffective.

Keywords: Infected miscarriage, microbiota, urogenital tract, antimicrobial therapy, “Femoflor 16”.

Рухляда Николай Николаевич

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России

Винникова Симона Викторовна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России

simona.vinnikova@yandex.ru

Цечоева Лейла Шахмураевна

К.м.н., ассистент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России

Аннотация. Инфицированный выкидыш — это прерывание развивающейся беременности, которое характеризуется наличием лихорадки, озноба, недомогания, болями внизу живота, кровяными, иногда гнойными выделениями из половых путей. Данная патология способна привести к нарушению или утрате репродуктивной функции. В Северо-Западном округе за 2012–2013 гг. от прерывания беременности до 22 недель умерло 14,3%, от септических осложнений 16%, от выкидыша, начатого в амбулаторном учреждении, умерло 3,7–5,9%. Целью работы является изучение качественного и количественного состава микробиоты уrogenитального тракта при инфицированном выкидыше с помощью высокоинформативных молекулярно-генетических методов. Исследование проводилось на базе НИИ СП им. Джанелидзе у женщин репродуктивного возраста. Основной клинической формой инфекционного выкидыша является эндометрит у 88 (63,8%). В результате исследования установлено, что абсолютные патогены, а именно *Chlamydia trachomatis*, *Mycoplasma genitalium*, *Neisseria gonorrhoeae*, были выявлены у 36 (26,1%). При исследовании отделяемого из влагалища методом «Фемофлор 16» были обнаружены *Gardnerella vaginalis* 38% и *Atopobium vaginae* 36%. Содержание одного или нескольких факультативных (семейство Enterobacteriaceae, *Streptococcus* spp., *Staphylococcus* spp.) и/или облигатных анаэробов (*Gardnerella vaginalis*, *Atopobium vaginae*) в значительном титре (> 105 КОЕ) выявлены у 54% и 28%. При сравнении результатов исследования с данными последних пяти лет, наблюдается тенденция увеличения количества условно-патогенной флоры (*Gardnerella vaginalis*, *Atopobium vaginae* *Streptococcus* spp., *Staphylococcus* spp. и др.), увеличение сочетания *Mycoplasma hominis* и *Ureaplasma* species (5,8%), при одновременном снижении частоты выявления возбудителей ИППП (*Chlamydia trachomatis*) или сочетание инфекций ассоциированных с ИППП (*Chlamydia trachomatis*, *Neisseria gonorrhoeae* и *Mycoplasma genitalium*). Верификация микробиоты позволяет применить дифференцированный подход к назначению антибактериальной терапии до начала лечения, в случае необходимости произвести адекватную смену противомикробной терапии при ее неэффективности.

Ключевые слова: инфицированный выкидыш, микробиота, уrogenитальный тракт, противомикробная терапия, «Фемофлор –16».

Введение

Инфицированный выкидыш (код по МКБ O03.4) представляет собой прерывание развивающейся беременности, которое в последующем сопровождается развитием лихорадки, озноба, недомогания, болями внизу живота, кровяными, иногда гнойными выделениями из половых путей. При физикальном обследовании выявляют тахикардию, тахипноэ, дефанс мышц передней брюшной стенки; при бимануальном исследовании — матка при пальпации болезненна и мягкой консистенции, а цервикальный канал шейки матки расширен [4].

На сегодняшний день септические осложнения занимают третье место в структуре материнской смертности и составляют около 11,1% в России. В 2012–2013 гг. в Северо-Западном округе от прерывания беременности до 22 недель умерло 14,3%, от септических осложнений 16%. А от аборта, начатого во внебольничном учреждении, умерло 3,7–5,9% [1,6,8,10,11].

Воспалительный процесс — причина невынашивания беременности, что ведет к структурным, функциональным изменениям шейки матки, в результате чего она становится восприимчива для инфекционных агентов. Происходит проникновение патогенных и/или условно-патогенных микроорганизмов, с последующим инфицированием плода, плаценты с плодными оболочками или эмбриона с хорионом [3,7,12].

Изучение качественного и количественного состава микробиоты урогенитального тракта является важной задачей на сегодняшний день, т.к. большая часть микроорганизмов, присутствующих во влагалище, могут стать причиной развития воспалительных заболеваний, которые в последующем приводят к инфицированному выкидышу [2,10,11]. Так микроорганизмы семейства *Mycoplasma* и *Chlamydia* занимают одно из ведущих мест среди возбудителей воспалительных заболеваний урогенитального тракта, их этиологическая роль в развитии неблагоприятных исходов беременности доказана [14, 17].

Цель

Изучить качественный и количественный состав микробиоты урогенитального тракта при инфицированном выкидыше с помощью высокоинформативных молекулярно-генетических методов.

Материалы и методы

Проводилось ретроспективное исследование с октября 2017 по декабрь 2019 женщин (n = 138) репро-

дуктивного возраста (средний возраст $32 \pm 3,8$ лет), поступивших в НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе в гинекологическое отделение на стационарное лечение с диагнозом инфицированного выкидыша. Минимальный срок беременности у данной категории пациенток был 4 нед, а максимальный 20 нед (средний срок беременности $10,5 \text{ нед} \pm 5 \text{ нед}$). При этом 95 (68,8%) женщин состояли на учете в женской консультации, а 101 (73,2%) были обследованы. До постановки данного диагноза 54 (39,1%) пациентки принимали сохраняющую и поддерживающую терапию (дюфастон, утрожестан, поливитамины для беременных). Все пациентки после установления диагноза получали терапию антибактериальными препаратами широкого спектра действия (цефазолин, метрогил).

Диагноз инфицированный выкидыш у пациенток был установлен на основании наличия субфебрильной ($37,5 \text{ }^\circ\text{C} — 37,9 \text{ }^\circ\text{C}$) и фебрильной ($38,0 \text{ }^\circ\text{C}$ и выше) лихорадки, тахикардии, тахипноэ, лейкоцитоза в крови, кровянистых и гнойных выделений из половых путей, болезненной и мягкой при пальпации матки.

Развивающаяся беременность у женщин на сроке от 6 недель 1 день и далее, подтверждалась по результатам УЗИ м/таза (наличие сердцебиения у плода). А у женщин от 4 недель 1 день до 5 недель 6 дней, прогрессирующую беременность устанавливали по нарастанию уровня ХГЧ в динамике.

На момент поступления в стационар у 80 (58%) женщин был диагностирован инфицированный выкидыш, хотя ранее у них была подтвержденная прогрессирующая беременность, и только у 58 (42%) пациенток сохранялась прогрессирующая беременность. У 7 (5,1%) беременность прервалась спустя 3–4 дня после госпитализации, у них было выявлено наличие лейкоцитоза в крови (свыше $10 \times 10^9/\text{л}$), но без развития клинической симптоматики инфицированного выкидыша. Клинические признаки развития данной патологии наблюдались у 51 (36,9%) пациенток через 5–7 дней с момента госпитализации, помимо лейкоцитоза в крови (свыше $12 \times 10^9/\text{л}$), у них наблюдались все признаки инфицирования плода.

Критерии включения в исследования: возраст от 20 до 40 лет включительно в момент госпитализации; инфицированный выкидыш.

Критерии исключения из исследования: возраст пациентки младше 20 лет; старше 40 лет; ВИЧ-позитивные пациентки или пациенты с высоким риском инфицирования, профилактически получающие антиретровирусную терапию; вирусный гепатит В, С, в том числе в анамнезе; криминальное вмешательство; неразвивающаяся беременность.

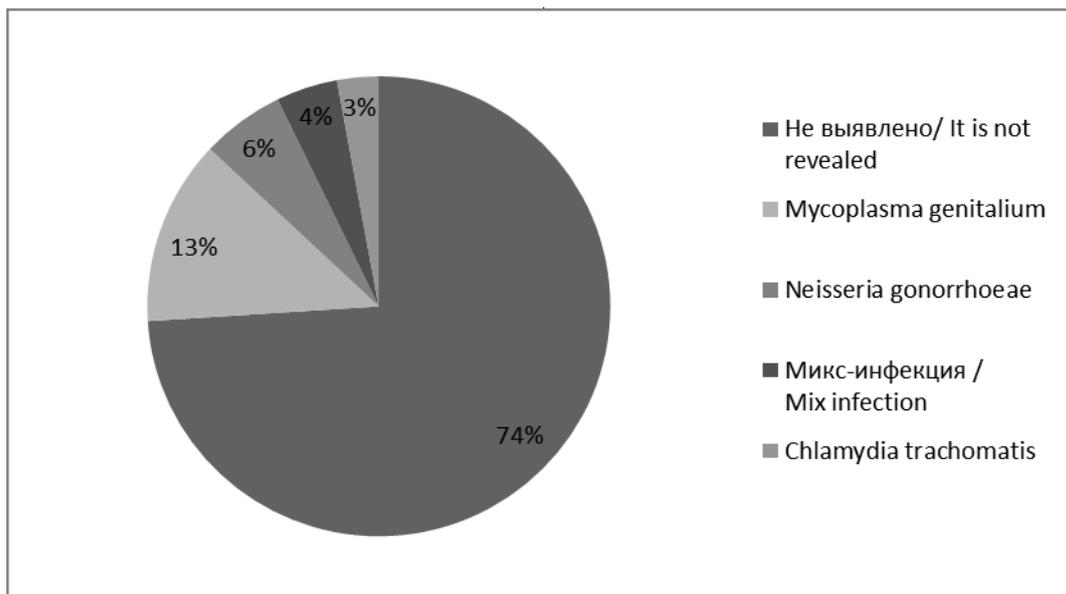


Рис. 1. Содержание патогенных микроорганизмов в урогенитальном тракте у женщин с инфицированным выкидышем при ПЦР исследовании в режиме реального времени

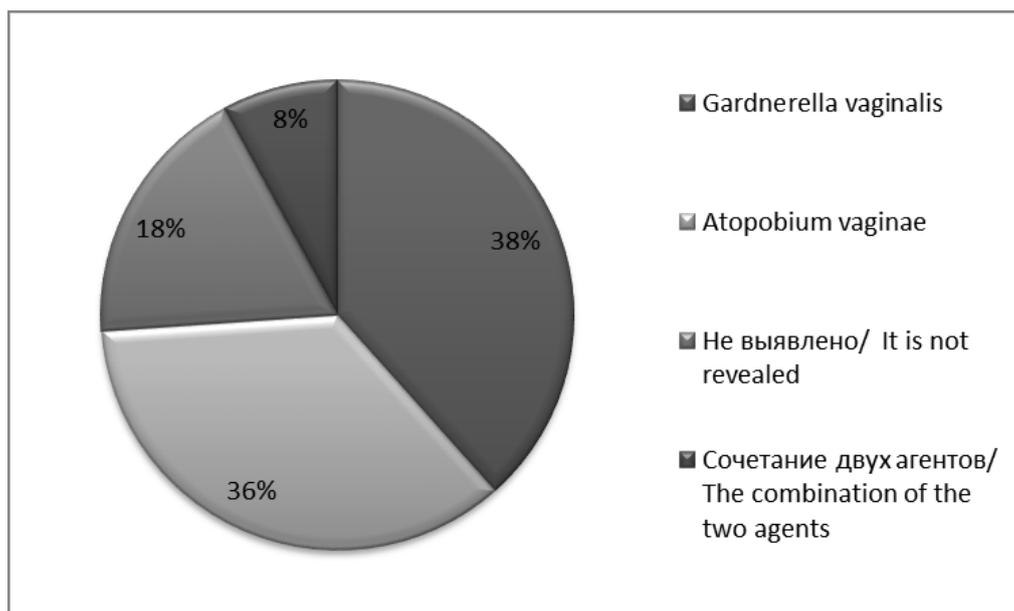


Рис. 2. Содержание строгих анаэробов во влагалище при исследовании методом «Фемофлор 16» у женщин с инфицированным выкидышем

Всем пациенткам выполнялось дополнительно исследование содержимого цервикального канала на репродуктивно значимые инфекции, для этого использовали метод ПЦР в режиме реального времени (ДНК — технология, Москва) для выявления ДНК *Chlamydia trachomatis*, *Mycoplasma genitalium*, *Neisseria gonorrhoeae*, а также тест «Фемофлор-16» для выявления ДНК факультативных и облигатных анаэробов, в том чис-

ле *Gardnerella vaginalis*, *Atopobium vaginae*, *Ureaplasma spp.* (*urealyticum* и *parvum*), *Mycoplasma hominis* и др.

Исследование выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной ассоциации «Этические принципы научных и медицинских исследований с участием человека» и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденным

Таблица 1. Сравнение частота встречаемости микроорганизмов во влагалищной микрофлоре у женщин с инфицированным выкидышем по данным отечественной и зарубежной литературы и по результатам исследования.

Микроорганизмы во влагалищной микрофлоре у женщин с инфицированным выкидышем/	Частота встречаемости микроорганизмов во влагалищной микрофлоре у женщин с инфицированным выкидышем в данном исследовании в%/	Частота встречаемости микроорганизмов во влагалищной микрофлоре у женщин с инфицированным выкидышем в% по данным отечественной и зарубежной литературы [1,9,13,15,16]
Условно-патогенные микроорганизмы во влагалищной микрофлоре у женщин с инфицированным выкидышем		
Строгие анаэробы микроорганизмы во влагалищной микрофлоре у женщин с инфицированным выкидышем		
Gardnerella vaginalis	38%	13,8% / 12–60%
Atopobium vaginae	36%	-/11–70%
Факультативные анаэробы микроорганизмы во влагалищной микрофлоре у женщин с инфицированным выкидышем		
Enterobacteriaceae.	28%	18,9%
Streptococcus spp.	24%	12,7% /56–87%
Staphylococcus spp.	25,7%	18,5% / 16–38%
Mycoplasma hominis	13,8%	3,6%/2–12%
Ureaplasma species	16,7%	9,3%/2–15%
Ассоциация M. Hominis и U.species/ Association of M. Hominis and U. species	5,8%	3,8%
Патогенные микроорганизмы во влагалищной микрофлоре у женщин с инфицированным выкидышем		
Mycoplasma genitalium	13,0%	4,2–7,2%
Neisseria gonorrhoeae	5,8%	1,8–4,4%
Chlamydia trachomatis	2,9%	5.2–5,8%
Микс-инфекция/ Mix infection	4,3%	39,22%

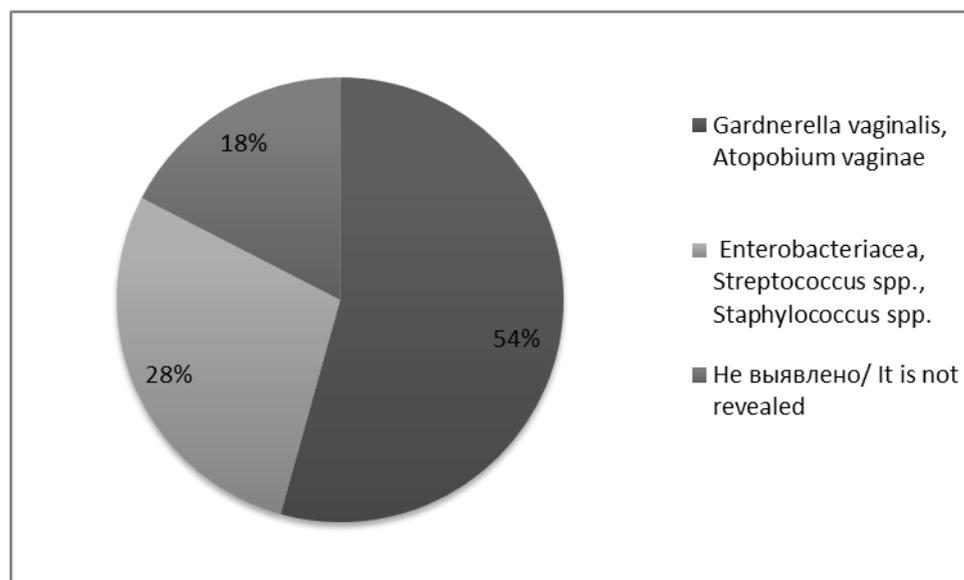


Рис. 3. Содержание факультативных и/или облигатных анаэробов в значительном титре (> 10⁵ КОЕ) во влагалище у женщин с инфицированным выкидышем

Приказом Минздрава РФ № 266 от 19.06.2003, было одобрено локальным этическим комитетом.

Результаты и обсуждение

Наиболее распространённым клиническим проявлением инфицированного выкидыша было развитие эндометрита у 88 (63,8%), метроэндометрит диагностировали у 38 (27,5%), сепсис у 5 (3,6%) и только у 7 (5,1%) не было клинической симптоматики. Диагнозы устанавливали по наличию характерной симптоматики, по результатам УЗИ м/таза и анализов крови (лейкоцитоз, С-реактивный белок, прокальцитонин).

При анализе результатов обследования (ПЦР в режиме реального времени) абсолютные патогены выявлены у 36 (26,1%) пациенток, что более наглядно представлено на рисунке 1.

При молекулярно-биологическом исследовании отделяемого из влагалища методом «Фемофлор 16» были обнаружены строгие анаэробы (*Gardnerella vaginalis*, *Atopobium vaginae*), что представлено на рисунке 2.

В целом, содержание одного или нескольких факультативных (семейство *Enterobacteriaceae*, *Streptococcus* spp. (β -стрептококки групп А, В, С, D, F, G.), *Staphylococcus* spp. (*epidermidis*, *aureus*)) и/или облигатных анаэробов (*Gardnerella vaginalis*, *Atopobium vaginae*) в значительном титре ($> 10^5$ КОЕ) продемонстрировано на рисунке 3.

Mycoplasma hominis и *Ureaplasma species* идентифицировались в 19 (13,8%) и 23 (16,7%) пробах, причем сочетание инфектов определялось в 8 (5,8%) случаях.

Полученные результаты были сопоставлены с данными предыдущих исследований, что более наглядно представлено на таблице 1. В результате сравнения видно, что наблюдается тенденция увеличения частоты неспецифических микробных агентов. При этом наблюдается снижение распространения *Chlamydia trachomatis* (2,9%) и микс-инфекции (4,3%) (*Chlamydia trachomatis*, *Neisseria gonorrhoeae* и *Mycoplasma genitalium*). Но частота встречаемости *Neisseria gonorrhoeae* (5,8%) и *Mycoplasma genitalium* (13,0%) остается на том же уровне.

В ходе исследования установлено, что основными причинами развития воспалительного процесса уро-

генитального тракта у женщин с инфицированным выкидышем являются инфицирование абсолютным патогеном и/или активизация условно-патогенной микрофлоры влагалища.

Данные факты объясняются микробиологами с позиции общей тенденции к снижению распространенности сексуально — трансмиссивных инфекций. Также нерациональное применение антибактериальных препаратов и эволюция микрофлоры способствует формированию устойчивых штаммов и активному обмену генетическим материалом в полимикробных ассоциациях, вследствие чего условно — патогенная микрофлора может приобретать патогенные свойства. Верификация микрофлоры урогенитального тракта позволяет применить дифференцированный подход к назначению антибактериальной терапии, особенно при необходимости продолжения лечения.

Учитывая полученные данные необходимо рекомендовать определение качественного и количественного состава микрофлоры урогенитального тракта, которые должны выполняться до начала лечения, что позволит произвести адекватную смену противомикробной терапии в случае ее неэффективности.

Адекватная противомикробная терапия является главным компонентом комплексного лечения, при этом всегда следует предполагать участие грамотрицательных, грамположительных анаэробов и аэробов, гонококков и хламидий, а также возможную резистентность микроорганизмов к традиционным препаратам эмпирической терапии.

Вывод

При сравнении результатов исследования качественного и количественного состава микрофлоры урогенитального тракта у женщин с инфицированным выкидышем с данными последних пяти лет, выявлено увеличение количества условно-патогенной флоры (*Gardnerella vaginalis*, *Atopobium vaginae*, *Streptococcus* spp., *Staphylococcus* spp. и др.), увеличение сочетания *Mycoplasma hominis* и *Ureaplasma species* (5,8%), при одновременном снижении частоты выявления возбудителей ИППП (*Chlamydia trachomatis*) или сочетание инфекций ассоциированных с ИППП (*Chlamydia trachomatis*, *Neisseria gonorrhoeae* и *Mycoplasma genitalium*).

ЛИТЕРАТУРА

1. Евстигнеева Н.П., Аминова П.Г., Герасимова Н.А. Возможности инновационного массспектрометрического метода в определении этиологически значимой микрофлоры урогенитального тракта пациенток репродуктивного возраста. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований № 6, 2016 С. 682–686.

2. Кузьмин В.Н., Гусейнзаде М. И. Современные представления о роли микоплазменной инфекции в структуре воспалительных заболеваний органов малого таза. *Cons. Med. Женское здоровье (Прил.)*. 2011; 13 (6): С. 40–45.
3. Лысяк Д.С., Путинцева О. Г., Быстрицкая Т. С. Самопроизвольный аборт: учебное пособие — Благовещенск: 2014, С. 95
4. Письмо Минздрава России от 7 июня 2016 г. N15–4/10/2–3482. Клинические рекомендации (протокол лечения) «Выкидыш в ранние сроки беременности: диагностика и тактика ведения», С. 32.
5. Савичева А.М., Соколовский Е. В., Тапильская Н. И. и др. Инфекционно-воспалительные заболевания в акушерстве и гинекологии. Руководство для врачей/ Под редакцией Э. К. Айламазяна. Москва, 2016., С. 314.
6. Тапильская Н.И., Савичева А., Шипицына Е. В. Применение препарата Лактоженаль для коррекции нарушений микробиоценоза влагалища у беременной с наложенным швом на шейку матки: клинический случай и обзор литературы. *Журнал акушерства и женских болезней* 2016, 65(6): С. 89–95.
7. Татарова Н. А. Клинико-морфологические аспекты вынашивания и невынашивания беременности: дис. д-ра мед. наук. — СПб., 2010. — С. 345.
8. Филиппов О.С., Гусева Е. В., Сидорова И. С., Никитина Н. А. Материнская смертность в Российской Федерации: анализ официальных данных и результаты конфиденциального аудита в 2013 году. Методическое письмо Министерства здравоохранения Российской Федерации № 15–4/10/2–7509 от 02.10.2014; С. 91.
9. Хурасева А.Б., Реминная Т. В. Нарушения микробиоценоза вагинальной среды у женщин репродуктивного возраста и возможности его коррекции. *Региональный вестник* № 17 (32), 2019 С. 3–7.
10. Цечоева Л.Ш., Тапильская Н. И. Ассоциация генетических полиморфизмов с инфицированным выкидышем. Мультидисциплинарные аспекты молекулярной медицины. Издательство Санкт-Петербургского Государственного Экономического Университета. 2017; С. 84–86.
11. Шаршова О.А., Быстрицкая Т. С., Жуковец И. В. Септические осложнения аборт: учебное пособие — Благовещенск: 2014, С. 109.
12. Barrons R et al. Use of Lactobacillus probiotics for bacterial genitourinary infections in women: a review. *Clin. Ther* 2008; 30 (3): 453–68.
13. Campos, G. Prevalence of Mycoplasma genitalium and Mycoplasma hominis in urogenital tract of Brazilian women / G. Campos, T. Lobao, N. Selis [et al.] // *BMC Infect. Dis.* — 2015. — Vol.15. — P. 2–8.
14. Elias M et al. The presence of Mycoplasma hominis and Ureaplasma urealyticum in the cervical canal of uterus. *Ginekol Pol* 2005; 76 (1): 28–32.
15. Gesink, D. C. Mycoplasma genitalium in Toronto, Ont: estimates of prevalence and macrolide resistance / D. C. Gesink, C. S. Racey, C. Seah // *Can. Fam. Physician.* — 2016. — Vol.62. — № 2. — P. 96–101.
16. Gomih-Alakija, A. Clinical characteristics associated with Mycoplasma genitalium among female sex workers in Nairobi, Kenya / A. Gomih-Alakija, J. Ting, N. [et al.] // *Mugo Journal of Clinical Microbiology.* — 2014. — Vol. 52. — № 10. — P. 3660–3666.
17. Taylor-Robinson D et al. Further observations on the murine model of Mycoplasma hominis infection. *J Med Microbiol* 2010; 59 (8): 970–975.

© Рухляда Николай Николаевич, Винникова Симона Викторовна (simona.vinnikova@yandex.ru),

Цечоева Лейла Шахмурзаевна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АНАЛИЗ ПРОГРАММ ПОСТКОВИДНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ: ПРОБЛЕМЫ И ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ

ANALYSIS OF POST-OVARIAN REHABILITATION PROGRAMS: PROBLEMS AND VECTORS OF DEVELOPMENT

M. Sidorchuk

Summary. The article analyzes the rehabilitation programs during the postcoid recovery period. The need to transform health care in an emergency of the coronavirus pandemic towards strengthening the rehabilitation component is considered, which will preserve the physical, mental health and social well-being of patients who have undergone COVID-19.

Keywords: comprehensive rehabilitation, COVID-19 epidemic, mental health, online technology.

Сидорчук Мария Александровна

*Медсестра реабилитационного медицинского центра, Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова
maria_M.98@mail.ru*

Аннотация. В статье анализируются программы реабилитации в период постковидного восстановления. Рассматривается необходимость трансформации здравоохранения в условиях чрезвычайной ситуации пандемии коронавируса в сторону усиления реабилитационной составляющей, что позволит сохранить физическое, психическое здоровье и социальное благополучие пациентов, перенесших COVID-19.

Ключевые слова: комплексная реабилитация, эпидемия COVID-19, психическое здоровье, онлайн-технологии.

Введение

В России, как и во всем мире, сложилась чрезвычайная ситуация из-за пандемии коронавируса, которая воспринимается как «экстремальная ситуация, в первую очередь из-за радикального изменения привычного образа жизни, угрозы жизни и здоровью, ограничения в правах» (6). Сегодня российское здравоохранение отдает предпочтение профилактическому пути по сравнению с самим лечением, т.к. заболевания проще не допустить, чем потом лечить. Но теперь, когда сотни тысяч пациентов, перенесших COVID-19, во всем мире выписались из больниц, медицинское сообщество прогнозирует «цунами реабилитационных потребностей», особенно для тех, кто лечился в отделениях интенсивной терапии (ОИТ) (1). Диагностика осложнений и восстановление функций становится главной проблемой всех пациентов, перенесших COVID-19. По мнению профессора Е. Гусаковой «никакой одной уникальной технологии для реабилитации последствий коронавирусной инфекции не существует, также как и нет никакой секретной пилюли для быстрого восстановления. Мы восстанавливаем не одну какую-то проблему, а весь организм человека в целом» (7).

Встал вопрос, а будут ли доступны все виды необходимой реабилитации, таких как физическая, когнитивная и психологическая для прошедших лечение, и где взять столько реабилитологов? И такая реабилитация предположительно может быть очень длительной, что

связано также с финансовыми проблемами и психологической устойчивостью пациента к длительному лечению. Так, например, почти у всех выживших ранее в ОИТ «наблюдается снижение повседневной активности через год после выписки, средняя распространенность клинически важных симптомов тревоги и депрессии составляет 24% и 28% соответственно, а у одной трети пациентов симптомы посттравматического стрессового расстройства развиваются в первые 2 года после тяжелого заболевания» (2).

Сегодня можно говорить о стационарной и домашней постковидной реабилитации. Классические программы пульмонологической реабилитации «базируются на трех китах: дозированная физическая нагрузка, аппаратная физиотерапия и методы респираторной реабилитации» (7).

Стационарная реабилитация

Восстановление функции органов после перенесенного COVID-19 возможно в короткие сроки только при комплексном подходе к реабилитации. Это позволяет пациентам вернуться к привычному образу жизни уже через две недели после интенсивного курса восстановления и предотвратить повторное инфицирование.

Сегодня в РФ при крупных региональных больницах и реабилитационных центрах РФ были разработаны и внедрены программы, ориентированные на катего-

рию пациентов, перенесших инфицирование COVID-19 с целью восстановления иммунного ответа для снижения рисков реинфицирования. «Мультидисциплинарная команда (неврологи, кардиологи, терапевты, реаниматологи, урологи) разрабатывает индивидуальный план реабилитационной программы, в которую входит комплекс процедур: лечебная гимнастика, дыхательная гимнастика с применением респираторных тренажеров, массаж, психо- и диетотерапия, физиотерапия, включая ингаляции, электро- и магнитотерапию, вибротерапию, гипербарическую оксигенацию, рефлексотерапию, логотерапию и т.д.» (9). Такая программа способствует восстановлению функции легких, работы сердечно-сосудистой системы, воздействие на органы чувств (восстановление обоняния), а также снижение рисков декомпенсации хронических заболеваний и реабилитацию психоэмоциональной и когнитивной сферы для полного восстановления органов.

Специалисты пытаются начать реабилитацию как можно раньше, даже когда пациент находится на искусственной вентиляции легких. Возможные препятствия на пути к реабилитации тяжелобольных пациентов — это привязанность к различным медицинским устройствам с помощью проводов и трубок, что затрудняет мобилизацию и особенно передвижение. Обученный персонал и вспомогательное оборудование могут повысить безопасность и эффективность передвижения тяжелобольных пациентов. Например, в МИКУ Джонса Хопкинса и в других местах, чтобы упростить передвижение пациента и сократить потребность в персонале, использовалось средство передвижения, которое объединяет все необходимое оборудование в одно портативное устройство (мониторы сердечного ритма и сатурации кислорода, стандартный вентилятор с батарейным питанием, переносной вентилятор) (2). Сейчас в арсенале реабилитологов имеется большое количество разнообразного оборудования для ранней реабилитации — прикроватные тренажеры мотомеды, вертикализаторы для постепенного перевода тяжелого пациента из лежащего положения в вертикальное, аппаратная физиотерапия для стимуляции дыхательных мышц и диафрагмы для ускорения перевода с ИВЛ на собственное дыхание.

После окончания реабилитационной программы пациент и его семья должны получить подробные рекомендации для продолжения реабилитационных мероприятий дома. Сроки стационарной реабилитации пациентов, перенесших заболевание средней и тяжелой степени с развитием дыхательной недостаточности, рекомендуется продолжительностью от 4 до 8 недель. Если пациент перенес пневмонию в легкой форме, то при положительной динамике пациенту могут рекомендовать прохождение дистанционной реабилитации. По данным факультета интенсивной терапии FICM британской про-

фессиональной медицинской организации, занимающейся обучением врачей-реаниматологов, пациенты с тяжелой формой болезни могут получить столь серьезные повреждения легких, что на восстановление им понадобится более 10 лет.

К положительным результатам, которых пациент может достичь после ранней стационарной реабилитации в отделении интенсивной терапии, можно отнести: уменьшение одышки, увеличение показателя дыхательного легочного объема; повышение толерантности к физическим нагрузкам, улучшение психоэмоционального состояния; быстрое возвращение к привычной жизни и работе, снижение рисков возникновения хронических легочных болезней. Кроме того, программы ранней реабилитации могут быть связаны с сокращением продолжительности пребывания в стационаре и ОИТ, продолжительностью искусственной вентиляции легких и больничными расходами (2).

Основным препятствием является повсеместное отсутствие мультидисциплинарного персонала, междисциплинарного сотрудничества, недостатка знаний о еще не совсем изученной новой вирусной инфекции (2).

Потенциальным препятствием на пути к успешной реализации программ ранней реабилитации, особенно в регионах, является почти полное отсутствие государственных постковидных реабилитационных отделений в регионах и вариативность финансирования по регионам РФ. В регионах пропорционально удалению от центра наблюдается финансовая несостоятельность большинства пациентов. Даже за границей в зависимости от вариативности финансирования в большинстве регионов США медсестра просто ограничивается одно-разовым наблюдением по телефону, и только «в пяти особо острых региональных стационарных специализированных реабилитационных отделениях пациентов принимают непосредственно из отделения интенсивной терапии, а некоторые индивидуальные фонды разработали отличные услуги для ранней амбулаторной реабилитации после ОИТ» (1).

Важнейшей составляющей комплексной постковидной реабилитации является психологическое вмешательство в раннем отделении интенсивной терапии. Например, предварительное исследование пациентов в Италии, поступивших в травматологическое отделение интенсивной терапии, оценило результаты психического здоровья через 12 месяцев после психологического вмешательства по сравнению с обычной помощью без участия психолога. В задачу психолога входило обучение адаптивным навыкам совладания с ситуацией, консультирование, управление стрессом, психологическую поддержку и стратегии выживания, а также навыки пре-

одоления после выписки. Через 12 месяцев после выписки из ОИТ симптомами посттравматического стрессового расстройства снизились с 57% до 21%, уровень тревожности с 17% до 9%, депрессия с 13% до 7% (2).

Таким образом, ранние реабилитационные вмешательства могут уменьшить осложнения соматического и психического здоровья, часто возникающие у выживших после критического заболевания. «Потенциальные преимущества, связанные с ранней физической и психической реабилитацией безопасны и осуществимы, если они проводятся в рамках мультидисциплинарного командного подхода. Дневники реанимации, наряду с другими психологическими вмешательствами в отделениях интенсивной терапии и амбулаторно, заслуживают рассмотрения как средства снижения бремени психических осложнений после тяжелой болезни» (2). Уже сейчас правительство Великобритании прогнозирует, что 45% пациентов ковидных отделений будут нуждаться в какой-либо форме медицинского или социального вмешательства на легком уровне для выздоровления, а 4% потребуют более целенаправленной, постоянной интенсивной реабилитации в постели. Английские консультанты по реабилитационной медицине считают, что «нам нужны все эти разные уровни обслуживания. И, что важно, нам нужно, чтобы они были объединены» (1).

Домашняя реабилитация

Сертифицированное общество физиотерапии обеспокоено тем, что будет, когда люди пойдут домой, что это будет «проблема вне поля зрения» (1). Даже при строгом соблюдении всех правил лечения в остром периоде коронавируса можно получить нежелательный результат. И это очень сильно зависит теперь от эффективности постковидной реабилитации, при этом надо учитывать индивидуальные особенности пациента (пол, возраст, степень поражения органов, тяжесть сопутствующих заболеваний, уровень психологической устойчивости пациента), т.е. нужно говорить об индивидуальной постковидной реабилитации. При этом надо учитывать возможные дальние мишени: сильную усталость, перепады настроения, боли в мышцах и суставах, головные боли и туман в мозгу, когнитивные нарушения.

Те, кто восстанавливается в домашних условиях, сталкиваются с рядом *организационных и психологических проблем* на всех уровнях.

1. Недостаточный уровень информированности по реабилитации COVID-19. Все памятки по COVID-19 касаются в основном профилактики, диагностики и лечения новой коронавирусной инфекции, но нет памяток для широких слоев населения по реабилитации после

перенесенного заболевания, и пациенты оказываются после лечения «в пустоте». В первую очередь после лечения необходимо информационное сопровождение пациента, т.к. он не имеет представления, находясь в стрессовой ситуации, а что он должен делать дома дальше. Поэтому каждому пациенту, независимо от того, где он лечился, в стационаре либо в поликлинике, надо выдавать распечатанную брошюру-памятку с указанием информации по блокам: физическому, психологическому, когнитивному, социально-бытовому с рекомендациями по каждому из блоков с указанием сайтов и онлайн-адресов дистанционных консультаций по каждому из блоков. Это в первую очередь касается регионов, в которых в условиях разворачивающейся эпидемии коронавируса попасть очно на консультацию к кардиологу, пульмонологу и другим узким специалистам очень сложно, а также это касается пожилых людей, не владеющих цифровой грамотностью.

Очень своевременными оказались «Рекомендации для поддержки самостоятельной реабилитации после болезни, вызванной COVID-19», выпущенные Европейским региональным бюро ВОЗ и помещенные на сайте.

2. Сегодня реабилитация после сердечного приступа, травмы или инсульта имеет хорошо налаженные пути. А реабилитационных постковидных центров во многих регионах России почти нет и вообще нет реабилитационных отделений по когнитивной реабилитации, хотя многие врачи-неврологи и эксперты отмечают у пациентов, перенесших COVID-19, такие когнитивные нарушения, как жалобы на слабость, снижение концентрации внимания, повышенную утомляемость, нарушение координации и ориентирования во времени и пространстве. По наблюдениям врачей около 50% времени реабилитации пациентов, перенесших ковидную инфекцию, уходит на тренировку когнитивных функций, внимания, концентрации.

Таким образом, помочь в реабилитации пациентов с когнитивными нарушениями могут практики, которые обычно применяются в неврологии, позволяющие корректировать факторы риска и реабилитация после состояний, связанных с гипоксией. Для борьбы с такими последствиями коронавируса необходимо избегать стресса, принимать витаминные и минеральные комплексы с повышенным содержанием витаминов группы В, магния и цинка. Есть специальные противоастенические препараты, рассчитанные на неврозоподобные состояния.

3. Сегодня отсутствует необходимая психологическая поддержка, ведь пациенты с COVID-19 будут нуждаться в даже большей психологической поддержке, чем обычные пациенты интенсивной терапии, из-за более высо-

кого уровня «вины выживших» и посттравматического стрессового расстройства.

Сегодня создан и успешно действует сайт «Стопкоронавирус. РФ», в котором есть рубрика «Психологический Антивирус. Все будет хорошо».

Заразиться новым коронавирусом (COVID-19) могут представители всех возрастных категорий и социальных слоев. Исследования выявили влияние на психологическое благополучие наиболее подверженных воздействию групп, включая детей, студентов, медицинских работников, пожилых, у которых с большей вероятностью разовьется посттравматическое стрессовое расстройство, тревога, депрессия и другие симптомы дистресса.

К психологическим проблемам многих российских студентов следует отнести нестабильное психологическое состояние и их эмоциональную неустойчивость вообще в экстремальных ситуациях. На это повлияло резкое сужение коммуникации и живого общения с друзьями и ближайшими родственниками, потеря свободы, неуверенность в развитии болезни и чувство беспомощности. У многих студентов разных профессий повысился уровень тревожности и агрессии. Эти аспекты могут привести к драматическим последствиям, таким как рост самоубийств (5).

Сегодня доказано также более сильная эмоциональная неустойчивость, ковидофобия именно у молодого поколения по сравнению с пожилыми людьми. Предполагается, что это «связано с технологической природой современного молодого поколения. Это делает их более подверженными влиянию и стрессу из-за доступа к неограниченной, но непроверенной информации, доступной в Интернете и на платформах социальных сетей» (3). Психологическая служба, работающая дистанционно, должна помочь конструктивно проживать негативные эмоции, правильно оценивать ситуацию, научить позитивно смотреть на сложившуюся ситуацию, помочь себя организовать и распланировать свое время (8). Для них будут полезны онлайн-когнитивно-поведенческая терапия и терапия на основе осознанности (3).

У медработников также есть риск развития посттравматического стрессового расстройства, синдром выгорания, физическое и эмоциональное истощение, деперсонализация и диссоциация (5). При этом, степень выгорания сильно зависит от возраста, рода занятий, время нахождения дома, часов работы, сопутствующих психологических заболеваний, контакта с пациентами с COVID-19, страх заражения, поддержка семьи и поддержка друзей.

Например, в Италии уровень эмоционального истощения от умеренного до тяжелого и снижение личных

достижений присутствовали более чем в 60% выборки. У медработников наблюдался высокий процент депрессии (50%), беспокойства (44,6%), бессонницы (34%) и дистресса (71,5%). Кроме того, постоянный страх заражения приводит к навязчивым мыслям, увеличивая прогрессивное закрытие личности и сокращая социальные отношения» (5). Неопытным работникам следует сотрудничать с более опытными коллегами. Такие «приятельские» системы помогают оказывать поддержку, контролировать стресс и укреплять процедуры безопасности. Эффективность вмешательства со стороны сверстников зависит от духа товарищества и чувства общей судьбы, которые могут возникнуть из общего опыта травмы.

Все это в итоге может снизить способность систем здравоохранения справляться с повышенным спросом на помощь, которая может возникнуть как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. Все это требует переосмысления своих ценностей, изменения отношения к себе, своему окружению, окружающему миру. И каждый делает индивидуальный выбор в отношении своего здоровья и здоровья окружающих.

Исследование уровня гражданской ответственности студентов по профилактике и реабилитации инфекционных заболеваний

Цель исследования

Проследить динамику поведенческих подходов студентов по профилактике и реабилитации инфекционных заболеваний в пандемию коронавируса, а также оценить их гражданский потенциал в чрезвычайной ситуации.

Для выявления такого уровня в условиях пандемии были использованы анкетирование и метод контент-анализа психологических эссе студентов разных вузов из разных регионов. Исследование проводилось дистанционно посредством социальных сетей. Количество респондентов-50 студентов Московского медицинского вуза (Сеченовского университета), 50 студентов Московского технического вуза (МГТУ Станкин) и 50 студентов Смоленского государственного университета (СмоЛГУ).

Анализ результатов уровня гражданской ответственности показал широкий разброс ответов в зависимости от региона и будущей профессии.

Необходимость ограничительных мероприятий при существующей реальной угрозе высказали только 65% студентов технического университета, 85% медиков и 90% смолян.

На вопрос «Ваше отношение к санитарно-гигиеническим мероприятиям?» 70% студентов-медиков, 86% студентов технического университета, 65% смоленских студентов-гуманитариев ответили «необходимы и излишни». Боятся заболеть COVID-19? только 40% студентов технического университета, 20% медиков и 58% смолян, что косвенно говорит о более высоком уровне ковидофобии и более низком уровне эмоциональной устойчивости у смолян. Причем привиться от коронавируса после завершения регистрации вакцины больше всех пожелали именно студенты смоленского вуза.

На следующий вопрос «Устали ли вы от проводимых ограничительных мероприятий во время пандемии?» 90% всех студентов во всех регионах ответили положительно. Современному уровню диагностики тестирования на COVID-19 доверяют только 60% молодых людей всех вузов.

Ухудшение физического состояния в связи с эпидемией коронавируса связывают 15% студенты технического университета, 30% студентов-гуманитариев, 50% студентов-медиков, т.к. были закрыты спортзалы, парки, детские площадки, центры активного отдыха.

На вопрос «Ухудшилось ли ваше психическое состояние и связываете ли вы это с эпидемией коронавируса?» 40% студентов техникуниверситета, 90% студентов-медиков, 70% студентов-смолян ответили положительно. Для улучшения своего настроения все они независимо от региона применяют следующее: «гуляю, рисую, ем, совершаю необдуманные покупки, читаю, смотрю кино, общаюсь с друзьями, занимаюсь рукоделием, спиртное, не смотрю новости».

Ранжирование необходимых видов реабилитации после лечения ковид-инфекции все студенты отметили так: в первую очередь, медицинская, затем психологическая, профессиональная, правовая, когнитивная, социально-бытовая, просветительская.

На вопрос «Как изменилось Ваше качество жизни в последние полгода и чего Вам стало больше всего не хватать?» большинство студентов отметили, что их жизнь особенно не изменилась, но им не хватает «живого общения, полноценного отдыха, посещения культурно-досуговых мероприятий без боязни заразиться, путешествий, моря, ресторанов, прогулок на свежем воздухе».

Уровень подготовки российского Минздрава к эпидемии COVID-19 по 5-бальной системе студенты оценили так: студенты московского технического университета на 5 баллов-0%, на 4 балла-15%, на 3 балла-60%, на 2 балла-25%, студенты московского медицинского универси-

тета на 5 баллов-0%, на 4 балла -60%, на 3 балла-40%, студенты-смоляне на 3 балла-30%, на 2 балла-70%.

Несмотря на разные ответы, 80% всех студентов отметили увеличение уровня индивидуальной гражданской ответственности за время эпидемии коронавируса.

Таким образом, результаты исследования показали, что большинство студентов российских вузов отмечают ухудшение психического здоровья, увеличение индивидуальной гражданской ответственности, хотя и по разным причинам (болезнь и смерть родственников и знакомых, чувство долга, моральные принципы, ковидофобия, боязнь больших штрафов и т.д.). Причем этот уровень постепенно повышался от первой ко второй волне коронавирусной инфекции. Мы также видим, что, независимо от профессиональной направленности и региона проживания студентов, необходимо все-таки усилить их морально-нравственное и гражданско-патриотическое воспитание, отвечающие за уровень гражданской ответственности, что позволит сохранить в итоге физическое и психическое здоровье молодого поколения.

Векторы развития

1. К основным рекомендациям по сохранению психического здоровья Глобальная комиссия по психическому здоровью отнесла использование телемедицины и цифровых технологий, которые могут обеспечить вмешательство в психическое здоровье, чтобы снизить уровень тревожности и стресса (5).

Для психологической поддержки молодого поколения надо применять новые онлайн-технологии, например, онлайн-общение со своими кумирами, привлечение знаменитостей к психподдержке населения, онлайн-трансляции, международные онлайн-концерты, на которых в том числе затрагиваются вопросы коронавируса.

Телепсихология и технологические устройства играют важную роль в уменьшении негативных последствий пандемии. Эти инструменты предоставляют преимущества, которые могут улучшить психологическое лечение пациентов в Интернете, например возможность встречаться дома или на рабочем месте, экономия денег и времени и поддержание отношений между терапевтами и пациентами. «Развитие технологий в области психического здоровья предвещает будущие тенденции, которые включают «умные» мобильные устройства, облачные вычисления, виртуальные миры, виртуальную реальность и электронные игры в дополнение к традиционным инструментам психотерапии» (5).

2. Развитие телепсихологии и телепсихиатрии связано с 2 крупными проблемами: подготовкой кадров телемедицины и цифровая диспансеризация населения, т.к. сегодня цифровая грамотность населения России очень низкая, а среди пожилого населения она составляет всего лишь 2–3%. В этой связи ярким примером подготовки специалистов является Университет Содружества Вирджинии (VCU), который предложил докторскую степень в области телепсихологии с целью обучения будущих психологов управлению психологическими последствиями пандемии через онлайн-психологическую службу (5).

3. Необходимо способствовать мониторингу состояния физического и психического здоровья медицинских работников в эти кризисные моменты. Во время и после чрезвычайной ситуации можно было бы реализовать несколько стратегий для поддержки медицинских работников, работающих с пациентами с COVID-19, которые включают программы регулирования рабочего времени, снижение рабочей нагрузки на медицинских работников, реализацию стратегий по снижению давления при принятии сложных решений, планирование официальных и неофициальных вознаграждений, предоставление индивидуальных или групповых программ психологической поддержки, продвижение фокус-групп для продвижения предложений по улучшению организации

работы. Внимание должно быть сосредоточено на продвижении позитивных и защитных стратегий, чтобы справиться с чрезвычайной ситуацией, разработанных при поддержке психолога. Причем исследования психологических потерь медицинских работников во время вспышек показало, что психологический стресс у них может длиться до трех лет после вспышки.

4. Сегодня созрела необходимость глобального международного научного сотрудничества во время этой пандемии, чтобы восполнить пробелы в знаниях в подходе от страны к стране.

Таким образом, сегодня нужно говорить о необходимости трансформации здравоохранения в сторону усиления реабилитационной составляющей. Мы имеем ситуацию, когда комплексная реабилитация нужна не только многим возрастным категориям, переболевшими COVID-19 и оказавшимися в трудной жизненной ситуации, но и многим не переболевшим, так как эпидемия привела к ухудшению их психического здоровья из-за стресса и ковидофобии. Необходимо использовать новейшие разработки в области реабилитации, в том числе телемедицины и цифровых технологий, усилить когнитивную реабилитацию, реформировать кадровую составляющую и провести цифровую диспансеризацию населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Covid-19: the challenge of patient rehabilitation after intensive care BMJ 2020; 369 doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.m1787>
2. Early Rehabilitation in the Intensive Care Unit: Preventing Physical and Mental Health Impairments. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24436844/>
3. Psychological impact of mass quarantine on population during pandemics—The COVID-19 Lock-Down (COLD) study. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240501> October 22, 2020
4. Support for Rehabilitation Self-Management after COVID-19- Related Illness. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/333287/WHO-EURO-2020-855-40590-54571-eng.pdf>
5. The Psychological and Social Impact of Covid-19: New Perspectives of Well-Being Front. Psychol., 02 October 2020, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.577684>
6. Васильева Н.Г. Ученые отмечают появление нового страха — коронафобии. https://academia.interfax.ru/ru/news/articles/4582/?fbclid=IwAR3Y08gSQb7-_482qIj4LiRg5q1pMC9wZowJsU-Mx6XxClWxLiPst0c8eM
7. Гусакова Е. «Реабилитация после коронавируса необходима каждому». <https://iz.ru/1085913/valeriia-nodelman/reabilitaciia-posle-koronavirusa-neobkhodima-kazhdomu>
8. Черникова Т.В., Болучевская В.В., Новикова Ю.Г. Технологии психопрофилактики эмоционального выгорания у студентов медицинских вузов//Профессиональный и организационный стресс: диагностика, профилактика и коррекция: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Астрахань, 2011.

© Сидорчук Мария Александровна (maria_M.98@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ПАЦИЕНТОВ С КЛИНОВИДНЫМИ ДЕФЕКТАМИ ЗУБОВ И СПОСОБОВ ЛЕЧЕНИЯ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ДЕНТИНА

ANALYSIS OF DIAGNOSTIC METHODS FOR PATIENTS WITH WEDGE-SHAPED DENTAL DEFECTS AND TREATMENT METHODS FOR DENTIN LESIONS

T. Simonyan

Summary. This article is devoted to research on the diagnosis of wedge-shaped defects. It is revealed as a natural fact that the intensity of the glow of a wedge-shaped defect that has a surface stage of development increases, while with the aggravation of the defect to a deep degree, the indicator noticeably decreases. The intensity of the glow is minimal for deep lesions of the tooth tissue with a wedge-shaped defect. The use of modern x-ray diagnostics with a computed tomography Protocol is highly informative for individuals whose wedge-shaped defect has reached a late stage of development.

Keywords: wedge-shaped defect, diagnosis of patients.

Симонян Татьяна Владимировна

*К.м.н., преподаватель, Пятигорский медико-фармацевтический институт — филиал Волгоградского государственного медицинского университета
shpitzbaum@mail.ru*

Аннотация. Данная статья посвящается исследованиям диагностики клиновидных дефектов. Выявлен как закономерный тот факт, что интенсивность свечения клиновидного дефекта, имеющего поверхностную стадию развития нарастает, тогда как с усугублением дефекта до глубокой степени показатель заметно падает. Интенсивность свечения является минимальной для глубоких поражений ткани зуба клиновидным дефектом. Использование современной рентгенодиагностики с протоколом компьютерной томограммы высоко информативно для лиц, у которых клиновидный дефект достиг поздней стадии развития.

Ключевые слова: клиновидный дефект, диагностика пациентов.

В настоящее время диагностической и терапевтической проблемой для стоматологов является поражение твердых тканей зуба некариозными патологическими изменениями. Распространение указанного деструктивного процесса приближается по частоте в популяции только к кариозным разрушениям зубов. Из-за патологии дентин и эмаль убывают в объеме, а жевание как функция становится неполноценным. Не менее важно, что это приводит к образованию косметических проблем [1]. Нужно понимать, что начальные проявления кариеса и клиновидных дефектов довольно схожи, и выражаются сначала в появлении шероховатости на поверхности. Поначалу убыль зубных тканей минимальна. В итоге некариозные заболевания сложно диагностируются, и это осложняет лечебно-профилактические мероприятия.

Современные стоматологи используют небольшое разнообразие методик и диагностических средств, а лидерских позиций не оставляют традиционно сложившиеся вопросы о клинике путем обследования пациента, когда собираются анамнестические данные, проводится осмотр, делается температурное тестирование, пробуются зондом полость а эмаль зуба подвергается витальной окраске. Но методики, несмотря на тщательность и скру-

пулезность реализации, не являются гарантией точной дифференциальной диагностики клиновидного дефекта, что особенно справедливо в ранней стадии патологии. Данный аспект фокусирует внимание стоматологов на потребности достоверно диагностировать и дифференцировать клиновидные дефекты.

В перспективе решение проблемы ожидается за счет распространения устройств для люминесцентной спектроскопии. Сегодня подобная аппаратура уже позволяет эффективно выполнять дифференциальную диагностику гинекологических, онкологических, офтальмологических патологий [6].

Некариозные и кариозные поражения твердых тканей зуба являются настолько распространенными и сложно различимы в процессе диагностики, что исследовательская деятельность практически всё XX столетие была нацелена на процесс флуоресценции зубов, что привело к настоящему дню к использованию доступного и информативного инструмента для диагностики [9].

Формирование клиновидного дефекта начинается на границе, где стыкуется эмалевое покрытие и цемент. Ткани разрушаются преимущественно на поверхности,

а стенка дефекта содержит слои дентина и цемента незначительно, а превалирует эмаль зубов.

На сегодня специалисты могут перечислить ряд наиболее вероятных теорий о причинах формирования клиновидных дефектов: генетическая предрасположенность, механические повреждения, соматические причины. При этом невозможно сказать, какая из этих причин заболевания более популярна. Российская литература имеет следующую классификацию стадий развития данного дефекта: начальная стадия, дефекты развиты поверхностно, степень поражения достигла среднего уровня или перешла в глубокую стадию.

Исследования демонстрируют, что в зоне образования клиновидных дефектов образуются существенные нарушения структур твердых зубных тканей [6]. Для некариозных поражений, включая клиновидные дефекты, на начальных этапах типично такое явление, как деминерализация зубной эмали. Это явление происходит под воздействием соединения с кислой реакцией, способные окислить и разрушить твердую ткань поражённого патологическим процессом зуба. Однако эмаль подвергается частичному растворению из-за способности кристаллического гидроксилатапата кальция переходить в растворенное состояние при условии, что кислотность не достигает высоких показателей (рН) [3].

Начальная стадия заболевания проявляется тем, что эмалевое покрытие и цементный конгломерат разделяются щелью, которая начинает нарастать, когда в поражённом участке активно убывает дентин и цемент. Эмаль по характеру приобретает вид нависающего края. Если клиновидные дефекты прогрессируют, связующие дентин и эмаль связи разрушаются, а нависшая эмаль постепенно отделяется от дентина и легко скалывается. В результате здоровые ткани и клиновидный дефект явно отграничиваются друг от друга. Патологический процесс распространяется в объеме и охватывает интактные ткани.

Если клиновидный дефект достигает глубокой стадии, ткань дентина минерализуется значительно, из-за чего каналы дентина облитерируются. Это характерно для поверхности дентина, утратившего эмаль, тогда как по режущему краю патологических изменений не отмечается. Применяя метод комбинационного рассеяния, рассматривалась ткань дентина, чтобы по молекулярной структуре определить степень и характер некариозных дефектов, поразивших ткани зуба в области шейки [10].

В частности, удалось зафиксировать изменения в дентине: повышенная минерализация пронизывает слой до 10 мкм, где превалируют фосфаты, тогда как карбонатзамещенные кристаллы гидроксилатапата кальция пони-

жены в количестве. Подобные ткани более интенсивно кристаллизированы, из-за чего деструкция частично нестигает волокна коллагена [1].

Диагностика пациентов с клиновидными эффектами дефектами зубов по методу ЛИФ проводится, опираясь на раскрытый наукой механизм свечения твердой зубной ткани, уже поражённой патологическим процессом или оставшейся интактной. За рубежом научные исследования акцентируют, что [5] реакция твердых тканей зуба отличается по характеру, так как может иметь предпосылки органического и неорганического генеза. Эмаль показывает свечение, интенсивность которого связана с анатомией зуба, его местом на челюсти. Результаты исследований доказывают непосредственную корреляцию свечения эмали с прочими тканями зуба, такими как дентин и ДЭГ, что и становится причиной сильного расхождения флуоресценции. Но свечение достигает высокого уровня интенсивности при наличии ДЭГ со структурным разрезом на многих уровнях процесса, а эмаль показывает минимальную интенсивность свечения. Исследования показали, что флуоресценция в случае ДЭГ даёт слабый сигнал, когда как дентин или эмалевое покрытие, прилегающие к дефекту и имеющие раковины, светятся интенсивно.

Область шейки зуба является тем сектором, где показанный эмалю без повреждений спектр флуоресценции захватывает показатели ДЭГ и дентина, выше областей на режущих краях или в экваториальной зоне.

Клиновидный дефект на стадии поверхностного поражения характеризует убыль эмалевого покрытия, когда поверхность эмали уже начинает повреждаться щелевидными образованиями. Дефект развивается неглубоко, порядка 0,2 мм, располагаясь практически на границе стыка покрытия и цементного агломерата. Зубная эмаль истончается, а трещины обосновывают более интенсивное свечение в зоне клиновидного дефекта, который еще развился ещё только как поверхностный, тогда как интактная эмаль проявляет более низкий уровень свечения.

Истончение эмалевого слоя в зоне патологических изменений позволяют излучению проникнуть глубже, возбуждать в тканях флуоресцентный процесс, из-за чего дентин и ДЭГ подключаются к спектральному срезу эмалевой флуоресценции.

Клиновидный дефект, зашедший на среднюю стадию, поражает ткани зуба, локализуется на глубине 0,2–0,3 мм. Проникновение клиновидного дефекта до глубоких слоев является причиной типичных поражений дентина. Если дефект достиг средней или глубокой стадии развития, свечение по интенсивности падает, что обусловлено несколькими факторами:

1. Патология, зашедшая до тяжёлой стадии или ставшей причиной среднего дефекта, уже начала разрушать ДЭГ, а покрытие зубов эмалью разрушилось, ткани, прилежащие к дефекту, начали изменяться, так как дентин трансформируется и проявляет нетипичные участкам дентина состав минералов и химическую реакцию [3].

Перенасыщенный минеральными соединениями слой дентина утрачивает в количественной характеристике карбонатзамещенные кристаллы гидроксилпатита кальция, тогда как коллагеновые волокна разрушаются.

В твердых тканях зуба флуоресценция обусловлена наличием собственных агентов, присутствующих в коллагене и являющихся примесью и кристаллизованного гидроксилпатита кальция, из-за чего с разрушением коллагена и изменением порога минерализации клиновидный дефект демонстрирует падение флуоресцентного спектра по интенсивности, когда болезнь доходит до уровня средней стадии или глубже.

2. Дефект имеет форму полости, стенки которой начинают обретать нетипичные здоровым тканям оптические свойства, их плотность возрастает, что мешает потоку флуоресцентного излучения проникнуть в глубину тканевой структуры зуба. Это является предпосылкой снижения свечения по уровню интенсивности.

Первоначально клиновидный дефект практически незаметен, так как ткани убывают медленно и незаметно, а диагностика сложна и является в большей мере исключением, чем закономерностью. Разрушающаяся эмаль показывает более яркое свечение, если сопоставить

с участками не затронутого патологическим процессом эмалевого покрытия.

Повсеместное распространение компьютерных томографов как инновационной техники на стоматологических учреждениях России позволяет использовать современную аппаратуру для диагностики клиновидных дефектов. Диагност выполняет послойный спиральный снимок зуба. Сегодня рентгенодиагностика в формате компьютерной томографии проникла в отечественную стоматологию и показала востребованность в качестве диагностического инструмента при исследовании патологии ротовой полости, обследуя и выявляя поражения пародонта и периодонта, а также зубов кариозными и некариозными процессами [9].

Вышесказанное позволяет отметить, что методика диагностики пациентов с клиновидными дефектами зубной эмали является перспективным направлением, актуальным и востребованным для сегодняшней стоматологии. Однако сегодня метод ещё не является безупречным в плане ранней диагностики, так как на практике сложно отграничить интактную зубную эмаль от поверхности зуба, уже подвергшейся начальной или поверхностной стадии клиновидных дефектов. Важным лимитирующим фактором являются лучевая нагрузка, так как флуоресцентный поток имеет определённую кратность применения для диагностики. Указанную методику рационально использовать в стоматологических отделениях, где диагностируются клиновидные дефекты, развившиеся до средней или глубокой стадии в процессе профилактического обследования ротовой полости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровский, Е. В. Реминерализация твердых тканей зуба/Е. В. Боровский, П. А. Леус // Стоматология. — 1977. — № 2. — С. 77–84.
2. Гилева, О. С. Повышенная чувствительность зубов: методические рекомендации. — Пермь, 2009. — 30 с.
3. Окушко, В. Р. Клиновидные и другие гладкие дефекты тканей зуба /В. Р. Окушко // Новое в стоматологии. — 2003. -№ 8 — С. 16–19.
4. Рубежова, Н. В. Особенности клинического течения и лечения больных с эрозиями, клиновидными дефектами и повышенной стираемостью зубов: дисс. . . . канд. мед. наук. — М., 2003.
5. Максимовская, Л. Н. Использование десенситайзера двойного действия для лечения повышенной чувствительности твердых тканей зуба // Маэстро стоматологии. — 2002. — № 2(7). — С. 80–81.
6. Посохова, В. Ф. « Нанофлюор» — биоактивный фторирующий лак нового тысячелетия / В. Ф. Посохова, В. П. Чувев, Л. Л. Гапочки-на и [др.]// Институт стоматологии. — 2011. — № 1. — С. 52.
7. Семченко, И. М. Эффективность лечебно-профилактических мероприятий при клиновидных дефектах зубов / И. М. Семченко //Белорусский мед. журнал. — 2003. — № 3. — С. 24–28.
8. Федоров, Ю. А. Особенности диагностики и новые принципы лечения некариозных поражений зубов/Ю. А. Федоров, В. А.
9. Дрожжина, П. М. Чернобыльская и др. // Новое в стоматологии. — 1996. — № 3. — С. 10–12.
10. Kolker J. L., Vargis M. A., Armstrong S. R. Effect of dentin desensitizing agents on dentin permeability // J. Dental Res. 2002. — Vol. 81. — P. 63.
11. G. Vanherle, B. Van Meerbeek, M. Braem, P. Lambrechts. Clinical aspects of Dentin Bonding Materials of International Symposium EURODISNEY, Paris March, 24–25, 1993.

© Симонян Татьяна Владимировна (shpitzbaum@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НОВЫЕ МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ АГГРАВАЦИИ И СИМУЛЯЦИИ У БОЛЬНЫХ С ОФТАЛЬМОПАТОЛОГИЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МЕДИКО-СОЦИАЛЬНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

ROLE OF NEW METHODS FOR DETECTING MALINGERING AND SIMULATION PATIENTS WITH OPHTHALMOPATHOLOGY AIMED AT MEDICAL AND SOCIAL EXPERTISE

**T. Tlupova
D. Teuvazhukova
A. Teuvov
A. Baziev
Z. Lovpache**

Summary. The purpose of this work is to describe new methods for detecting aggravation and simulation in patients with ophthalmopathy during medical and social examination. For the study, a special device was developed (RF Patent No. 2269921), which makes it possible to determine visual acuity under various lighting conditions. 6 groups were formed: A (control group), with the results of which the indicators of groups A1 (patients with high myopia), A2 (with primary glaucoma), A3 (with partial optic nerve atrophy), A4 (with initial cataract), A5 (with a dry form of macular degeneration). The influence of light conditions on visual acuity was studied.

The research carried out makes it possible to predict the economic effect (savings of budgetary resources, recalculated for the year, about 5,000,000 rubles). The results obtained confirm the important role of using the proposed method for determining the true values of visual acuity, in the early diagnosis of glaucoma, macular degeneration, optic nerve atrophy, in the conduct of medical and social expertise to determine aggravation and simulation.

Keywords: medical-social examination (ITU), ophthalmology, light exposure, glaucoma, macular degeneration, myopia.

Тлупова Тамара Гумаровна

Доцент, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова
ttlupova@gmail.com

Теужажукова Диана Арсеновна

Клинический ординатор, Северо-Осетинская Государственная Медицинская Академия
di.teu.00@mail.ru

Теуов Аслан Алексеевич

Доцент, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова
teuw@mail.ru

Базиев Артур Мухарбиевич

Доцент, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова
bazaarth76@mail.ru

Ловпаче Зарема Нуриядиновна

Доцент, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова
tanka70@yandex.ru

Аннотация. Цель работы — описать новые методы выявления аггравации и симуляции у больных с офтальмопатологией при проведении медико-социальной экспертизы. Для проведения исследования был разработан специальный прибор (Патент РФ № 2269921), позволяющий определять остроту зрения при различных условиях освещения. Сформировано 6 групп: А (контрольная группа), с результатами которой сравнивали показатели групп А1 (пациенты с миопией высокой степени), А2 (с первичной глаукомой), А3 (с частичной атрофией зрительного нерва), А4 (с начальной катарактой), А5 (с сухой формой макулодистрофии). Изучалось влияние световых условий на остроту зрения.

Проведенные исследования позволяют прогнозировать экономический эффект (экономия бюджетных ресурсов пересчете за год около 5 000 000 руб.). Полученные результаты подтверждают важную роль использования предлагаемого нами метода для определения истинных значений остроты зрения, в ранней диагностике глаукомы, макулодистрофии, атрофия зрительного нерва, в проведении медико-социальной экспертизы для определения аггравации и симуляции.

Ключевые слова: медико-социальная экспертиза (МСЭ), офтальмология, освещенность, глаукома, макулярная дегенерация, миопия.

Введение

Известно, что уровень инвалидности увеличивается ежегодно в десятки раз и инвалидность стала одной из важнейших проблем современного общества. Если в 2000 году на 10 тыс. населения приходилось 16 инвалидов, то в 2010 году этот показатель увеличился до 173 [2]. Трудоспособность больных с заболеваниями органа зрения во многом зависит от состояния зрительных функций. Большое значение имеет точное определение степени нарушения функций у больного. Офтальмологические методы исследования являются, пожалуй, наиболее точными в медицине. Но определение истинной остроты зрения больного, будучи методом субъективным, нередко представляет собой значительные трудности. Последние усугубляются тем, что в практической деятельности окулист может столкнуться с фактами сознательного или бессознательного искажения истины, когда больной симулирует болезнь, которой на самом деле у него нет или же аггравировывает, т.е. преувеличивает проявление имеющегося заболевания [1, 3].

Существуют так называемые контрольные методы для точного определения зрительных функций. Известен метод Жавая: исследуемому показывают шрифт, перед которым перпендикулярно строчкам держат карандаш. Пациент свободно читает, если видит обоими глазами. При зрении одним глазом он должен поворачивать голову, так как карандаш заслоняет некоторые буквы. «Зеркальная проба» основана на том, что плоское зеркало дает мнимое изображение объекта на таком расстоянии позади зеркала, на котором объект расположен впереди зеркала, т.е. знаки видны на удвоенном расстоянии. Если исследуемый читал с 5м первую строку и продолжает ее читать в зеркале, то острота зрения равна 0,2, а не 0,1.

Симуляцию слепоты на один глаз можно обнаружить при исследовании прямой и содружественной реакции зрачков на свет (при полной слепоте на один глаз прямая реакция зрачка на свет отсутствует, содружественная — сохранена). Проба Снеллена с цветными стеклами основана на том, что красное стекло делает незаметными на светлом фоне знаки красного цвета, а на черном фоне — знаки зеленого цвета. Зеленое стекло, наоборот, делает неузнаваемыми на белом фоне знаки зеленого цвета, а на черном — красного.

Описанные методы в большинстве своем субъективны, требуют определенного напряжения, несколько устарели. Существующие в настоящее время современные уточняющие методы исследования, такие как флюоресцентная ангиография, ультразвуковые исследования кровотока в сосудах глаза, оптическая когерентная

томография и электрофизиологические исследования, часто просто отсутствуют в поликлиниках и глазных стационарах, а возрастающая стоимость диагностического обследования, диктует необходимость разработки наиболее простых, доступных, быстрых методов оценки функционального состояния органа зрения.

Цель работы

Описать новые методы выявления аггравации и симуляции у больных с офтальмопатологией при проведении медико-социальной экспертизы (МСЭ).

Материалы и методы

Мы сформировали 6 групп: **A** (контрольная группа), с результатами которой сравнивали показатели групп **A1, A2, A3, A4, A5** с различными видами офтальмопатологии. Контрольная группа здоровых лиц состояла из водителей автотранспортного предприятия № 1 г. Нальчика. Так как требования к допуску управлением автомобиля в нашей стране одни из самых жестких в мире, для обследования здоровых лиц была выбрана именно эта категория работников.

Проведено обследование 100 здоровых водителей, все — мужчины в возрасте от 40 до 55 лет (средний возраст — 47,08) со стажем работы от 13 до 30 лет (средне 17,73). Главным условием для отбора было поставлено отсутствие у водителей ДТП за время его работы. Другое условие — чтобы это были соматически здоровые люди, не предъявляющие жалоб на общее состояние организма и на орган зрения, в частности. Острота зрения с коррекцией у всех отобранных была не ниже 1,0, показатели ВГД, поля зрения, цветоощущения соответствовали норме.

Группы **A1, A2, A3, A4** и **A5** (по 50 человек) формировались из пациентов глазного отделения Республиканской Клинической больницы. Группа **A1** — пациенты с миопией высокой степени, **A2** — с первичной глаукомой, **A3** — с частичной атрофией зрительного нерва, **A4** — с начальной катарактой, **A5** — с сухой формой макулодистрофии. Изучалось влияние световых условий на остроту зрения. Исследование зрительных функций включало исследование по общепринятым методикам (остроты зрения, рефракции и т.д.), и тонкие офтальмоэргонимические тесты.

Для проведения эксперимента был разработан специальный прибор (Патент РФ № 2269921)[4]. Исследование остроты зрения проводилось в 2 этапа. Сначала определялась острота зрения при стандартном освещении, а затем проводилось исследование при изменении освещенности от минимальной 50лк до максимальной

Таблица 1. Влияние освещенности тестов на остроту зрения при офтальмопатологии

Офтальмопатология	Освещенность (Лк)		δ
	50	400	
Миопия	1,05±0,24	1,60±0,24	0,55±0,01
Глаукома	0,9±0,20	1,02±0,26	0,12±0,04
Атрофия зрительного нерва	0,88±0,20	1,08±0,27	0,20±0,02
Катаракта	0,98±0,21	0,94±0,26	0,04±0,02
Макулодистрофия	0,76±0,20	0,80±0,26	0,04±0,02

Таблица 2. Распределение пациентов по нозологиям

Нозология	Количество	%
Катаракта	41	29,5%
Глаукома	22	15,8%
Макулодистрофия	25	10,8%
Ретинопатия	16	12,9%
Атрофия зрительного нерва	17	5,2%
Миопия	36	25,8%
Всего	157	100%

Таблица 3. Динамика снижения диагностированной инвалидности за 2018–2000 годы

№	Нозологии	2018г	2019г	2020г
1	Глаукома	60	52	43
2	Осложненная миопия	44	31	19
3	Болезни хрусталика	18	10	9
4	Дегенерация макулы	24	19	13
5	Гиперметропия	7	3	0

400Лк. Целью эксперимента является определение величины приращения функции δ, которая представляет собой разность этих значений, и сравнение ее с определенной нами нормой для каждого возраста и при офтальмопатологии.

Результаты и обсуждение

Определена величина приращения функции δ в норме и при офтальмопатологии (табл. 1).

С помощью предлагаемого устройства для определения остроты зрения (Патент РФ № 2269921) проведено обследование 157 пациентам, направленным на медико-социальную экспертизу. Распределение пациентов по нозологиям представлено в таблице 2.

Использование предлагаемого нами устройства значительно ускорило и облегчило диагностику, помогло

в обследовании и оказании своевременной медицинской помощи пациентам. 7 пациентов были направлены необоснованно на МСЭ и не признаны инвалидами. Трем пациентам была определена истинная величина остроты зрения, и они переведены в другие категории нетрудоспособного населения (например, со 2 группы на 3). Благодаря использованию предлагаемого метода уменьшились показатели инвалидности (табл. 3).

Проведенные исследования позволяют прогнозировать определенный экономический эффект. По данным Пенсионного Фонда по КБР затраты государства на помощь одному инвалиду составляют в среднем 70000–80000 руб. в год. Нетрудно подсчитать, что только реабилитированные нами за один квартал 7 человек составят реальную экономию бюджетных ресурсов 500000–600000руб. А в пересчете за год — эта цифра будет приближаться к 5000000 руб. И это лишь по данным одной медико-социальной комиссии.

Заключение

Таким образом, полученные нами результаты подтверждают важную роль использования предлагаемого нами метода при проведении медико-социальной

экспертизы с целью определения аггравации и симуляции, для определения истинных значений остроты зрения, в ранней диагностике таких тяжелых заболеваний, как глаукома, макулодистрофия, атрофия зрительного нерва.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глазные болезни: Учебник / Под ред. В. Г. Капаевой. — М.: Медицина, 2002. 560с.
2. Зелинская Д. И. Актуальные проблемы детской инвалидности // Детский доктор. 2000. № 1. С. 48–51.
3. Либман Е.С., Шахова Е. В. Слепота, слабовидение и инвалидность по зрению в Российской Федерации. Ликвидация устранимой слепоты. Всемирная инициатива ВОЗ // Мат. Росс. межрегион. симпозиума. Уфа, 2003. С. 38–42.
4. Тлупова Т.Г., Чернышева С. Г., Розенблюм Ю. З. Устройство для определения остроты зрения. Патент РФ № 2269921 от 17.05.2004.

© Тлупова Тамара Гумаровна (ttlupova@gmail.com), Теуважукова Диана Арсеновна (di.teu.00@mail.ru),
Теувов Аслан Алексеевич (teuw@mail.ru), Базиев Артур Мухарбиевич (bazaarth76@mail.ru),
Ловпаче Зарема Нуриждиновна (tanka70@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

ОБЗОР СУБТРАКТИВНОГО И АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА СЪЕМНЫХ ПРОТЕЗОВ ДЛЯ БЕЗЗУБЫХ ЧЕЛЮСТЕЙ

OVERVIEW OF SUBTRACT AND ADDITIVE REMOVABLE PROSTHESIS FOR PLAINED JAWS

**A. Ertesyan
M. Sadykov
A. Nesterov**

Summary. Complete dentures are technologically simple to manufacture, but they require a large number of clinical and technological steps, which can lead to an increased risk of errors. With the development of digital technologies, subtractive and additive methods, the workflow has been significantly reduced, and the accuracy of prosthetic devices has increased significantly. These technologies use industrially produced materials with physical, chemical and mechanical properties superior to conventional materials. The main motives for adopting or rejecting a new technology are the relative advantages they offer over classical methods, and these can be represented by time savings, financial benefits, and clinical benefits. The present study aims to analyze the advantages and disadvantages of digitally fabricated full dentures.

Keywords: complete removable plate prosthesis, CAD / CAM, 3D printing, additive technologies, subtractive technologies, STL.

Эртесян Альберт Робертович

К.м.н., ассистент, ФГБОУ ВО «Самарский
государственный медицинский университет»
Минздрава России, Самара
albertertesyan@gmail.com

Садыков Мукатдес Ибрагимович

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Самарский
государственный медицинский университет»
Минздрава России, Самара

Нестеров Александр Михайлович

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Самарский
государственный медицинский университет»
Минздрава России, Самара

Аннотация. Полные протезы технологически несложно изготовить, но они требуют большого количества клинических и технологических этапов, что может привести к повышенному риску ошибок. С развитием цифровых технологий, субтрактивных и аддитивных методов рабочий поток значительно сократился, а точность протезных устройств значительно повысилась. В этих технологиях используются материалы промышленного производства, с физическими, химическими и механическими свойствами, превосходящими обычные материалы. Основными мотивами для принятия или отказа от новой технологии являются относительные преимущества, которые они предлагают по сравнению с классическими методами, и они могут быть представлены экономией времени, финансовыми преимуществами и клиническими преимуществами. Настоящее исследование направлено на анализ преимуществ и недостатков полных протезов, изготовленных цифровыми методами.

Ключевые слова: полный съемный пластиночный протез, CAD/CAM, 3D печать, аддитивные технологии, субтрактивные технологии, STL.

Ортопедические методы лечения, используемые для протезирования беззубой челюсти, представлены различными конструкциями, несъемные протезы с опорой на имплантаты, полные съемные пластиночные протезы. Полные съемные пластиночные протезы относительно экономичны, просты в изготовлении и ремонте, а также обеспечивают уровень эстетики и функциональности, приемлемые для многих пациентов.

Акриловые пластмассы остаются предпочтительным материалом для полных съемных пластиночных протезов из-за их бесспорных качеств: простоты изготовления и починки, хорошие физические свойства, приемлемый

эстетический вид, хорошая теплопроводность, низкая проницаемость для жидкостей полости рта, стабильность цвета, низкое водопоглощение, низкая растворимость, точное воспроизведение деталей поверхности, малый вес и невысокая стоимость [1,2,3].

Но эти материалы также имеют ряд недостатков, таких как: плохие механические свойства, высокий коэффициент теплового расширения, низкий модуль упругости, повышенный риск разрушения, раздражение слизистой оболочки, вызванное высвобождением метилметакрилата или бактериальной колонизацией из-за их пористости. [4]. Пористость протеза может потенциально привести к увеличению накопления биопленки

в полости рта и увеличению количества микроорганизмов, вызывающих протезный стоматит. Для устранения этих недостатков и улучшения свойств акриловых пластмасс были проведены многочисленные исследования. Эти исследования были направлены на разработку альтернативных материалов, на изменение и оптимизацию структуры полимеров или на увеличение механической прочности метилполиметакрилата [5].

Важной проблемой, с которой столкнулись стоматолого-ортопеды, это раздражение слизистой оболочки, вызванное микробной адгезией к внутренней поверхности протеза. Эпидемиологические исследования показывают, что примерно 70% пациентов с полными съемными протезами страдают протезным стоматитом. Адгезия *Candida albicans* и образование биопленки считаются важными предпосылками протезного стоматита. [7,8,9,10]. Другая проблема, связанная с протезным стоматитом, заключается в том, что некоторым пожилым пациентам трудно содержать протез в чистоте из-за их пониженной двигательной активности, потери памяти и когнитивных нарушений [11]. Классическое лечение протезных стоматитов основано на местных или системных противогрибковых препаратах [12], но эта инфекция часто носит стойкий характер, поскольку в биопленках *Candida albicans* имеется резистентность к противогрибковым препаратам [13]. Профилактика протезного стоматита по-прежнему представляет собой проблему для стоматологии, и необходимы дополнительные исследования, чтобы найти оптимальный метод профилактики. Чтобы обеспечить антибактериальные свойства, в последние годы все больше внимания уделяется включению AgNps (наночастицы серебра) в акриловые смолы. Включение AgNPs направлено на предотвращение или, по крайней мере, уменьшение микробной колонизации на стоматологических материалах, улучшение параметров здоровья полости рта и улучшение качества жизни [14,15].

Изготовить полные съемные пластиночные протезы технологически несложно, но они требуют большого количества клинических и технологических этапов, поэтому существует повышенный риск ошибок. С развитием цифровых технологий, субтрактивных и более поздних аддитивных методов рабочий процесс был значительно сокращен, а точность ортопедических конструкций значительно возросла. В этих технологиях используются материалы промышленного производства, с физическими, химическими и механическими свойствами, превосходящими обычные материалы. Основными мотивами для принятия или отказа от новой технологии являются относительные преимущества, которые они предлагают по сравнению с классическим методом, которые могут быть представлены экономией времени, финансовыми преимуществами и клиническими преимуществами [8].

Цель исследования

Анализ преимуществ и недостатков полных съемных пластиночных протезов, изготовленных цифровыми методами.

Материалы исследования

Компьютерное проектирование / компьютерное производство (субтрактивные технологии). Компьютерное проектирование / компьютерное производство (CAD/CAM) становится все более популярным в стоматологии, особенно при изготовлении несъемных протезов. Технологии CAD/CAM для изготовления полных съемных пластиночных протезов стали более известными и коммерчески доступными, а методы и материалы становятся все более эффективными, что позволяет получать полные съемные протезы в соответствии с самыми высокими требованиями. Эти процедуры предлагают значительные преимущества стоматологу-ортопеду, зубному технику, а также пациентам. Технология CAD/CAM включает три важных этапа: сбор данных с помощью внутриворотных сканеров или сканирование гипсовой модели, создание виртуальных конструкций для будущих протезов и компьютеризированная реализация полного съемного пластиночного протеза, используя самые современные материалы.

Пластмассы для изготовления полных съемных пластиночных протезов, используемые в компьютеризированных технологиях, производятся промышленным способом, обладают высокой устойчивостью к ударам и деформациям, устойчивостью к побледнению, стабильностью цвета и стабильностью размеров. Форполимеризованная акриловая смола производится под высоким давлением, при нагревании и полимеризационной усадке не происходит, уменьшается пористость и снижается прилипание *Candida albicans* к основе протеза. Отсутствие полимеризационной усадки, связанной с фрезерованными зубными протезами, приводит к высокоточной точности полного съемного протеза и улучшенной ретенции.

Кроме того, в основе CAD/CAM-протеза, изготовленного из дисков из полиметилметакрилата, полимеризованной при высокой температуре и давлении, снижен риск образования остаточного мономера. Остаточный мономер обуславливает токсичность, низкие механические свойства акриловых смол и низкое водопоглощение. Кроме того, метилметакрилат связан с реакциями иммунной гиперчувствительности в деснах и слизистой оболочке, а также с системными реакциями из-за небольшого размера молекул, которые могут диффундировать по всему телу.

Преимущество использования форполимеризованных смол заключается в более высокой степени превращения мономера, что приводит к образованию более длинных полимерных цепей, полимеризационная усадка уже реализована, можно ожидать повышения точности съемного протеза.

Цифровыми методами можно изготовить не только базис полного съемного протеза, но и искусственные зубы, при этом можно получить искусственные дуги индивидуальной морфологии, с высокой прочностью и эстетикой.

У технологий CAD/CAM также есть ограничения и недостатки: межчелюстное соотношение, поддержка губ и положение режущего края верхней челюсти затруднены, оптимальная оценка вертикального размера, установление окклюзионной плоскости нижней челюсти затруднены, возможность для участия пациента во время процедуры минимально, текущие затраты на материалы и лабораторию по-прежнему дороже по сравнению с изготовлением традиционными методами.

Технология 3D печати (аддитивные технологии). Технологии 3D-печати представляют собой еще одну возможность создания полных съемных пластиночных протезов компьютеризированными методами. Технологии аддитивного производства — это, по сути, метод получения устройств со сложной пространственной геометрией с помощью аддитивных процессов. Аддитивное производство быстро набирает обороты почти во всех областях стоматологии, и оно отличается от формирующего и субтрактивного производства, в процессе аддитивного производства устройство печатается путем добавления материала слой за слоем. По сравнению с субтрактивной технологией CAD/CAM для разработки съемных протезов, основанной на фрезеровании с компьютерным управлением, 3D-печать предлагает преимущество неограниченной гибкости дизайна, поскольку разработка протезного устройства осуществляется в несколько простых шагов.

Основными этапами конструирования полных съемных пластиночных протезов являются: наложение слоев фотополимерной смолы в горизонтальном направлении и их последовательная полимеризация в вертикальном направлении; удаление конструкций, необходимых для поддержки устройства при реализации (стержни также предотвращают деформацию перед полной полимеризацией); удаление остатков неполимеризованного материала.

Клинико-технологический процесс изготовления полного протеза включает несколько этапов: сканиро-

вание, проектирование, вывод файла в формате STL, печать и постобработка, сборка, окончательное постотверждение и отделка.

Сначала получают цифровой оттиск с беззубой челюсти пациента или гипсовой модели. Наилучший доступный метод создания цифрового файла для пациентов с полной адентией — сканирование полностью сочлененной залитой модели и восковой оправы с помощью настольного лабораторного сканера.

После вывода файла STL следует этап печати и постобработки. После экспорта файлов STL для дизайна съемного протеза его можно импортировать в программу, которая содержит файлы для печати, и можно выбрать материал для печати зубного протеза. Зубы или базис съемного протеза.

После того, как фотополимерная смола помещена в резервуар, можно начинать печать. 3D-печать заключается во введении платформы для выполнения предлагаемых съемных протезов в ванну с фотополимерной смолой, на которую нанесен равномерный слой смолы микрометрического размера в соответствии с программой CAD3D design. После того, как этот первый слой материала полимеризован, процедура продолжается путем последовательного послойного осаждения и полимеризации жидкой смолы до тех пор, пока не будет получена окончательная форма полного съемного протеза. Ортопедическая конструкция, напечатанная на 3D-принтере, соединена с производственной платформой некоторыми опорными элементами из того же типа смолы. Далее следует этап постобработки, который включает промывку изопропиловым спиртом и удаление несущих конструкций.

На следующем этапе изготовления полных съемных протезов, искусственные зубы устанавливаются и приклеиваются к базису. На этом этапе протез готов к окончательному отверждению при температуре 80 °C в течение 30 минут. После завершения постотверждения следует заключительный этап, он также выполняется, как и для традиционного полного съемного пластиночного протеза, путем полировки на малых оборотах тряпичным кругом на шлифовальном станке с пемзой.

3D-печать имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционной технологией: высокая точность, достигаемая благодаря аддитивной технологии, которая по сравнению с субтрактивными методами позволяет превосходно воспроизводить детали; повышение производительности труда, возможность одновременно выполнять несколько работ, снижение расхода стоматологических материалов и рабочего времени.

К недостаткам можно отнести высокую стоимость программ цифровой обработки и самих принтеров, более ограниченную доступность материалов для этой технологии [23].

Выводы

Цифровые технологии улучшили качество полных съемных пластиночных протезов в стоматологии и нашли способ стандартизировать производственный процесс. Программные решения CAD/CAM предназначены для создания, обработки, анализа и управления трех-

мерными данными для применения в сложных производственных процессах.

Цифровой процесс протезирования представляет собой возможность цифрового проектирования и производства полных съемных пластиночных протезов. Качество и долговечность сравнимы с традиционными протезами, а часто даже превосходят их, потому что эти технологии позволяют использовать современные материалы с оптимизированными механическими и биологическими характеристиками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lee HH, Lee CJ, Asaoka K. Correlation in the mechanical properties of acrylic denture base resins. *Dent Mater J.*, 31(1), 157–164, 2012
2. Tandon R, Gupta S, Agarwal SK. Denture base materials: From past to future. *Indian Journal of Dental Sciences.* 2(2), 33–39, 2010
3. Mohamed H, O Assery AS., Mansour K, Braka E, Vellappally A. S., Anil SA. Comparative Study of the Mechanical Properties of the Light-cure and Conventional DentureBase Resins. *OHDM.* 13 (2), 311–315, 2014
4. Ali IL, Yunus N, Ibrahim M. Hardness, flexural strength, and flexural modulus comparisons of three differently cured denture base systems. *J Prosthodont.* 17, 545–549, 2008
5. Chand P, Patel CB, Singh BP, Singh RD, Singh K. Mechanical properties of denture base resins: an evaluation. *Indian J Dent Res.* 22(1), 180–185, 2011
6. Эртесян А.Р., Садыков М. И., Нестеров А. М. Обзор технологий 3D — печати в стоматологии / А. Р. Эртесян, М. И. Садыков, А. М. Нестеров // *Медико-фармацевтический журнал «ПУЛЬС».* — 2020 — Том. 22. — № 10. — С. 15–18. <http://dx.doi.org/10.26787/nydha-2686-6838-2019-22-10>
7. Эртесян А.Р., Садыков М. И., Нестеров А. М. Обзор биосовместимых фотополимерных смол для съемного протезирования // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики: Серия «Естественные и Технические науки».* — 2020. — № 11. — С. 205–208. DOI 10.37882/2223-2966.2020.11.3
8. Эртесян А.Р., Садыков М. И., Нестеров А. М., А. Р. Сараев Сравнительная оценка экономического обоснования и эффективности изготовления полных съемных пластиночных протезов, полученных с помощью традиционных и 3D технологий // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики: Серия «Естественные и Технические науки».* — 2020. — № 11. — С. 209–213. DOI 10.37882/2223-2966.2020.11.37
9. Kang SH, Lee HJ, Hong SH, Kim KH, Kwon TY. Influence of surface characteristics on the adhesion of *Candida albicans* to various denture lining materials. *Acta Odontologica Scandinavica.* 71(1), 241–248, 2013
10. Sobolewska E, Fraczak B, Czarnomysy-Furowicz D, Ey-Chmielewska H, Karakulska J. Bacteria adhesion to the surface of various prosthetics materials. *AnnAcad Med Stetin.* 53(2), 68–71, 2007
11. Kassae M.Z., Akhavan A., Sheikh N., Sodagar A. Antibacterial effects of a new dental acrylic resin containing AgNps. *Journal of Applied Polymer Science.* 2008;110(3):1699–1703.
12. Rowan R., McCann M., Kavanagh K. Analysis of the response of *Candida albicans* cells to Silver(I) *Medical Mycology.* 2010;48(3):498–505
13. Kong H., Jang J. Antibacterial properties of novel polymethylmethacrylate nanofiber containing AgNps. *Langmuir.* 2008;24(5):2051–2056.
13. Diaconu-Popa D, Vişalariu A, Tatarciuc M, Munteanu F. Effect of silver nanoparticles incorporation in dental resins on stress Distribution-Finite Element Analysis. *Rev. chim.(Bucharest).* 67(8), 1571–1574 2016
14. Ertesyan A.R., Sadykov M. I., Nesterov A. M. 3D Technologies In Dentistry// *Proceedings of the XIII–XIV International Multidisciplinary Conference «Recent Scientific Investigation».* Primedia E-launch LLC. Shawnee, USA. 2020. <https://www.internauka.org/conf/usa#articles> (дата обращения: 07.11.2020)
15. Sodagar A., Kassae M. Z., Akhavan A., Javadi N., Arab S, Kharazifard M. J. Effect of silver nano particles on flexural strength of acrylic resins. *Journal of Prosthodontic Research* 56(2), 120–124, 2012

© Эртесян Альберт Робертович (albertertesyan@gmail.com),

Садыков Мукадес Ибрагимович, Нестеров Александр Михайлович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЭКСПРЕССИЯ НЕЙРОЭНДОКРИННЫХ МАРКЕРОВ ПРИ ЭНДОМЕТРИОИДНОМ И СЕРОЗНОМ РАКЕ ЯИЧНИКОВ

EXPRESSION OF NEUROENDOCRINE MARKERS IN ENDOMETRIOID AND SEROUS OVARIAN CANCER

**K. Yagafarova
G. Raskin
V. Vinokurov
M. Mukhina**

Summary. This work analyzes the expression of neuroendocrine markers in endometrioid and serous ovarian cancer. The median Ki67 index was significantly higher in the group with endometrioid adenocarcinoma of ovarian cancer, amounting to 55 (20; 80), against the median value of 30 (10; 52.5) in the group of serous ovarian adenocarcinoma ($p < 0.05$). A pronounced variability of ChrA was revealed, the maximum concentrations were recorded in patients with endometrioid adenocarcinoma ($p < 0.01$). A positive value of INSM1 was found in 7 patients (9.59%), of which 5 patients with endometrioid ovarian adenocarcinoma (17.24% in the group) and 2 patients with serous adenocarcinoma (4.55% in the group). It was revealed that the expression of neuroendocrine markers: synaptophysin, chromogranin A, CD56 in ovarian adenocarcinomas is not a manifestation of the neuroendocrine nature of the tumor, since it is not associated with the expression of INSM1, but the expression of synaptophysin is a poor prognostic sign and is associated with worse survival.

Keywords: chromogranin A (ChrA), synaptophysin, CD56, type 2 somatostatin, type 5 somatostatin, INSM1, ovarian cancer.

Ягафарова Карина Робертовна

Врач–онколог, аспирант, Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А. М. Гранова
vahitova-20@mail.ru

Раскин Григорий Александрович

Д.м.н., доцент, Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А. М. Гранова

Винокуров Владимир Леонидович

Д.м.н., профессор, Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А. М. Гранова

Мухина Марна Семеновна

К.м.н., с.н.с., Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А. М. Гранова

Аннотация. В данной работе проведен анализ экспрессии нейроэндокринных маркеров при эндометриоидном и серозном раке яичников. Медиана индекса Ki67 была значительно выше в группе с эндометриоидной аденокарциномой рака яичников, составив 55 (20;80), против значения медианы 30 (10;52,5) в группе серозной аденокарциномы яичников ($p < 0,05$). Выявлена выраженная вариабельность ХгА, максимальные концентрации зафиксированы у больных с эндометриоидной аденокарциномой ($p < 0,01$). Положительное значение INSM1 выявлено у 7 пациенток (9,59%), из которых 5 больных с эндометриоидной аденокарциномой яичников (17,24% в группе) и 2 пациентки с серозной аденокарциномой (4,55% в группе). Выявлено, что экспрессия нейроэндокринных маркеров: синаптофизин, хромогранин А, CD56 в аденокарциномах яичников не является проявлением нейроэндокринной природы опухоли, так как не связано с экспрессией INSM1, но экспрессия синаптофизина является плохим прогностическим признаком и связана с худшей выживаемостью.

Ключевые слова: хромогранин А(ХгА), синаптофизин, CD56, соматостатин 2 типа, соматостатин 5 типа, INSM1, рак яичников.

Морфофункциональными особенностями яичников обусловлено множество новообразований различных по эмбриогенезу и биологическим свойствам. Известно, что опухоли продуцируют не только эмбриональные белки и специфические антигены, но и гормоны, которые обнаруживаются в сыворотке крови больных, а степень их экспрессии зависит как от гистологической структуры опухоли, так и от степени ее распространенности [1–3]. Актуальной проблемой современной онкологии остается поиск

молекулярно-биологических маркеров, которые помогут определить биологические особенности опухоли, прогнозировать развитие метастазов, реакции опухоли на лечение и позволят составить индивидуальный прогноз [4].

Цель исследования

Анализ экспрессии нейроэндокринных маркеров при эндометриоидном и серозном раке яичников.

Таблица 1. Оценка частоты встречаемости нейроэндокринных маркеров при аденокарциномах яичников различной гистологической структуры

Маркеры	САЯ (n=44)	МЕ-1	ЭАЯ (n=29)	МЕ-2
Индекс Ki 67	34,89±27,88	30 (10;52,5)	53,00±31,35	55 (20;80)
Хромогранин А	1,52±3,30	0 (0;0,5)	10,76±20,10	0 (0;10)
Синаптофизин	10,64±23,54	0 (0;3)	9,93±20,07	0 (0;3)
CD56	38,18±36,79	37,5 (0;75)	31,76±36,35	5 (1;60)
Соматостатин 2 типа	1,59±4,70	0 (0;0,5)	8,17±18,83	0 (0;2)
Соматостатин 5 типа	5,64±14,81	0 (0;0)	12,41±25,27	0 (0;10)
INSM1	2,05±12,12	0 (0;0)	5,00±17,22	0 (0;0)

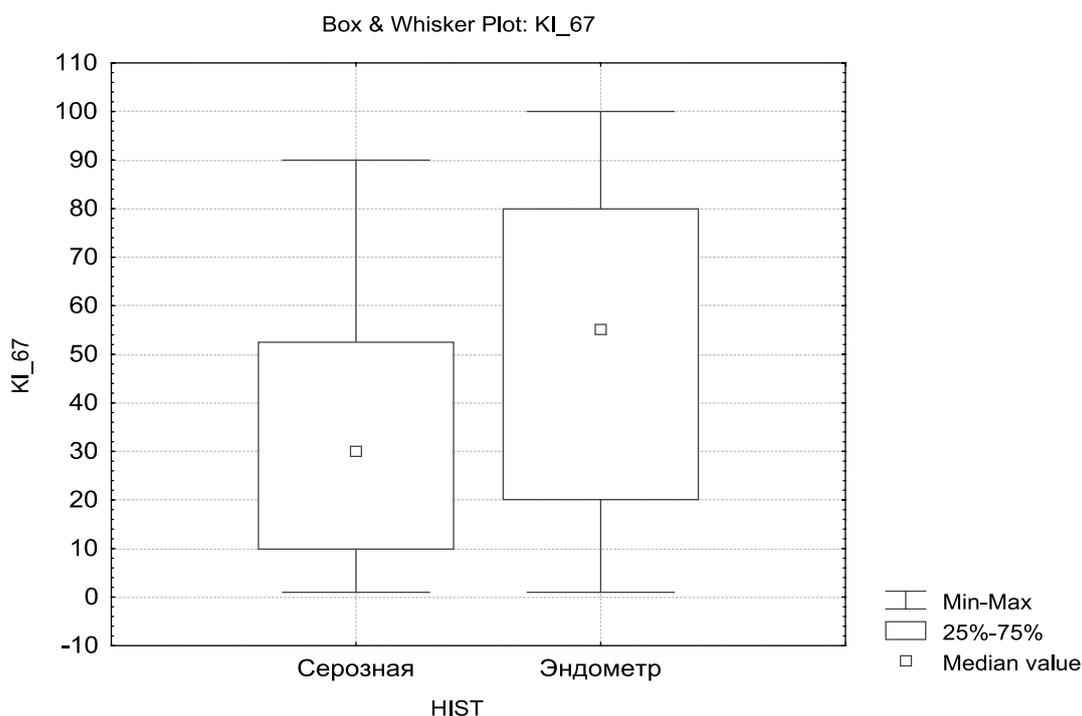


Рис. 1. Взаимосвязь между гистологическим типом опухоли и экспрессией индекса Ki67%

Материалы и методы

В период с 2009 по 2018 г. было проведено сравнительное ретроспективное исследование на базе ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А.М. Гранова» и СПбГБУЗ «Городской клинический онкологический диспансер» Материалом для исследования послужили результаты наблюдений за 73 пациентками с морфологически подтвержденным диагнозом: рак яичников.

Иммуногистохимическое исследование осуществляли на парафиновых срезах толщиной 3–4 мкм авидин-биотин-пероксидазным методом по стандартной методике с использованием первичных антител [1]

Статистический анализ проводили в программе Statistica 10 (Statsoft, США). Для сравнения количественных характеристик в группах применялся дисперсионный анализ, достоверность различий определялась с использованием непараметрического критерия Манна-Уитни. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Все больные были разделены в зависимости от варианта гистологического строения опухоли на две группы. В первую группу вошли 29 пациенток с эндометриодным раком яичников (средний возраст 55,14±12,18 лет) у 89,66% которых выявлена II стадия заболевания

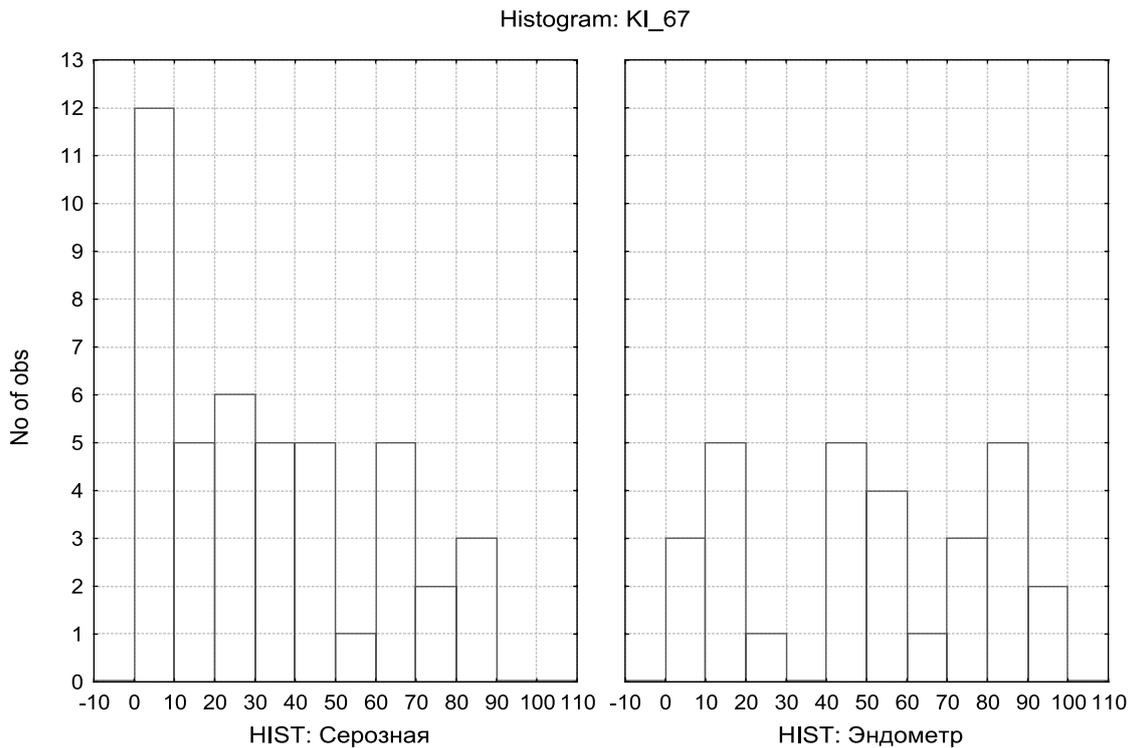


Рис. 2. Особенности экспрессии Ki 67 при различных гистотипах опухоли

и у 10,34% — I стадия. Вторую группу составили 44 пациентки с серозным раком яичников высокой степени злокачественности (средний возраст $60,07 \pm 10,3$ лет) у 70,45% которых выявлена III стадия заболевания и у 29,55% — IV стадия. У 60,27% больных наблюдались опухоли высокой степени злокачественности, у 31,51% — опухоли с умеренной степенью дифференцировки и в 8,22% случаев выявлены высокодифференцированные опухоли с низкой степенью злокачественности.

Изучались различные маркеры нейроэндокринной дифференцировки, такие, как хромогранин А (ХгА), синаптофизин, CD56, соматостатин 2 типа, соматостатин 5 типа и INSM1 (табл. 1).

Примечание: САЯ — Серозная аденокарцинома яичников; ME-1 интерквартильная широта (LQ; UQ) для серозных аденокарцином; ЭАЯ — Эндометриодная аденокарцинома яичников; ME-2 интерквартильная широта (LQ; UQ) для эндометриодных аденокарцином

Особое значение в прогнозировании поведения опухоли придается ее пролиферативной активности. Наиболее распространенный маркер пролиферации — антиген Ki-67, предположительно относящийся к регуляторным белкам [6].

Ki-67-позитивные клетки выявляли во всех случаях, медиана индекса Ki 67 составила 30 (10;52,5) в группе серозной аденокарциномы яичников и 55 (20;80) в группе с эндометриодным раком яичников, $p < 0,05$ (рис. 1,2).

Хромогранин А — гликопротеин, который показывает высокую корреляцию с ультраструктурными признаками нейроэндокринной дифференцировки, причем в карциноидах отмечается большее количество хромогранин А-позитивных гранул, чем в мелкоклеточном раке [7].

В результате исследования выявлена выраженная вариабельность ХгА, при этом максимальные концентрации были зафиксированы у больных с эндометриодной аденокарциномой, $p < 0,01$ (рис. 3,4).

Учитывая полученные данные, можно сделать вывод, что у больных с эндометриодной аденокарциномой яичников может выявляться высокая экспрессия хромогранина ($p < 0,01$).

Также проводилось сравнение экспрессии иммуногистохимических маркеров у больных аденокарциномами яичников в зависимости от показателя INSM1 (Insulinoma-Associated Protein1) — диагностического маркера нейроэндокринных опухолей (табл. 2).

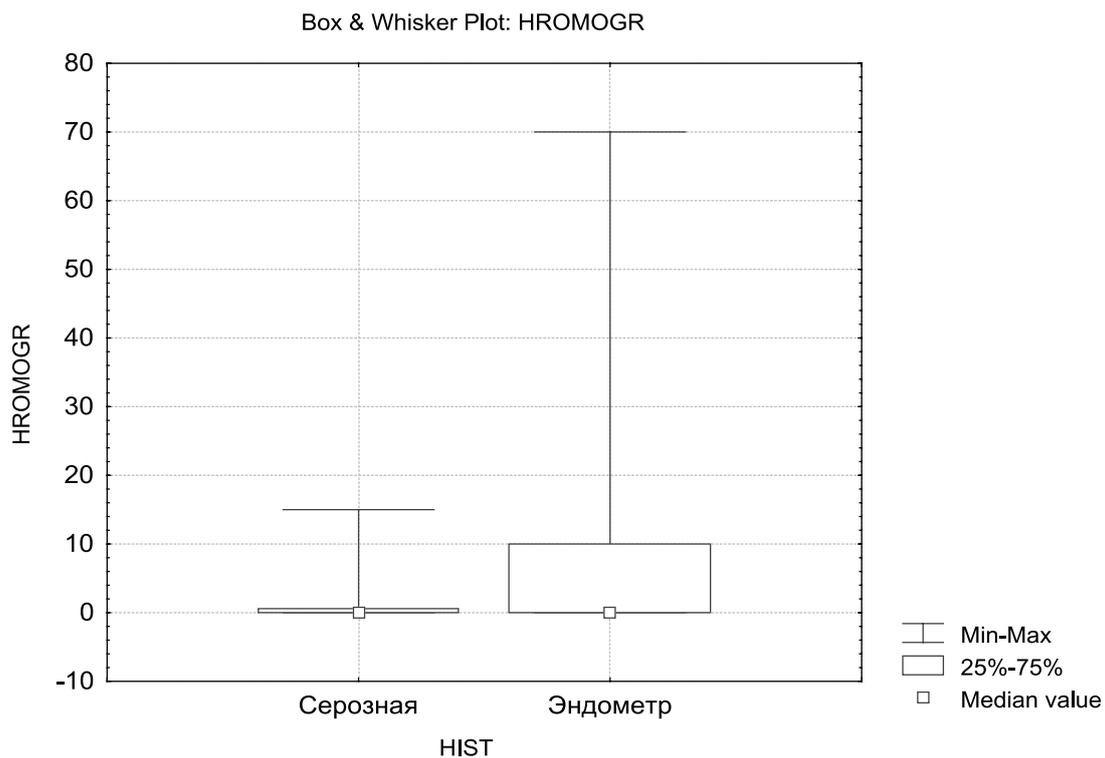


Рис. 3. Взаимосвязь между гистологическим типом опухоли и экспрессией хромогранина

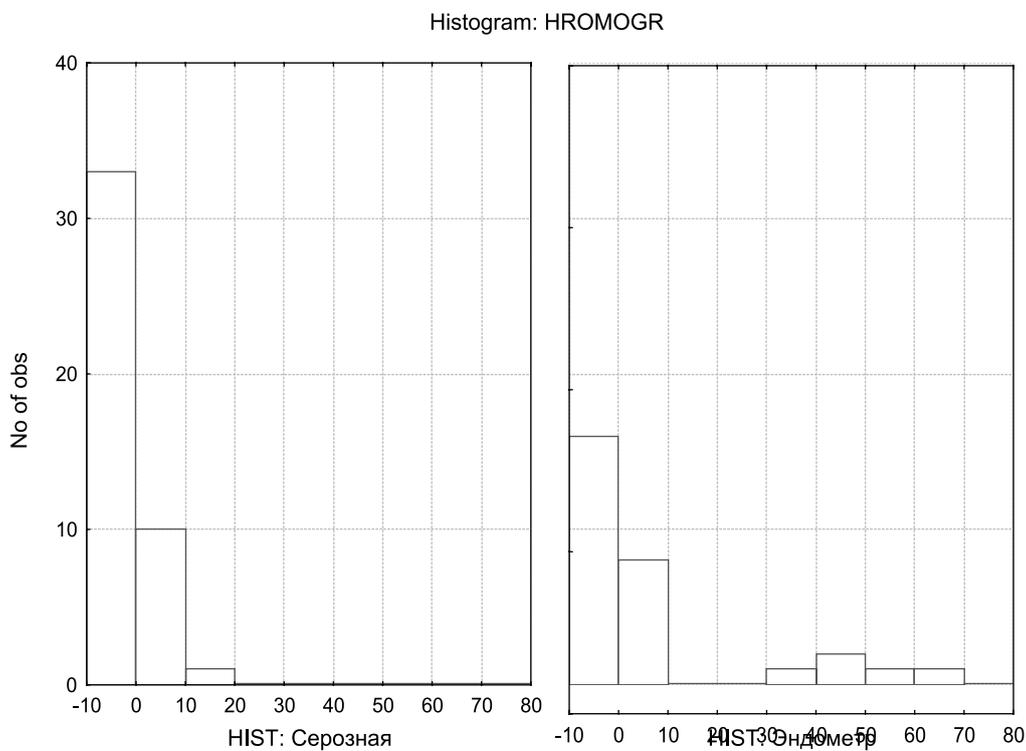


Рис. 4. Особенности экспрессии хромогранина при различных гистотипах опухоли

Таблица 2. Сравнение экспрессии иммуногистохимических маркеров у больных аденокарциномами яичников в зависимости от показателя INSM1

Маркеры	INSM1=0 (n=66)	INSM1=0 ME (LQ; UQ)	INSM1>0 (n=7)	INSM1>0 ME (LQ; UQ)	p
Индекс Ki 67	41,21±30,44	38 (15;70)	50,29±31,45	50 (20;80)	p=0,4
Хромогранин А	3,92±10,25	0 (0;5)	17,14±29,84	0 (0;50)	p=0,1
Синаптофизин	9,48±21,40	0 (0;3)	18,57±28,39	0 (0;35)	p=0,5
CD56	33,56±35,70	15 (0;60)	55,14±41,02	70 (4;92)	p=0,2
Соматостатин 2 типа	3,53±10,52	0 (0;1)	10,57±26,22	0 (0;2)	p=0,2
Соматостатин 5 типа	9,14±20,62	0 (0;3)	0,71± 1,89	0 (0;0)	p=0,3

Таблица 3. Корреляционный анализ экспрессии нейроэндокринных маркеров

Корреляционная связь	Всего (n)	R-коэффициент корреляции	p-level
Синаптофизин и соматостатин 2 типа	Все пациентки (n=73)	0,237	0,043
	INSM1 = 0 (n=66)	0,254	0,040
Синаптофизин и хромогранин А	INSM1 >1 (n=7)	0,836	0,019

В результате исследования выявлено 7 пациенток с положительным значением INSM1 (9,59%), из которых 5 больных с эндометриодной аденокарциномой яичников (17,24% в группе) и 2 пациентки с серозной аденокарциномой (4,55% в группе). Достоверно значимых корреляций INSM1 с другими иммуногистохимическими маркерами не выявлено ($p > 0,05$).

Корреляционный анализ экспрессии нейроэндокринных маркеров для всех пациенток с аденокарциномой яичников позволил выявить значимую корреляционную связь только между показателями синаптофизина и соматостатина 2 типа ($R=0,237$; $p=0,043$), эти же показатели коррелировали в группе пациенток с отрицательным INSM1 ($R=0,254$; $p=0,040$) (табл. 3).

В группе INSM1 >1 выявлена значимая корреляционная связь между показателями экспрессии синаптофизина и хромогранина А ($R=0,836$; $p=0,019$).

Выводы

Результаты анализа пролиферативной активности показали, что медиана индекса Ki67 была значительно выше в группе с эндометриодной аденокарциномой яичников, составив 55 (20;80), против значения медианы 30 (10;52,5) в группе серозной аденокарциномы яичников ($p < 0,05$).

В результате исследования выявлена выраженная вариабельность ХгА, при этом максимальные concentra-

ции были зафиксированы у больных с эндометриодной аденокарциномой ($p < 0,01$).

Положительное значение INSM1 выявлено у 7 пациенток (9,59%), из которых 5 больных с эндометриодной аденокарциномой яичника (17,24% в группе) и 2 пациентки с серозной аденокарциномой (4,55% в группе).

В результате исследования не выявлена связь экспрессии INSM1 с экспрессией нейроэндокринных маркеров: синаптофизина, хромогранина А, CD56, соматостатина 2 типа, соматостатина 5 типа и индекса Ki 67 в аденокарциномах яичников ($p > 0,05$).

Корреляционный анализ экспрессии нейроэндокринных маркеров позволил выявить значимую корреляционную связь между показателями синаптофизина и соматостатина 2 типа ($R=0,237$; $p=0,043$), эти же показатели коррелировали в группе пациенток отрицательным INSM1 ($R=0,254$; $p=0,040$). В группе INSM1 >1 выявлена значимая корреляционная связь между показателями экспрессии синаптофизина и хромогранина А ($R=0,836$; $p=0,019$).

Таким образом, экспрессия нейроэндокринных маркеров: синаптофизин, хромогранин А, CD56 в аденокарциномах яичников не является проявлением нейроэндокринной природы опухоли, так как не связана с экспрессией INSM1, но экспрессия синаптофизина является плохим прогностическим признаком и связана с худшей выживаемостью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Князева М.В., Прокопюк А. В. Новые подходы к проблеме повышения эффективности лечения больных раком яичников поздних стадий. Научный взгляд в будущее. 2019; 1(13):119–124.
2. Цандекова М. Р. Современные представления о факторах прогноза при раке яичника. Успехи современной науки и образования. 2016; 6(11):99–106.
3. Kurman R.J., Shih I. M. The Dualistic Model of Ovarian Carcinogenesis. Am. J. Pathol. 2016;186:733–747.
4. Маршутина Н.В., Солохина М. П., Алентов И. И., Сергеева Н. С. Клиническая значимость биологических маркеров при раке яичников, раке предстательной железы, колоректальном раке. Исследования и практика в медицине. 2016;3(1):46–57.
5. Dabbs D. J. Diagnostic Immunohistochemistry. Elsevier Science, 2010.
6. Шацева Т.А., Мухина М. С. Антиген Ki-67 в оценке опухолевой пролиферации. Его структура и функции. Вопросы онкологии. 2004; 50(2): 157–64.
7. Dardick I., Christensen H., Stratis M. Immunoelectron microscopy for chromogranin A in small cell neuroendocrine carcinoma of lung. Ultrastruct. pathol. 1996;20:361–368.

© Ягафарова Карина Робертовна (vahitova-20@mail.ru), Раскин Григорий Александрович,
Винокуров Владимир Леонидович, Мухина Марна Семеновна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А.М. Гранова

БОЛЕЗНЬ ШЕНЛЕЙН-ГЕНОХА В ПРАКТИКЕ ХИРУРГА

SCHONLEIN-GENOCH DISEASE IN THE PRACTICE OF A SURGEON

**A. Yashnov
O. Konovalova
M. Burtseva
N. Yashnova
Yu. Hanina**

Summary. Currently, Schonlein-Genoch disease is one of the most common hemorrhagic diseases, characterized by the presence of hemorrhagic rash, abdominal and joint pain, hematuria and kidney failure. The leading factor in the development of the disease is the deposition of polymer immune complexes IgA 1 with subsequent activation of the compliment system and hemostasis. The clinical picture of Schonlein-Genoch disease is diverse and depends on the form of the disease. That is why it is necessary to navigate the symptoms and to suspect and recognize this pathology in time. Knowledge of the clinical picture of the disease is important for surgeons. Patients with Schonlein-Genoch disease can go to the clinic with arthralgias, or to the hospital on duty. Patients are usually admitted to the hospital with signs of gastrointestinal bleeding with a characteristic erosive-hemorrhagic lesion of the mucous membrane.

Keywords: systemic vasculitis, Schonlein-Genoch disease, surgery, allergic purpura, abdominal purpura.

Блезнь Шенлейн-Геноха (геморрагический васкулит) — это системное асептическое поражение сосудов микроциркуляторного русла с поражением кожных покровов, клубочкового аппарата почек, органов желудочно-кишечного тракта и крупных суставов. Данное заболевание характеризуется наличием геморрагической сыпи, абдоминальными и суставными болями, гематурией и почечной недостаточностью. Необходимо отметить, что в настоящее время болезнь Шенлейн-Геноха одно из самых распространенных геморрагических заболеваний. Вместе с тем, пик заболеваемости приходится на детский возраст и затрагивает возрастную группу от 5 до 15 лет. Распространенность среди данной возрастной группы составляет 3–27 случаев на 100 тысяч детей [1,2]. Наряду с эти геморрагический васкулит может наблюдаться и среди взрослого населения.

Яшнов Алексей Александрович
К.м.н., ассистент, ФГБОУ ВО Читинская
государственная медицинская академия
alexuyashnov@mail.ru

Коновалова Ольга Геннадьевна
К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО Читинская государственная
медицинская академия

Бурцева Мария Александровна
ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская
академия

Яшнова Надежда Борисовна
ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская
академия

Ханина Юлия Сергеевна
К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО Читинская государственная
медицинская академия

Аннотация. В настоящее время болезнь Шенлейн-Геноха одно из самых распространенных геморрагических заболеваний, характеризующееся наличием геморрагической сыпи, абдоминальными и суставными болями, гематурией и почечной недостаточностью. Ведущим фактором в развитии заболевания определяют отложение полимерных иммунных комплексов IgA1 с последующей активацией системы комплимента и гемостаза. Клиническая картина болезни Шенлейн-Геноха разнообразна и зависит от формы заболевания. Именно поэтому необходимо ориентироваться в симптомах и вовремя заподозрить и распознать данную патологию. Знание клинической картины заболевания важно для врачей хирургов. Пациенты с болезнью Шенлейн-Геноха могут обратиться как в поликлинику с артралгиями, так и в дежурный стационар. В стационар пациенты обычно попадают с признаками желудочно-кишечных кровотечений с характерным эрозивно-геморрагическим поражением слизистой оболочки.

Ключевые слова: системный васкулит, болезнь Шенлейн-Геноха, хирургия, аллергическая пурпура, абдоминальная пурпура.

До настоящего времени причина возникновения аллергической пурпуры остаётся недостаточно изученной. Болезнь Шенлейн-Геноха — это сложное полиэтиологическое заболевание. В основе данной патологии выделяют ряд триггерных факторов, которые можно подразделить на 4 основных группы [3]:

1. Инфекционные заболевания:
 - ◆ Острые инфекции дыхательных путей (тонзиллиты, фарингиты, ларингиты, трахеобронхиты);
 - ◆ Брюшной тиф;
 - ◆ Паратиф А и В;
 - ◆ Корь.
2. На фоне приема лекарственных средств:
 - ◆ Антибактериальных препаратов (пеницилины, макролиды);
 - ◆ НПВС;

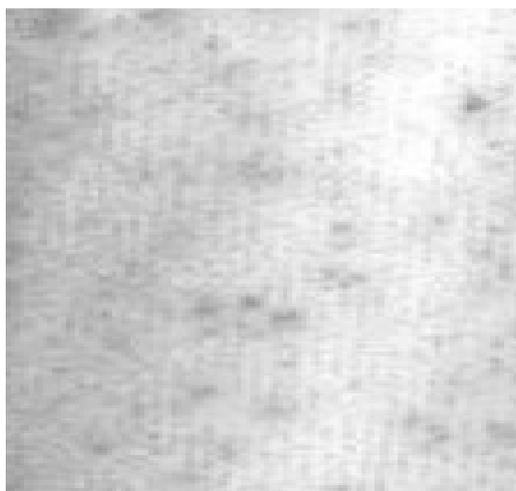


Рис. 1. Кожная форма

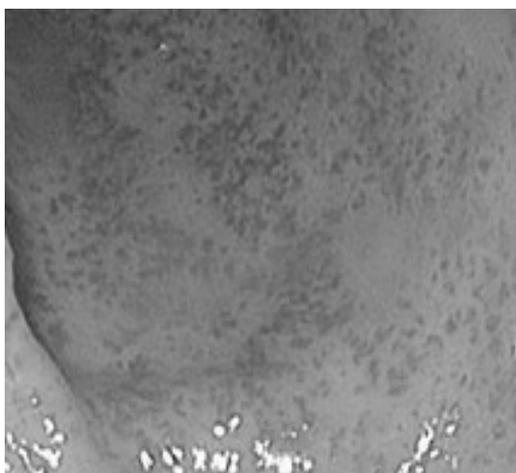


Рис. 2. Геморрагический дуоденит при болезни Шенлейн-Геноха

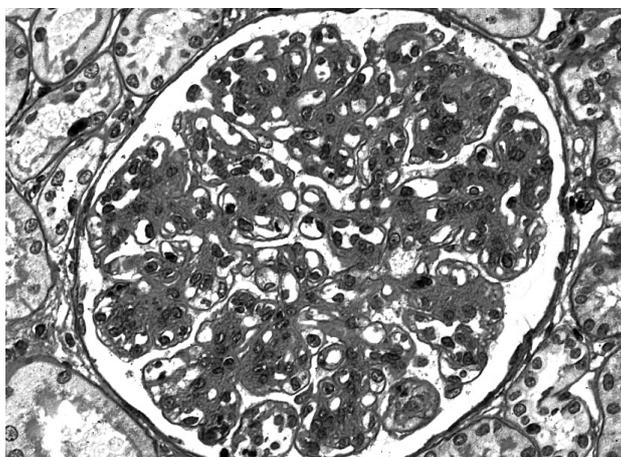


Рис. 3. Гломерулонефрит при геморрагическом васкулите

- ◆ Антиаритмические средства;
 - ◆ Вакцины ОРВИ.
3. Аллергические реакции и заболевания в анамнезе:
- ◆ Аллергический дерматит;
 - ◆ Полиноз;
 - ◆ Аллергический ринит;
 - ◆ Пищевые и лекарственные аллергии.
4. Прочие факторы:
- ◆ Экзогенные (переохлаждение, укусы насекомых, гиперинсоляция);
 - ◆ Эндогенные (онкология, беременность, цирроз печени, сахарный диабет).

Необходимо отметить, что патогенез болезни Шенлейн-Геноха остаётся недостаточно изученным. Вместе с тем ведущим фактором в развитии заболевания определяют отложение полимерных иммунных комплексов IgA1 с последующей активацией системы комплемента и гемостаза. Последнее событие приводит к поражению тропных органов и систем. Установлено, что накопление IgA и C3 компонента комплекса между капиллярами клубочкового аппарата почек сходные с IgA-нефропатиями. Вместе с тем при болезни Шенлейн-Геноха накапливаются в основном полимерным IgA1 с J белком и без секреторного компонента [4].

В зависимости от формы выделяют [4]:

1. Кожная и кожно-суставная:
 - ◆ простая;
 - ◆ некротическая;
 - ◆ с холодовой крапивницей и отеками.
2. абдоминальная и кожно-абдоминальная;
3. почечная и кожно-почечная;
4. смешанная

По течению:

1. молниеносное,
2. острое течение,
3. подострое,
4. затяжное,
5. хроническое.

По степени активности:

1. I степень активности характеризуется небольшими кожными высыпаниями;
2. II степень активности проявляется выраженными высыпаниями, синдромом интоксикации, суставным, абдоминальным и мочевым синдромами.
3. III степень активности характеризуется выраженными высыпания, синдромом интоксикации, суставным синдромом, абдоминальным и нефритическим синдромами, поражением центральной и периферической нервной системы.

Клиническая картина болезни Шенлейн-Геноха разнообразна и зависит от формы заболевания. Именно поэтому необходимо ориентироваться в симптомах и вовремя заподозрить и распознать данное заболевание. Вместе с тем, с геморрагическим васкулитом может столкнуться любой врач, любой специальности.

Установлено, что болезнь Шенлейн-Геноха характеризуется острым началом и повышением температуры тела до субфебрилитета или фебрилитета. Вместе с тем, у всех заболевших наблюдается геморрагические высыпания, которые приобретают вид пурпуры, возвышающейся над кожной поверхностью. Высыпания могут быть как одиночные, так и сливаться, образуя сплошные элементы с очагами некроза и изъязвлением. Высыпания характеризуются симметричной локализацией на руках, голени, бедрах, ягодицах, крупных суставах, туловище. При ремиссии заболевания пурпура исчезает, оставляя на своем месте небольшую пигментацию [5].

У 70–85% больных наблюдается суставной синдром, который характеризуется артралгиями, симптомами артрита. Наиболее часто поражаются крупные суставы нижних конечностей (коленные) и верхних конечностей (локтевые, лучезапястные). Вместе с тем, боли в суставах мигрирующие, непостоянные, могут сочетаться с мышечными болями и высыпаниями над поврежденным суставом. Необходимо отметить, что продолжительность артралгии обычно не более недели [5].

Следующим по частоте проявлением болезни Шенлейн-Геноха служит абдоминальный синдром и встречается у 60% больных. Основные проявления абдоминального синдрома — это болевой синдром (спастические боли во всех отделах живота); диспепсический синдром (тошнота, рвота). Вместе с тем, в ряде случаев наблюдаются желудочно-кишечные кровотечения.

У 26–32% пациентов с болезнью Шенлейн-Геноха наблюдаются признаки хронического или острого гломерулонефрита. Который появляется после обнаружения других признаков болезни и крайне редко выступает как начальное проявление заболевания. Установлено, что при геморрагическом васкулите может наблюдаться как микрогематурия, так и макрогематурия.

Знание клинической картины заболевания не мало важно для врачей хирургов. Пациенты с болезнью Шенлейн-Геноха могут обратиться как в поликлинику с артралгиями, так и в дежурный стационар. В стационар пациенты обычно попадают с признаками желудочно-кишечного кровотечения с характерным эрозивно-геморрагическим поражением слизистой оболочки. Помимо этого, зачастую ряд пациентов обращается в приемный покой с выраженными болями без четкой

локализации. Не редко пациенты оперируются с подозрением на острую хирургическую патологию, что приводит к утяжелению общего состояния. Именно поэтому немало важным является своевременная диагностика

данного заболевания. Наряду с этим абдоминальная форма болезни Шенлейн-Геноха может осложняться инвагинацией кишечника, перфорацией стенки кишки с развитием перитонита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисова Е. В. Геморрагический васкулит у детей /Педиатрия.— 2004.— № 6.— С. 51–56.
2. Ozen S. The spectrum of vasculitis in children // Best Pract. Res. Clin. Reumatol.— 2002; 16: 411–425.
3. Кикинская Е. Г., Лыскина Г. А. и соавт. Роль инфекции в развитии и течении болезни Шенлейна — Геноха у детей/Актуальные проблемы педиатрии.— 2006.— С. 299
4. Ярыгин Н. Е. Некоторые вопросы морфологии и классификации аллергических васкулитов. Архив патологии. 1975;37(1):45–52.
5. Семенкова Е. Н. Системные васкулиты. М.: Медицина; 1988.

© Яшнов Алексей Александрович (alexyashnov@mail.ru), Коновалова Ольга Геннадьевна,
Бурцева Мария Александровна, Яшнова Надежда Борисовна, Ханина Юлия Сергеевна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Читинская государственная медицинская академия

НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

Abdulmutalimova T. — Candidate of biological sciences, Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Geology of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Geothermal Problems, Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
tamila4@mail.ru

Abdurakhmanov G. — Candidate of medical Sciences, associate Professor, Dagestan state medical University, Makhachkala
gusen-gusenovich@yandex.ru

Afinogenova O. — Northern State Medical University, Arkhangelsk
oksana.afinogenova.97@yandex.ru

Alieva K. — Candidate of biological sciences, Assistant professor, Dagestan State Medical University
kamilla.1974@mail.ru

Almova I. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
almovairina@mail.ru

Andryukhin A. — Ph. D., associate professor, MIREA - Russian Technological University (Moscow)
pr1110@list.ru

Artyushin B. — Medical Information and Analytical Center, St. Petersburg

Arynov Z. — Lecturer, Osh State University
z.arynov80@mail.ru

Astreiko M. — Northern State Medical University, Arkhangelsk
astreiko.mo@gmail.com

Asylguzhin A. — Ufa State Aviation Technical University, Ufa
azat.asylguzhin98@gmail.com

Atalaev M. — Candidate of biological Sciences, associate Professor, Dagestan state medical University, Makhachkala

Baigashkayev E. — Lecturer, Osh State University
ertegin92@list.ru

Barsolevskaya A. — Moscow State Linguistic University, Moscow
a.barzolevskaia@gmail.com

Baziev A. — Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
bazaarth76@mail.ru

Bebyakova N. — Northern State Medical University, Arkhangelsk
nbebyakova@mail.ru

Belova M. — Chief physician for the organization of inpatient care, "Psychiatric clinical hospital № 4 healthcare Department of Moscow"; "Psychiatric hospital im. V. A. Gilyarovskiy"

Bogdanova D. — Candidate of technical Sciences, associate Professor, Ufa State Aviation Technical University, Ufa
office@ugatu.su

Budnik A. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
budnik74@mail.ru

Burtseva M. — Chita state medical Academy

Burygina L. — Chief physician of the P.B. Gannushkin Psychiatric clinical hospital No. 4 of the Moscow city health Department

Butsan S. — Candidate of medical Sciences, doctor maxillofacial surgeon, Central research Institute of stomatology and maxillofacial surgery of the Ministry of health of the Russian Federation

Chernov K. — Medical Information and Analytical Center, St. Petersburg

Daniyalova P. — Candidate of biological sciences, Assistant professor, Dagestan State Medical University
zoom_zoom_2213@mail.ru

Darina M. — Medical Information and Analytical Center; North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Ministry of Health of Russia, St. Petersburg
DaryinaM@spbmiac.ru

Ertesyan A. — Ph.D., Instructor, FSBEI HE «Samara State Medical University» MOH Russia
albertertesyan@gmail.com

Evdokimov E. — Major, military unit 02511

Fedorova A. — Candidate of Geologo-Mineralogical Sciences, docent, Siberian Federal University, Krasnoyarsk
alvitfedorova@gmail.com

Filimonov V. — Graduate student, Ryazan State Radio Engineering University
filvfil@yandex.ru

Fishchev S. — Doctor of medical Sciences, Professor, Saint Petersburg state pediatric medical University of the Ministry of health of the Russian Federation
super.kant@yandex.ru

Gel V. — Candidate of military sciences, associate professor, Military Academy of Communications named after S.M. Budyonny (Saint-Petersburg)

Goncharova A. — PhD in Physics and Mathematics, Senior Teacher, St. Petersburg State University
a.goncharova@spbu.ru

Grachev N. — Ph. D., professor, MIREA - Russian Technological University (Moscow)
nnggrachev@mail.ru

Hanina Yu. — Chita state medical Academy

Igitaliev S. — Candidate of medical Sciences, doctor maxillofacial surgeon, Central research Institute of stomatology and maxillofacial surgery of the Ministry of health of the Russian Federation

Kalmatov R. — Doctor of Medical Sciences, Acting Professor, Osh State University
krkkmkmc@gmail.com

Kardangusheva A. — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
kardangush@mail.ru

Karyakin A. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University
karyakin2279@mail.ru

Klimov A. — PhD, associate Professor, Saint Petersburg state pediatric medical University of the Ministry of health of the Russian Federation
pstom4@zdrav.spb.ru

Kolpak E. — Dr. Sci. in Physics and Mathematics, Professor, St. Petersburg State University
e.kolpak@spbu.ru

Kondrashkin D. — Moscow State Linguistic University, Moscow
jakekondr@gmail.com

Kondratyuk A. — Assistant, Saint Petersburg state pediatric medical University of the Ministry of health of the Russian Federation
kondratyuk.andrey@icloud.com

Konovalov A. — Post-graduate student, Moscow City Pedagogical University (MCU), Moscow
bernadott94@yandex.ru

Konovalova O. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Chita State Medical Academy
konovalovaolgagen@yandex.ru

Konovalova O. — Chita state medical Academy

Korpacheva L. — Cand. Sc. (Technology), docent, Siberian Federal University, Krasnoyarsk
korp_0777@mail.ru

Kostyuk G. — Doctor of medical Sciences, Professor, Chief physician of GBUZ "Psychiatric hospital № 1. N. And. Alekseev Department of health of Moscow"

Kozak Yu. — Ph.D. (Med.), Assistant, Novosibirsk State Medical University
juliakozak@yandex.ru

Lebedev V. — Doctor maxillofacial surgeon, Central research Institute of stomatology and maxillofacial surgery of the Ministry of health of the Russian Federation

Lepilin A. — Doctor of medical Sciences, Professor, Saratov state medical University named after V. I. Razumovsky Ministry of health of the Russian Federation
lepilins@mail.ru

Lobanov S. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Chita State Medical Academy
slobanov15@mail.ru

Lovpache Z. — Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekova
tanka70@yandex.ru

Lvov N. — MIREA - Russian Technological University (Fryazino)
lvov_ns@outlook.com

Magomedov A. — Doctor of Biological Sciences, Professor, Dagestan State Medical University
abdurahman57@mail.ru

Magomedov Magomed Abdulhakovich — Dagestan State Medical University
kafedra.khirurgii@mail.ru

Magomedov Magomed Arsenevich — Dagestan State Medical University
magomedovma@rushydro.ru

Magomedov Muhuma Magomedovich — Dagestan State Medical University
muxuma@mail.ru

Makarova E. — Candidate of biological Sciences, associate Professor, Moscow state Academy of veterinary medicine and biotechnology named after K.I. Scriabin, Moscow
lelemakarov@mail.ru

Makarov K. — Dr.Sci.(Med.), Professor, Novosibirsk State Medical University
fdpngma@mail.ru

Matrosova A. — Postgraduate student, Belgorod State National Research University
alinamatrosova@inbox.ru

Milovidova T. — Researcher, Medical and genetic research center named after academician N. P. Bochkov

Moldoev M. — Lecturer, Osh State University
mmi01@mail.ru

Molodyakov S. — Doctor of technical Sciences, Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
molodyakov_sa@spbstu.ru

Monastyrev V. — Graduate student, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
vit34-95@mail.ru

Movchan K. — Medical Information and Analytical Center; North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Ministry of Health of Russia, St. Petersburg
movchank@miac.zdrav.spb.ru

Mukhina M. — Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher, Russian Scientific Center for Radiology and Surgical Technologies named after Academician A.M. Granov

Nasrulaeva R. — Dagestan State Medical University
nasrulaeva_r@mail.ru

Nesterov A. — M.D., Professor, FSBEI HE «Samara State Medical University» MOH Russia

Nikiforov I. — Doctor of medical Sciences, Professor, Academy of postgraduate education «Federal research and clinical center for specialized types of medical care and medical technologies of the Federal medical and biological Agency»
narkolog.ipk@mail.ru

Niconenko N. — Candidate of physico-mathematical sciences, associate Professor, South-Russian Institute of management – branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA)
natdniko@mail.ru

Orlova I. — PhD, associate Professor, Saint Petersburg state pediatric medical University of the Ministry of health of the Russian Federation
orisha@mail.ru

Ostapenko V. — Doctor of biological Sciences, Professor, Moscow state Academy of veterinary medicine and biotechnology named after K.I. Scriabin, Moscow
v-ostapenko@list.ru

Pachomov S. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Belgorod State National Research University

Piletskaya U. — Assistant, Novosibirsk State Medical University
deka2506@rambler.ru

Podkolzina O. — Intern, Academy of postgraduate education «Federal research and clinical center for specialized types of medical care and medical technologies of the Federal medical and biological Agency»

Polyakov A. — Doctor of biological Sciences, Professor, corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Medical and genetic research center named after academician N. P. Bochkov

Ponomarev A. — Doctor maxillofacial surgeon, Central research Institute of stomatology and maxillofacial surgery of the Ministry of health of the Russian Federation
ponomarev_100@list.ru

Ponomareva K. — Postgraduate, Siberian Federal University, Krasnoyarsk
ponomareva_katerina@mail.ru

Povaliy A. — Medical Information and Analytical Center, St. Petersburg

Pshukova A. — Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
albina.75.75@bk.ru

Pshukov K. — Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
kazik.pshukov@bk.ru

Raskin G. — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Russian Scientific Center for Radiology and Surgical Technologies named after Academician A.M. Granov

Rasulov I. — Doctor of medicine, associate Professor, Dagestan state medical University, Makhachkala

Romashkova O. — Doctor of engineering, professor, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEP), Moscow
ox-rom@yandex.ru

Rozhkova M. — Assistant, Saint Petersburg state pediatric medical University of the Ministry of health of the Russian Federation
rozmaria2010@yandex.ru

Ruhlyada N. — Dr Med Sci, professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University Ministry of Health of the Russian Federation

Sadykov M. — M.D., Professor, FSBEI HE «Samara State Medical University» MOH Russia

Saed M. — Graduate student, Vladimir state University
Manas.saed@gmail.com

Samoylov V. — Ph. D. (Technical), Moscow State Linguistic University, Moscow
v.samoilov@linguanet.ru

Sazonova E. — Candidate of technical Sciences, associate Professor, Ufa State Aviation Technical University, Ufa

Senin O. — Major, adjunct, Military Academy of Communications named after S.M. Budyonny (Saint-Petersburg)
9119536622@mail.ru

Shabalina I. — Northern State Medical University, Arkhangelsk
ira_sha@mail.ru

Shokirova U. — Postgraduate student, Belgorod State National Research University

Sidorchuk M. — Nurse of the Rehabilitation Medical Center, First Moscow State Medical University. them. I.M. Sechenov
maria_M.98@mail.ru

Simonyan T. — Candidate of medical Sciences, Teacher, Pyatigorsk medical and pharmaceutical Institute-branch of Volgograd state medical University
shpitzbaum@mail.ru

Smirnov M. — State budgetary healthcare institution of the Vladimir Region "Regional Clinical Hospital"
msmirnovsl@gmail.com

Sokolova T. — Dr. Sci. (Med.), Professor, Novosibirsk State Medical University
tatyana3965@mail.ru

Solovyov S. — Candidate of technical Sciences, chief designer of RSC Energia S.P. Korolev
sergey.soloviev@scsc.ru

Soskov A. — Graduate student, Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky
Alekcandr-angel@mail.ru

Stupina A. — Dr. of Engineering, professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk
h677hm@gmail.com

Suskin V. — Doctor of technical Sciences, Professor, Ryazan State Radio Engineering University

Syed A. — Lecturer, Osh State University
alirahat7844@gmail.com

Tatarkin V. — North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Ministry of Health of Russia, St. Petersburg
vlad1k2@yandex.ru

Teuvazhukova D. — Clinical Resident, North Ossetian State Medical Academy
di.teu.00@mail.ru

Teuvov A. — Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekova
teuw@mail.ru

Tlupova T. — Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekova
ttlupova@gmail.com

Tribun M. — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Transport University (Khabarovsk)
tribunmikhail@gmail.com

Tsaregorodtsev A. — Dr.Sci. (Technical), Professor, Moscow State Linguistic University, Moscow
avtsaregorodtsev@linguanet.ru

Tsechoyeva L. — PhD, Assistant Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University Ministry of Health of the Russian Federation

Tukmakov D. — Candidate of physical and mathematical sciences, researcher, Federal Research Center "Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Kazan
tukmakovda@imm.knc.ru

Turusbekova A. — Candidate of medical sciences, Osh State University
turusbekova.80@mail.ru

Tvorogov D. — North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Ministry of Health of Russia, St. Petersburg
tvorogovd@bk.ru

Urusbieva D. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov
j_urusbieva1@mail.ru

Vinnikova S. — Postgraduate Student, St. Petersburg State Pediatric Medical University Ministry of Health of the Russian Federation
simona.vinnikova@yandex.ru

Vinokurov V. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Russian Scientific Center for Radiology and Surgical Technologies named after Academician A.M. Granov

Volkov S. — Assistant, Chita State Medical Academy
vsv_19@mail.ru

Volkov S. — Postgraduate student, Moscow State Linguistic University, Moscow
volkov1234@gmail.com

Vokulova J. — Candidate of Medical Sciences, orthopedic dentist, Federal state official institution "Polyclinic No. 2 of the Federal customs service of Russia", Nizhny Novgorod
vokulova@rambler.ru

Yagafarova K. — Doctor-oncologist, graduate student, Russian Scientific Center for Radiology and Surgical Technologies named after Academician A.M. Granov
vahitova-20@mail.ru

Yashnov A. — Candidate of Medical Sciences, Assistant, Chita State Medical Academy
alexyashnov@mail.ru

Yashnov A. — Chita state medical Academy
alexyashnov@mail.ru

Yashnova N. — Chita state medical Academy

Ystuzhina A. — Postgraduate student, Belgorod State National Research University

Yusifova A. — Doctor of Philosophy in Agricultural Sciences, associate professor, Azerbaijan State Pedagogical University
azmbi@mail.ru

Zaprudnova E. — Ph.D., Associate Professor, Vladimir state University
eazaprudnova@mail.ru

Zaynudinova A. — Dagestan State Medical University
asiyat232001@icloud.com

Zharkov A. — Medical Information and Analytical Center, St. Petersburg

Zhukov A. — Candidate of Biological Sciences, Director, Amur Institute of Transport (Svobodniy)
a.v.zhukov@mail.ru

Zhulev E. — Doctor of Medical Science, professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Privolzhsky Research Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Nizhny Novgorod
hrustalev54@mail.ru

Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакционная коллегия оста вляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением “.doc”, или “.rtf”, шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускаются.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Литература составляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0-11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные - 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф-редактору научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» (e-mail: redaktor@nauteh.ru).