

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№7 2022 (ИЮЛЬ)

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>

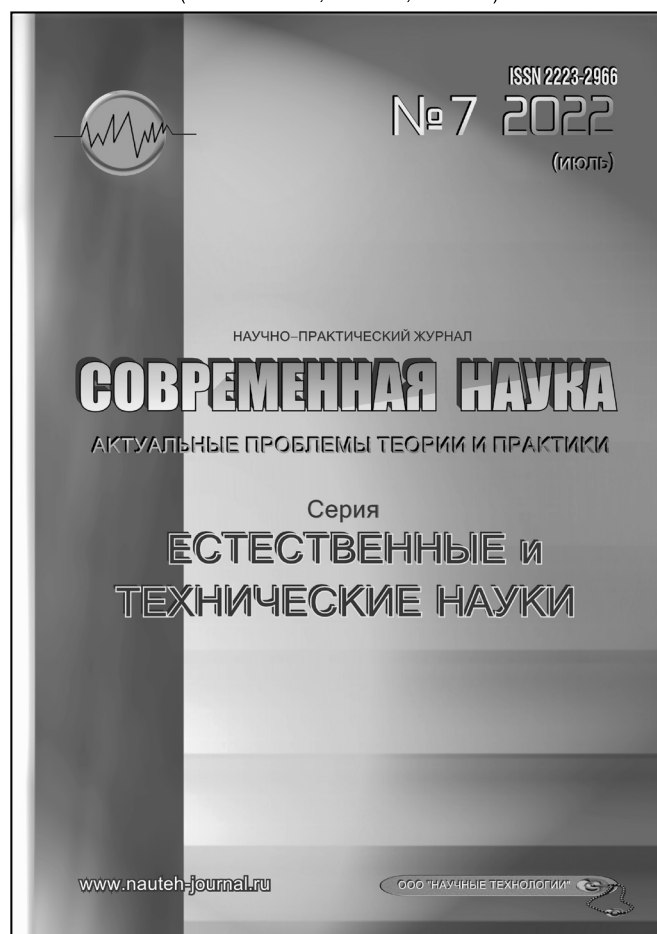
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

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 20.07.2022 г. Формат 84x108 1/16
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.

ISSN 2223-2966



Редакционный совет

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Общая биология

Мирзаева Ш.А., Ганбаров Х.Г. — Антимикробная активность штаммов молочнокислых бактерий, выделенных из филлосферы плодовых деревьев

Mirzayeva Sh., Ghanbarov Kh. — Antimicrobial activity of lactic acid bacteria strains isolated from the phyllosphere of fruit trees7

Николаева Н.С. — Качество воды в снежном покрове города Тюмени

Nikolaeva N. — Water quality in the snow cover of the city of Tyumen. 13

Информатика, вычислительная техника и управление

Аль-Духейдахави Муртадха Ахмед Лутти, Аль-Насрави Фарис Хазим, Томашевский Ю.Б. — Повышение эффективности интерфейсов «мозг-компьютер», создаваемых на основе сигналов ЭЭГ

Al-Duhaidahawi Murtadha Ahmed Luti, Al-Nasrawi Faris Hazim, Tomashevsky Yu. — Improving the efficiency of brain-computer interfaces created on the basis of EEG signals 18

Антипенко В.С., Бабич Н.С., Касименко Л.М., Николаева Н.С. — Обзор концепций управления запасами от простейших технико-экономических моделей до методов интегрального управления запасами

Antipenko V., Babich N., Kasimenko L., Nikolaeva N. — Overview of inventory management concepts from the simplest feasibility models to integrated inventory management methods. 27

Гавриш М.К., Алейников А.Ф. — Историческое развитие методов обнаружения болезни растений

Gavrish M., Aleinikov A. — Historical development of plant disease detection methods 33

Емельянов И.В., Кучкаров З.А. — Исследование и интерпретация конструкта «целенаправленная система» методами концептуального анализа

Emelyanov I., Kuchkarov Z. — Research and interpretation of the “purpose-oriented system” construct using methods of conceptual analysis 39

Зиязетдинов Т.Р., Латыпов Б.Ф., Мухетдинов А.Р. — Обучение нейронной сети для определения повреждений покрытия различных поверхностей

Ziyazetdinov T., Latypov B., Muhetdinov A. — Training of a neural network to determine damage to the coating of various surfaces 47

Иванов Г.О. — Проблема интеграции защищенной операционной системы роботов с применением механизмов защиты

Ivanov G. — The problem of integration of the protective robot operation system with the use of protection mechanisms 52

Иванов Г.О. — Комплексная оценка безопасности операционной системы роботов

Ivanov G. — Comprehensive assessment of the security of the operating system of robots 56

Каркоха И.С., Самохина В.М. — Разработка и внедрение системы мониторинга оперативных данных для контроля электрических и тепловых режимов на Нерюнгринской ГРЭС

Karkokha I., Samokhina V. — Development and implementation of a system for monitoring operational data for control of electric and thermal conditions at Neryungrinskaya GRES. 61

Кожевникова П.В., Кунцев В.Е., Чувашов А.А. — Влияние шага расчетной сетки при построении функций принадлежности отношений между петрофизическими параметрами

Kozhevnikova P., Kuntsev V., Chuvashov A. — Influence of computational grid space in constructing belongingness functions of relationships between petrophysical parameters 65

Ларионов В.С., Малеев О.Г. — Эффективность распараллеливания метода на основе роя частиц при оптимизации обучения нейронных сетей <i>Larionov V., Maleev O.</i> — Efficiency of particle swarm based method parallelization in optimizing training of neural networks 71	Семическая Н.П., Петросян Л.Э. — Реализация цифровых механизмов и инструментов идентификации и регистрации животных <i>Semichevskaya N., Petrosyan L.</i> — Implementation of digital mechanisms and tools for identification and registration of animals 107
Лукин К.И., Сагдеев А.К., Стахеев И.Г., Титова О.В. — Математическая модель конфликта информационно-телекоммуникационных систем специального назначения в киберпространстве <i>Lukin K., Sagdeev A., Staheev I., Titova O.</i> — Mathematical model of the conflict of special-purpose information and telecommunication systems in cyber space 78	Тарасова Н.А. — Рефлексная взаимосвязь цветов в элементах интерфейса с низкой ахроматичностью <i>Tarasova N.</i> — Reflex relationship of colors in interface elements with low achromaticity 112
Орехов С.Ю., Зайчиков Н.Е., Петрухин К.А., Ширяева Е.Д., Скадин А.В. — Исследование применения робототехнических технологий в производстве <i>Orekhov S., Zaichikov N., Petrukhin K., Shiryayeva E., Skadin A.</i> — Research on the application of robotic technologies in production 83	Клиническая медицина
Орехов С.Ю., Цепуркин А.М., Цепуркин Н.М., Сахаров В.В., Гайгеров М.А. — Разработка системы управления мобильными платформами <i>Orekhov S., Tsepurkin A., Tsepurkin N., Sakharov V., Gaygerov M.</i> — Development of a mobile platforms management system 87	Баник Э.И. — Корреляция показателей избегания и общего уровня социальной тревожности у пациентов с параноидной шизофренией <i>Banik E.</i> — Correlation of avoidance rates and overall social anxiety in patients with paranoid schizophrenia 115
Парамонов А.А., Кузьмин В.И., Дзержинский Р.И. — Анализ почти-периодических и почти-пропорциональных характеристик временных рядов локальных минимумов репрезентативной выборки <i>Paramonov A., Kuzmin V., Dzerzhinsky R.</i> — Analysis of almost-periodic and almost-proportional characteristics of time series of local minima of a representative sample 93	Галстян С.Г., Рожкова М.Г., Фищев С.Б., Смирнова Т.А., Севастьянов А.В., Пуздырева М.Н., Орлов А.Е., Шторина А.А. — Электромиографические исследования жевательных мышц у пациентов со скученностью зубов <i>Galstyan S., Rozhkova M., Fishchev S., Smirnova T., Sevastyanov A., Puzdyreva M., Orlov A., Shtorina A.</i> — Electromyographic studies of masticatory muscles in patients with crowded teeth 120
Самсонов И.В., Таратонов И.А. — Методика автоматизированной регистрации кинематики движения оператора экзоскелета <i>Samsonov I., Taratonov I.</i> — Method for automated registration of the kinematics of the movement of the exoskeleton operator 101	Галстян С.Г., Фищев С.Б., Пуздырева М.Н., Попов В.П., Севастьянов А.В., Шторина А.А., Бароян Ф.Б., Тунекова Л.А. — Обоснование выбора метода ортодонтического лечения пациентов при скученном положении зубов <i>Galstyan S., Fishchev S., Puzdyreva M., Popov V., Sevastyanov A., Shtorina A., Baroyan F., Tunekova L.</i> — Justification of the choice of the method of orthodontic treatment of patients with crowded teeth 125
	Дацик М.И., Сопич Д.Ю., Шут С.А., Платошкин Э.Н., Никулина Н.А., Тишков С.П. — Клинический случай поздней диагностики болезни Крона <i>Datsik M., Sopich D., Shut S., Platoshkin E., Nikulina N., Tishkov S.</i> — Clinical case of late diagnosis of Crohn's disease 130

- Житко А.К., Хафизов Р.Г.** — Результаты качественного и количественного анализа новообразованной костной ткани в подмембранном пространстве и вокруг нитей никелид-титановой мембраны
Zhidko A., Hafizov R. — The results of qualitative and quantitative analysis of newly formed bone tissue in the submembrane space and around the threads of the nickel-titanium membrane 134
- Иванова Ю.Ю., Бугрова О.В., Нагорнова К.А., Полищук И.С.** — Костный метаболизм и его регуляция у пациентов с системной склеродермией
Ivanova Yu., Bugrova O., Nagornova K., Polishchuk I. — Bone metabolism and its regulation in patients with systemic scleroderma 140
- Кошурникова Е.П., Мишланов В.Ю., Гараев А.Т., Сахипов М.А., Козловская М.А.** — Анализ факторов риска, особенностей поражения органов-мишеней по данным эхокардиографии и степени риска возникновения сердечно-сосудистых осложнений у больных АГ
Koshurnikova E., Mishlanov V., Garaev A., Sakhipov M., Kozlovskaya M. — Analysis of risk factors, peculiarities of target organs damage according to echocardiography and degree of risk of cardiovascular complications in patients with AH... 146
- Кошурникова Е.П., Мишланов В.Ю., Сахипов М.А., Гараев А.Т., Козловская М.А.** — Преимущества многокомпонентной антигипертензивной терапии у больных АГ
Koshurnikova E., Mishlanov V., Sakhipov M., Garaev A., Kozlovskaya M. — Advantages of multicomponent antihypertensive therapy in patients with arterial hypertension 150
- Маркарян Г.В., Еремина Н.В.** — Перспективы применения обогащенной тромбоцитами плазмы крови при лечении заболеваний пародонта
Markaryan G., Eremina N. — Prospects for the use of platelet-rich plasma in the treatment of periodontal diseases 155
- Мирзалиева М.Н., Худайнетова Л.А.** — Гендерные особенности и коморбидный профиль пациентов с декомпенсацией хронической сердечной недостаточности, госпитализированных в кардиологический стационар
Mirzaliyeva M., Khudainetova L. — Gender characteristics and comorbid profile of patients with decompensation of chronic heart failure hospitalized in a cardiology hospital 159
- Мусаелян А.Г., Полиданов М.А., Кондрашкин И.Е., Тахмезов А.Э., Блохин И.С., Хохлова А.В., Алипов А.И.** — Моделирование и инновационное лечение инфицированной кисты печени в хирургическом эксперименте
Musaelyan A., Polidanov M., Kondrashkin I., Takhmezov A., Blokhin I., Khokhlova A., Alipov A. — Modeling and innovative treatment of an infected liver cyst in a surgical experiment 162
- Неганова О.А.** — Эффективность комплексной реабилитации пациентов язвенным колитом
Neganova O. — Efficiency of comprehensive rehabilitation of patients with ulcerant colitis 166
- Паршин А.В., Романовская А.В., Полиданов М.А., Кондрашкин И.Е., Блохин И.С., Тяпкина Д.А.** — Психосексуальные состояния женщин в дородовом и послеродовом периоде
Parshin A., Romanovskaya A., Polidanov M., Kondrashkin I., Blokhin I., Tyapkina D. — Psychosexual states of women in the prenatal and postpartum period 176
- Перекопская В.С., Морова Н.А., Цеханович В.Н.** — Течение сердечной недостаточности у полиморбидных пациентов после протезирования митрального клапана
Perekopskaya V., Morova N., Tsekhanovich V. — The course of heart failure in polymorbid patients after mitral valve replacement 182

Петрова О.М., Кудряшова Л.Н., Петрова М.В. — Оценка нутритивного статуса больных генерализованными формами рака желудочно-кишечного тракта с использованием анализатора баланса водных секторов организма с программным обеспечением ABC-01 «Медасс»	Хэ Минцзэ, Цзен Цзытун — Ясноклеточная папиллярная почечно-клеточная карцинома
<i>Petrova O., Kudryashova L., Petrova M.</i> — Generalized forms of gastrointestinal cancer with the use of the balance analyzer of the water sectors of the body with the software ABC-01 "Medass"..... 190	<i>He Mingze, Zeng Zitong</i> — Clear cell renal cell carcinoma 210
Подзолков В.П., Петросян К.В., Дадабаев Г.М., Караев А.В. — Редкая аномалия коронарных сосудов: аномальное отхождение передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии от ствола легочной артерии	Шахбанов Р.К., Дибиров Т.М., Алиева У.Б., Сулейманова Х.Г., Асадулаева М.Н. — Взаимосвязь цитохимических показателей нейтрофильных гранулоцитов и активности тиреопероксидазы при макро-и микрофолликулярном коллоидном зобе
<i>Podzolkov V., Petrosyan K., Dadabaev G., Karaev A.</i> — Rare anomaly of the coronary vessels: anomalous origin anterior descending artery from pulmonary artery 196	<i>Shakhbanov R., Dibirov T., Alieva U., Suleymanova Kh., Asadulayeva M.</i> — The relationship of cytochemical parameters of neutrophil granulocytes and thyroperoxidase activity in macro- and microfollicular colloidal goiter 214
Сахаутдинова И.В., Зиганшина Л.З. — Инновационные подходы к диагностике и лечению генитоуринарного менопаузального синдрома	Шторина А.А., Субботин Р.С., Фищев С.Б., Шишко Т.В., Севастьянов А.В., Пуздырева М.Н., Галстян С.Г., Бароян Ф.Б. — Оценка состояния тканей протезного ложа и функции жевания у пациентов с полным отсутствием зубов
<i>Sakhautdinova I., Ziganshina L.</i> — Innovative approaches to the diagnosis and treatment of genitourinary menopausal syndrome 201	<i>Shtorina A., Subbotin R., Fishchev S., Shishko T., Sevastyanov A., Puzdyreva M., Galstyan S., Baroyan F.</i> — Assessment of the state of prosthetic bed tissues and chewing function in patients with complete absence of teeth 218
Худайнетова Л.А. — Анемия и повторные госпитализации у коморбидных пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями	Информация
<i>Khudainetova L.</i> — Anemia and repeated hospitalizations in comorbid patients with cardiovascular diseases 205	Наши авторы. Our Authors. 224
	Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале 229

DOI10.37882/2223–2966.2022.07.21

АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ШТАММОВ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ФИЛЛОСФЕРЫ ПЛОДОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ

Мирзаева Шабнам Адалат

Докторант, Ленкоранский Государственный
Университет

sebnemmirzeyeva88@gmail.com

Ганбаров Худаверди Ганбар

Д.б.н., профессор, Бакинский Государственный
Университет

khuda1949@mail.ru

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF LACTIC ACID BACTERIA STRAINS ISOLATED FROM THE PHYLOSHERE OF FRUIT TREES

**Sh. Mirzayeva
Kh. Ghanbarov**

Summary. This work is devoted to the study of the antimicrobial activity of strains of lactic acid bacteria isolated from the phyllosphere of fruit trees. 81 strains from the genera *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pedococcus* and *Peptococcus* were used against test cultures of opportunistic gram-positive (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*), gram-negative (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*) and *Candida tropicalis* fungi. In relation to all test cultures, strains from the genera *Lactobacillus* and *Streptococcus* showed the highest antimicrobial activity. Strains from the genera *Leuconostoc* and *Pedococcus* showed high antimicrobial activity against gram-negative bacteria, strains from the genus *Peptococcus* showed high antimicrobial activity against gram-positive bacteria and the fungus *Candida tropicalis*. The test culture of *Klebsiella pneumoniae* showed the highest sensitivity to strains of all genera of lactic acid bacteria.

Keywords: strains of lactic acid bacteria, gram-positive and gram-negative bacteria, antimicrobial activity, *Candida tropicalis*.

Аннотация. Настоящая работа посвящена к изучению антимикробной активности штаммов молочнокислых бактерий, выделенных из филлосферы плодовых деревьев. Были использованы 81 штамм из родов *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pedococcus* и *Peptococcus* против тест культур условно-патогенных грамположительных (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*), грамотрицательных (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*) и гриба *Candida tropicalis*. По отношению всех тест культур наибольшую антимикробную активность проявляли штаммы из родов *Lactobacillus* и *Streptococcus*. Штаммы из родов *Leuconostoc* и *Pedococcus* высокую антимикробную активность проявляли против грамотрицательных бактерий, штаммы из рода *Peptococcus* – против грамположительных бактерий и гриба *Candida tropicalis*. Тест культура *Klebsiella pneumoniae* проявляла наибольшую чувствительность к штаммам всех родов молочнокислых бактерий.

Ключевые слова: штаммы молочнокислых бактерий, грамположительные и грамотрицательные бактерии, антимикробная активность, *Candida tropicalis*.

Молочнокислые бактерии (пробиотики) являются одним из наиболее эффективных агентов лечения и профилактики болезней желудочно-кишечного и репродуктивного тракта. Несмотря на значительный спектр имеющихся пробиотических препаратов, эффективные решения указанных проблем пока ещё не удается. Острые кишечные инфекции одна из проблем медицины во всех странах. Поиск средств, нормализующих микробные нарушения организма, стал одной из актуальных задач здравоохранения (Воробьев и др., 1997).

Сложность лечения инфекционных болезней связана с массовым нерациональным использованием антибиотиков и химиотерапевтических препаратов, приводящих к развитию множественной лекарственной устойчивости патогенных микроорганизмов (Намазова-Байрамова, Баранов, 2017). Антибиотики, как правило, оказывают побочное воздействие на организм

человека. Большинство из них являются токсичными и вызывают аллергические реакции и дисбактериоз (Конакова, Кушакова, 2019)

В связи с этим, в последнее время для лечения кишечных и урогенитальных инфекций, все чаще вместо антибиотиков рекомендуют использовать пробиотики на основе симбиотических бактерий желудочно-кишечного тракта. Пробиотики относятся к группе иммунобиологических лекарственных средств на основе живых бактерий — антагонистов в отношении патогенных и условно-патогенных микробов (Rao, Somak, 2019).

В лечебной практике широко применяется сухие (лиофилизированные) формы пробиотиков. Для восстановления нормальной активности лиофилизированных бактерий необходимо предварительная регидратации. Известно, что свежеприготовленные молочнокислые бактерии более эффективны по сравнению с лиофи-

лизированной формой препарата (Глушанова, Блинов, 2005). Поэтому в настоящее время ведется поиск новых активных штаммов пробиотиков — молочнокислых бактерий с широким спектром биологической активности (Demirbaş et al., 2017; Гаврилова и др., 2021; Abonloifa et al., 2021; Ramos-Pereira et al., 2021).

На предыдущих исследованиях нами были выделены молочнокислые бактерии из филлосферы плодовых растений на территории Азербайджана и идентифицированы (Мирзаева, 2020; Mirzayeva, 2020).

Целью исследований была селекция активных штаммов пробиотических бактерий с широким спектром антимикробной активности.

Материалы и методы исследования

В качестве основного объекта использовали штаммы молочнокислых бактерий родов *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pedococcus* и *Peptococcus*, из коллекции культур микроорганизмов Бакинского Государственного Университета, выделенные из филлосферы плодовых растений. Штаммы молочнокислых бактерий культивировали в жидкой питательной среде MRS следующего состава (g/l): глюкоза-20, дрожжевой экстракт -5,0, пептон-10,0; мясной экстракт-1,0; аммоний цитрат-2,0; натрий ацетат -5,0; KH_2PO_4 -2,0; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ -0,1; $\text{MnSO}_4 \times 4\text{H}_2\text{O}$ -0,05 (Molkness, 2003). Культуры инкубировали при температуре 37°C в частично вакуумированном эксикаторе в течение 24 часов. Культуральную жидкость (без клеток) использовали в качестве антимикробного агента.

В качестве тест культур использовали условно-патогенные грамположительные (*Staphylococcus aureus* BDU-23, *Bacillus subtilis* BDU-50, грамотрицательные (*Escherichia coli* BDU-12, *Pseudomonas aeruginosa* BDU-49, *Klebsiella pneumoniae* BDU-44) бактерии и дрожжеподобный гриб *Candida tropicalis* BDU-LK30. Бактериальные культуры выращивали на агаризованной мясо-пептонной среде и инкубировали при температуре 37 °C 24 часа, а гриб выращивали на среде сул-агар при температуре 28 °C 48 часов.

Для изучения антимикробной активности 0,1 мл суспензии тест культур вносили на поверхность плотной питательной среды в чашки Петри и стерильным шпателем растирали на всю поверхность. Чашки Петри поддерживали в термостате на 1 час. Затем асептически сделали лунки диаметром 0,6 см и туда внесли свежую культуральную жидкость молочнокислых бактерий. Чашки Петри инкубировали при температуре 37 °C в течение 24 часа.

Антимикробную активность судили по появлению прозрачной зоны вокруг лунок, размер прозрачной зоны измеряли линейкой и выражали в мм.

Все опыты ставили в 4-х повторностях и статистическую достоверность полученных результатов определяли по t-критерию Стюдента. Различия считали статистически значимыми при $P < 0,05$ (Кобзарь, 2019).

Результаты и их обсуждение

Была изучена антимикробная активность штаммов молочнокислых бактерий родов *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pedococcus* и *Peptococcus*. В качестве тест культур использованы условно-патогенные грамположительные, грамотрицательные бактерии и гриб *Candida tropicalis*.

Изучение антимикробной активности штаммов рода *Lactobacillus* показало, что исследованные штаммы проявляют активность по отношению всех испытанных грамотрицательных бактерий. Наибольшая активность против *Escherichia coli* наблюдалась у 5-ти штаммов рода *Lactobacillus* -LDU-159, LDU-127, LDU-60, LDU-165 и LDU-136, где подавление роста вокруг лунки составляло 22–28 мм. Самое слабое подавление (8–9 мм) роста наблюдалось у штаммов LDU-131 и LDU-222. У первых 5-ти штаммов антибактериальная активность была в 2,4–3,5 раза больше по сравнению со вторыми штаммами (табл. 1). По отношению тест культуры *Pseudomonas aeruginosa* наибольшая активность наблюдалась у 4-х штаммов LDU-127, LDU-159, LDU-10, и LDU-177, а наименьшую активность показали штаммы LDU-131, LDU-141, и LDU-143. У первых штаммов антибактериальная активность была в 2,0–2,2 раза больше, чем у вторых штаммов. По отношению *Klebsiella pneumoniae* наивысшая активность наблюдалась у 7 штаммов LDU-10, LDU-68, LDU-28, LDU-136, LDU-159, LDU-165, и LDU-170, а самая слабая активность у штаммов LDU-131, и LDU-87. У высокоактивных штаммов зона лизиса была в 1,7–2,9 раза больше чем у слабоактивных штаммов. Штаммы LDU-127, LDU-136, LDU-159 и LDU-165 наибольшую активность проявляли по отношению всех грамотрицательных бактерий. Однако, зона лизиса у бактерий *Escherichia coli* и *Klebsiella pneumoniae*, соответственно, была в 1,4 и 1,5–1,8 раза больше чем у *Pseudomonas aeruginosa*. Штаммы LDU-127, LDU-136, LDU-159, LDU-165 и LDU-170 проявляли наибольшую активность по отношению испытанным грамотрицательным бактериям. За исключением 3-х штаммов (LDU-10, LDU-131 и LDU-222), все остальные подавляли рост грамположительных бактерий и наибольшая зона лизиса наблюдалась у штаммов LDU-127, LDU-159 и LDU-165. Большинство исследуемых культур не влияли на рост *Candida tropicalis*, однако штаммы LDU-170, LDU-136

Таблица 1. Антимикробная активность штаммов *Lactobacillus sp.*

Штаммы	Зона лизиса тест культур, мм					
	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>C. tropicalis</i>
LDU-9	18±0,7	12±0,5	20±0,9	16±0,5	21±1,0	14±0,6
LDU-10	20±0,8	18±0,6	22±1,0	0,0	0,0	0,0
LDU-20	17±0,6	13±0,4	18±0,7	16±0,8	21±1,0	12±0,5
LDU-60	22±0,8	15±0,7	20±0,8	17±0,8	18±0,7	12±0,5
LDU-68	20±1,0	15±0,6	27±1,2	16±0,7	16±0,8	0,0
LDU-87	16±0,6	12±0,5	13±0,6	12±0,6	10±0,4	0,0
LDU-105	14±0,7	14±0,5	14±0,6	12±0,4	12±0,5	0,0
LDU-127	27±1,3	20±1,0	28±1,4	2,6±1,2	3,0±1,5	18±0,7
LDU-131	9,0±0,3	9,0±0,2	11±0,5	0,0	0,0	0,0
LDU-134	13±0,6	14±0,6	16±0,7	12±0,4	11±0,5	0,0
LDU-136	24±1,2	17±0,8	16±0,6	2,0±1,0	18±0,7	16±0,7
LDU-141	15±0,6	10±0,3	16±0,8	13±0,6	12±0,6	0,0
LDU-143	15±0,7	10±0,4	16±0,7	13±0,6	12±0,6	0,0
LDU-159	28±1,3	20±1,0	29±1,3	24±1,2	27±1,3	14±0,6
LDU-165	22±1,1	18±0,7	32±1,5	2,8±1,3	2,4±1,2	15±0,4
LDU-170	20±1,0	16±0,8	27±1,3	20±1,0	16±0,8	16±0,3
LDU-177	18±0,9	14±0,6	21±1,0	16±0,5	15±0,6	0,0
LDU-183	19±0,9	15±0,7	20±0,7	17±0,7	16±0,7	14±0,5
LDU-195	16±0,7	12±0,6	18±0,8	14±0,7	12±0,4	0,0
LDU-210	17±0,7	14±0,7	2,0±1,0	16±0,8	15±0,7	12±0,6
LDU-222	8±0,04	11±0,5	15±0,7	0,0	0,0	0,0

Таблица 2. Антимикробная активность штаммов *Leuconostoc sp.*

Штаммы	Зона лизиса тест культур, мм					
	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>C. tropicalis</i>
LDU-2	0,0	0,0	15±0,7	0,0	0,0	16±0,6
LDU-6	8,0±0,3	11±0,5	16±0,8	13±0,6	11±0,5	14±0,4
LDU-31	10±0,5	12±0,6	18±0,8	14±0,7	13±0,6	0,0
LDU-71	15±0,7	21±1,0	22±1,1	0,0	0,0	0,0
LDU-97	11±0,6	14±0,5	17±0,8	0,0	0,0	0,0
LDU-100	12±0,6	13±0,5	18±0,7	0,0	0,0	0,0
LDU-116	0,0	0,0	12±0,6	0,0	0,0	18±0,8
LDU-139	10±0,5	8,0±0,4	16±0,8	0,0	0,0	0,0
LDU-160	0,0	12±0,5	12±0,3	0,0	0,0	16±0,8
LDU-203	0,0	15±0,6	18±0,6	0,0	0,0	16±0,7
LDU-221	0,0	12±0,6	15±0,7	0,0	0,0	14±0,7

и LDU-127 вызывали лизис зоны в размере 16–18 мм (табл. 1).

Следует отметить, что у штаммов рода *Lactobacillus* LDU-127, LDU-130, LDU-136 и LDU-159 не наблюдалось избирательность и более активно подавляли рост всех испытанных тест культур.

У штаммов бактерий рода *Leuconostoc* по отношению к тест культурам появилось избирательность. Так, штамм LDU-2 подавлял рост только дрожжевого гри-

ба *Candida tropicalis*, штамм LDU-3, LDU-97, LDU-100 и LDU-139 подавляли рост только грамотрицательных бактерий, штаммы

LDU-2 и LDU-116 показали антимикробное действие только на *Klebsiella pneumoniae* и *Candida tropicalis*. Только штамм LDU-6 проявлял антимикробную активность по отношению всех тест организмов (табл. 2). Следовательно, штаммы рода *Leuconostoc* в отличие от штаммов *Lactobacillus* проявляли специфичность по отношению к тест организмам. Избирательное влия-

Таблица 3. Антимикробная активность штаммов *Pedicoccus sp.*

Штаммы	Зона лизиса тест культур, мм					
	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>C. tropicalis</i>
LDU-8	14±0,6	16±0,8	16±0,6	20±1,0	18±0,8	14±0,6
LDU-19	13±0,6	16±0,7	15±0,7	18±0,9	15±0,6	12±0,5
LDU-22	13±0,6	13±0,5	15±0,8	17±0,8	15±0,5	0,0
LDU-45	10±0,4	0,0	11±0,5	0,0	0,0	18,0±0,8
LDU-59	16±0,8	15±0,7	15±0,7	13±0,6	12±0,6	0,0
LDU-67	0,0±	0,0	13±0,6	0,0	0,0	11±0,5
LDU-72	0,0±	0,0	14±0,7	0,0	0,0	12±0,6
LDU-77	0,0±	0,0	14±0,6	0,0	0,0	18±0,9
LDU-86	0,0±	0,0	11±0,5	0,0	0,0	14±0,7
LDU-101	14±0,6	13±0,6	15±0,7	0,0	0,0	20±1,0
LDU-106	14±0,7	14±0,5	17±0,8	0,0	0,0	22±1,0
LDU-142	16±0,8	16±0,7	22±1,1	0,0	0,0	18±0,9
LDU-147	13±0,6	14±0,6	18±0,8	0,0	0,0	16±0,7
LDU-158	18±0,8	15±0,8	28±1,3	14±0,7	16±0,7	0,0

Таблица 4. Антимикробная активность штаммов *Peptococcus sp.*

Штаммы	Зона лизиса тест культур, мм					
	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>C. tropicalis</i>
LDU-11	0,0	0,0	8,0±0,4	8,0±0,3	9,0±0,5	8,0±0,4
LDU-16	0,0	0,0	0,0	15±0,8	17±0,8	14±0,7
LDU-26	0,0	0,0	11±0,5	14±0,7	15±0,7	12±0,6
LDU-30	0,0	0,0	0,0	18±0,9	19±0,9	18±0,6
LDU-33	0,0	0,0	0,0	20±1,0	21±1,0	20±0,8
LDU-48	0,0	0,0	0,0	18±0,7	20±1,0	21±1,1
LDU-64	0,0	0,0	0,0	16±0,8	18±0,9	17±0,6
LDU-79	0,0	0,0	8,0±0,4	16±0,8	17±0,8	16±0,7
LDU-113	0,0	0,0	0,0	15±0,8	15±0,7	14±0,7
LDU-125	16±0,8	14±0,6	6,0±0,2	0,0	0,0	0,0
LDU-135	0,0	0,0	0,0	14±0,7	16±0,8	15±0,7
LDU-144	12±0,5	11±0,5	22±1,0	0,0	0,0	0,0
LDU-149	10±0,5	12±0,5	15±0,7	0,0	0,0	0,0
LDU-157	18±0,8	20±1,0	18±0,9	0,0	0,0	0,0
LDU-185	13±0,6	15±0,6	19±0,8	0,0	0,0	0,0
LDU-209	14±0,7	14±0,5	20±1,0	0,0	0,0	0,0

ние на тест организмы наблюдалось и у штаммов рода *Pedicoccus*. Так, штаммы LDU-8 и LDU-19 рода *Pedicoccus* подавляли рост всех испытанных тест культур. Штаммы LDU-22, LDU-59 и LDU-158 подавляли рост как грамотрицательных так и грамположительных бактерий, но не влияли на рост гриба. Штаммы LDU-167, LDU-172, LDU-101 и LDU-106 подавляли рост только грамотрицательных бактерий и гриба, но не влияли на грамположительные бактерии. Штаммы LDU-67, LDU-72, LDU-77 и LDU-86 подавляли только рост *Klebsiella pneumoniae* и не влияли на грамположительные бактерии. Только один штамм LDU-45 подавлял рост гриба, *Escheriachia coli* и *Klebsiella pneumoniae*. Наибольшая антимик-

робная активность по отношению к грамотрицательным бактериям показал штамм LDU-158, к грамположительным бактериям-штаммы LDU-8 и LDU-19, а к грибу LDU-101 и LDU-106 (табл. 3).

Избирательная антимикробная активность по отношению к тест культурам наблюдались и среди штаммов рода *Peptococcus* (табл. 4). Так, штаммы LDU-16, LDU-30, LDU-33, LDU-48, LDU-64, LDU-79, LDU-113 и LDU-135 подавляли рост грамположительных бактерий и гриба, но не влияли на рост грамположительных бактерий. Штаммы LDU-125, LDU-144, LDU-149, LDU-157, LDU-185 и LDU-209 проявляли антимикробную активность только

Таблица 5. Антимикробная активность штаммов *Streptococcus sp.*

Штаммы	Зона лизиса тест культур, мм					
	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>C. tropicalis</i>
LDU-4	16±0,7	22±1,0	18±0,9	13±0,6	12±0,6	8,0±0,4
LDU-12	18±0,8	18±0,9	19±0,8	16±0,8	17±0,5	0,0
LDU-14	14±0,7	20±1,0	14±0,7	18±0,7	19±0,6	12±0,6
LDU-15	18±0,6	20±0,9	20±1,0	15±0,6	16±0,7	0,0
LDU-34	16±0,8	23±1,1	19±0,8	15±0,7	15±0,6	0,0
LDU-35	16±0,9	20±1,0	18±0,8	13±0,7	14±0,7	0,0
LDU-56	23±1,1	28±1,2	27±1,3	14±0,7	16±0,8	14±0,7
LDU-65	18±0,9	26±1,3	20±1,0	22±1,0	18±0,8	16±0,7
LDU-82	19±0,7	24±1,2	20±1,0	22±1,1	16±0,8	0,0
LDU-115	15±0,7	15±0,7	20±0,8	13±0,7	12±0,4	0,0
LDU-140	18±0,8	20±1,0	23±1,1	26±1,3	20±1,0	0,0
LDU-155	18±0,9	20±1,0	21±1,0	12±0,6	12±0,6	14±0,6
LDU-164	18±0,7	24±1,2	20±1,0	26±1,2	20±0,8	13±0,6
LDU-167	17±0,4	28±1,4	18±0,6	25±1,2	18±0,7	0,0
LDU-171	18±0,6	30±1,5	21±1,0	28±1,3	22±1,0	16±0,8
LDU-200	12±0,6	11±0,6	14±0,5	0,0	0,0	16±0,7
LDU-208	14±0,7	12±0,5	16±0,7	0,0	0,0	14±0,7
LDU-216	15±0,8	12±0,6	17±0,7	0,0	0,0	12±0,6
LDU-226	18±0,9	14±0,7	18±0,6	0,0	0,0	15±0,6

по отношению к грамотрицательным бактериям. Штаммы LDU-11 и LDU-26 подавляли рост грамположительных бактерий, гриба и из грамотрицательных бактерий только *Klebsiella pneumoniae*. По отношению к грамотрицательным бактериям наибольшую активность проявляли штаммы LDU-144, LDU-157 и LDU-209, к грамотрицательным бактериям и грибу- штаммы LDU-30, LDU-33, и LDU-48.

Большинство штаммов рода *Streptococcus* оказали влияние как на грамположительные, так и на грамотрицательные бактерии (табл. 5). Штаммы LDU-4, LDU-14, LDU-65, LDU-155, LDU-164, LDU-171 и LDU-56 подавляли рост всех тест организмов, штаммы LDU-12, LDU-15, LDU-34, LDU-35, LDU-82, LDU-115, LDU-140 и LDU-167 оказали влияние только на бактерии, а штаммы LDU-200, LDU-208, LDU-216, и LDU-226 подавляли рост грамотрицательных бактерий и гриба.

Полученные данные соответствуют литературным, где показано, что культурная жидкость молочнокислых бактерий подавляет рост патогенных и условно-патоген-

ных бактерий и грибов рода *Candida* (Bakhshi et al., 2021; Kim, Kang, 2019).

Таким образом, обобщая представленных в таблицах данные можно сказать, что из исследованных 81 штаммов молочнокислых бактерий, 62 штамма подавляли рост *Escherichia coli*, 64 штамма — *Pseudomonas aeruginosa*, 74 штамма — *Klebsiella pneumoniae*, 50 штаммов — грамположительных бактерий и 48 штаммов показали антифунгальную активность на дрожжевой гриб *Candida tropicalis*.

По отношению всех тест культур наибольшую активность проявляли штаммы *Lactobacillus* и *Streptococcus*. Штаммы *Leuconostoc* и *Pedicoccus* высокую активность показали против грамотрицательных бактерий, а штаммы *Peptococcus* наибольшую активность демонстрировали против грамположительных бактерий и гриба *Candida tropicalis*. Антимикробная активность штаммов рода *Lactobacillus* и *Streptococcus* была в 1,4 раза больше антимикробной активности штаммов *Leuconostoc* и *Pedicoccus* и в 1,6 раза больше чем у штаммов *Peptococcus*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьева А.А., Абрамов Н.А., Бондаренко М.В., Шендеров Б.А. — Дисбактериозы-актуальные проблемы медицины // Вестник Российской АМН, 1997, № 3, С.4–7.
2. Гаврилова Н.Н., Ратникова И.А., Оразымбат С.Э., Алимбетова А.Б., Контагай Р.Ж., Кошелова Л.А., Беликова О.А. Селекция активных штаммов пробиотических бактерий с широким спектром биологической активности и резистентностью к антибиотикам // International Journal of applied and fundamental research, 2021, № 7, P. 12–16
3. Глушанова Н.А., Блинов А.Н. О биологической и антагонической активности “сухого” и “жидкого” пробиотика “Нарине” // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН, 2005, № 1, С.148–153
4. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2019, 816 с.
5. Конкова А.Б., Кушакова К.А., Влияние антибиотиков на организм человека // Аллея науки, 2019, Т. 1, № 9, С.91–94
6. Мирзаева Ш.А. Родовой состав молочнокислых бактерий, распространенных на наземных органах щелковицы на территории Азербайджана / 2-nd International Scientific and practical Internet Conference “Integration of education, science and Business in modern environment” Dnipro (Ukraine)? 2020, P. 322
7. Намазова-Баранова Л.С., Баранов А.А. Антибиотико-резистентность в современном мире / Педиатрическая фармакология, 2017, № 14(5), С. 341–354
8. Abouloifa H., Gaamouche S., Rokni Y., Hasanoui T., Bellaouchi R., Ghabbour N., Karboune S., Brasca M., Saleh R., Saalawi E., Asehraan A. Antifungal activity of probiotic Lactobacillus strains isolated from natural fermented green olives and their application as food bio-preservative // Biological control, 2021, Vol.152, 104450, P. 1–10
9. Bakshi M., Salari S., Almani P., Afshari S. Evaluation of the antifungal activity of Lactobacillus ruteri against Candida species // Gene Reports, 2021, Vol.25, 101369
10. Demirbash F., Ispirli H., Kurnaz A., Yilmaz M. Antimicrobial and functional properties of lactic acid bacteria isolated from sourdoughs // LWT-Food science and Technology, 2017, Vol.79, P. 361–366
11. Kim H., Kong S. Antifungal activities against Candida albicans of cell- free supernatants obtained from probiotic Pedicoccus acidilactici HW01 // Archives of oral Biology, 2019, Vol.99, P. 113–119
12. Mirzayeva S h.A. Generic composition of the Lactic acid bacteria isolated from from the phyllosphere of plants in the Azerbaijan // Advances in Biology and earth sciences, 2020, Vol.5, № 3, P. 213–217
13. Molkness T. Growth of the Lactic acid bacteria on the medium, containing organic acids // Archive of microbiology, 2003, Vol.59, № 5, P. 14–17
14. Ramos-Pereira J., Mareze J., Fernandez D., Rios E., Santos F., Lopez-Dfaz T. Antifungal activity of Lactic acid bacteria isolated from milk against Penicillium commune, P nordicum and P. verruosum // International journal of food microbiology, 2021, Vol. 355, 109331, P. 1–7
15. Rao R.K., Samak G. Protection and restitution of gut barrier by probiotics // Current nutrition and food sciences, 2013, Vol.9, № 2, P. 99–107

© Ганбаров Худаверди Ганбар (khuda1949@mail.ru), Ганбаров Худаверди Ганбар (khuda1949@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Бакинский государственный университет

DOI10.37882/2223–2966.2022.07.25

КАЧЕСТВО ВОДЫ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ ГОРОДА ТЮМЕНИ

WATER QUALITY IN THE SNOW COVER OF THE CITY OF TYUMEN

N. Nikolaeva

Summary. The research conducted an assessment of snow in one of its storage sites in Tyumen. 5 snow samples were analyzed. As a control option, clean, recently fallen surface snow was used. The following parameters were determined in the snow samples: pH, iron, cadmium, calcium, magnesium, sodium, petroleum products, nitrite ion, sulfate ion, chloride ion and total mineralization. According to the results of the studies, the excess over the MPCr.x. in sodium (3.8–9.6 times), in petroleum products (1.8–2.1 times), in chlorides (1.4–7.75 times), in mineralization (1.8–4.17 times) were revealed. The salt composition of halite qualitatively and quantitatively coincides with the salt composition of snow taken from its storage site in Tyumen.

Keywords: snow, halite, sodium, chloride ion, sulfate ion, technical salt, landfill.

Николаева Наталья Сергеевна
Аспирант, Тюменский индустриальный
университет, г. Тюмень
nikolaevans88@gmail.com

Аннотация. В исследованиях проведена оценка снега в одном из мест его складирования в г. Тюмени. Были проанализированы 5 проб снега. В качестве контрольного варианта использовался чистый, недавно выпавший поверхностный снег. В образцах снега определялись следующие показатели: pH, железо, кадмий, кальций, магний, натрий, нефтепродукты, нитрит-ион, сульфат-ион, хлорид-ион и общая минерализация. По результатам исследований были выявлены превышения над ПДКр.х. по натрию (в 3,8–9,6 раза), по нефтепродуктам (в 1,8–2,1 раза), по хлоридам (в 1,4–7,75 раза), по минерализации (в 1,8–4,17 раза). Солевой состав галита качественно и количественно совпадает с солевым составом снега, отобранного с площадки его складирования в г. Тюмени.

Ключевые слова: снег, галит, натрий, хлорид-ион, сульфат-ион, соль техническая, полигон.

По результатам опроса жителей городов, проведенного сервисом по поиску высокооплачиваемой работы SuperJob, с уборкой снега справляются лучше всего в Тюмени, Набережных Челнах и Санкт-Петербурге. По результатам опроса в Тюмени каждый пятый житель города (19%) абсолютно доволен работой коммунальщиков по уборке снега, 45% — скорее довольны. Опрос проводился с 12 по 24 февраля 2021 г. в 32 городах России с численностью населения от 500 тыс. человек, в том числе в Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Самаре. Всего в опросе приняли участие 19 тыс. человек — экономически активное население старше 18 лет [1].

Однако, если к своевременности уборки снега с улиц и дворов города претензий горожан к коммунальным службам нет, то многие жители не довольны размещением снега рядом со своими жилыми домами и земельными участками. Так, жители района Патрушева г. Тюмени неоднократно обращались в органы местного самоуправления с жалобами на вывоз снега на земельный участок, расположенный в городской черте, имеющий кадастровый номер 72:17:0000000:7980 (Адрес: Тюменская область, г. Тюмень, вдоль объездной автодороги Тюмень-Омск, на участке южнее 1000 м автомобильного кольца по ул. Мельникайте в сторону д. Ожогина). На данный земельный участок в течение нескольких последних лет коммунальные службы свозили снег.

01.02.2021 г. на данной территории при визуальном осмотре были четко видны выгруженные из снеговозов сформированные отвалы снега. Целью исследований явилось проведение оценки количественного и качественного химического состава снега в г. Тюмени. В качестве контрольных были приняты следующие показатели: pH, железо, калий, кальций, магний, натрий, нефтепродукты, нитрат-ион, сульфат-ион, хлорид-ион, минерализация. Химический анализ проводился аккредитованной лабораторией согласно утвержденным методикам. Образы снега отбирались на реперных участках. Координаты точек отбора соответствовали: 1. 57.1042 с.ш., 65.5591 в.д.; 2. 55.1045 с.ш. 65.5591 в.д.; 3. 57.1045 с.ш., 65.5593 в.д.; 4. 57.1037 с.ш. 65.5583 в.д.; 5. 57.01034 с.ш. 65.5589 в.д.

Результаты отбора проб снега приведены в Таблице 1.

Оценку загрязнения снега можно произвести несколькими способами:

- ◆ сравнить с предельно допустимыми концентрациями загрязняющих веществ в водных объектах;
- ◆ сравнить с пробой условно чистого снега;
- ◆ сравнить с фоновыми концентрациями загрязняющих веществ в водном объекте данного района.

Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в водных объектах рыбохозяйственного значе-

Таблица 1. Результаты количественного химического анализа проб снега.

Наименование показателя	С-1	С-2	С-3	С-4	С-5	ПДКр.х.
pH	8,09±0,81	7,86±0,79	7,79±0,78	7,83±0,78	8,73±0,87	-
Железо, мкг/дм ³	15,1±1,5	18,2±1,8	53	128	182	100
Калий, мг/дм ³	1,21±0,10	1,74±0,14	1,98±0,16	0,26±0,02	1,73±0,14	50
Магний, мг/дм ³	2,29±0,18	2,22±0,18	2,42±0,19	0,643±0,051	5,3±	40
Кальций, мг/дм ³	8,8	7,7	8,4	2,68±0,21	9,7±	180
Натрий, мг/дм ³	454	125	94	8,94	1150	120
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,062±0,020	0,081±0,030	0,091±0,036	0,046±0,018	0,105±0,025	0,05
Нитрат-ион, мг/дм ³	0,42±0,12	1,23±0,25	1,09±0,22	1,31±0,26	0,66±0,13	40
Сульфат-ион, мг/дм ³	9,33±0,93	9,9±1,0	10,1±1,0	2,92±0,58	41,4±4,1	100
Хлорид-ион, мг/дм ³	425±42	178±18	153±15	6,72±0,67	2326±233	300
Минерализация, мг/дм ³	1076±97	404±36	430±39	46±8	4168±375	1000

ния определяются Приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13.12.2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» [3]. Однако, ПДКр.х. характеризуют максимально допустимую концентрацию в воде, при которой в водном объекте не возникают последствия, снижающие его рыбохозяйственную ценность и устанавливаются по результатам токсикологических исследований вещества на тест-объектах разных трофических звеньев водного объекта (микроорганизмы, фито-, зоопланктон, фитобентос, зообентос, рыбы на разных стадиях развития) [2]. Как известно, ПДКр.х. едины для всех водных объектов при всем многообразии водных биологических ресурсов нашей страны, т.е. они не учитывают природные особенности формирования состава вод и тот факт, что биоценозы различных водных объектов имеют различную устойчивость и биологическую адаптацию к составу и качеству воды. То есть, ПДКр.х. могут отличаться от природного содержания веществ в водных объектах и быть либо значительно выше, либо значительно ниже данного показателя. Природное содержание вещества — это значение показателей качества воды, сформировавшееся под влиянием только природных факторов, характерных от конкретного региона, не являющееся вредным для сложившихся экологических систем. Природное содержание может быть определено по результатам многолетних наблюдений в створах, не подверженных антропогенному воздействию. Однако, методики расчета природного фонового

содержания веществ в воде и региональные нормативы качества воды в настоящее время не разработаны. Так, ПДКр.х. для хлорид-иона установлен 300 мг/дм³, в то время как фоновые концентрации хлоридов в ненарушенных водотоках бассейна Средней Оби составляют не более 20–30 мг/дм³[4,5]. Разница между фоновым значением и нормативом 10 и более раз.

По сравнению с ПДКр.х. наблюдаются превышения в трёх пробах снега по натрию, в четырех пробах снега по нефтепродуктам, в двух пробах снега по хлоридам. Минерализация превышает допустимую в двух пробах. Минерализация — показатель количества содержащихся в воде растворенных минеральных веществ. Максимальные превышения над ПДКр.х. составляют:

- ◆ по натрию — в 3,8 раза (в снеге из отвала), в 9,6 раз (в снеге у обочины);
- ◆ по нефтепродуктам — в 1,8 раза (в снеге из отвала), в 2,1 раза (в снеге у обочины)
- ◆ по хлоридам — в 1,4 раза (в снеге из отвала), в 7,75 раза (в снеге у обочины)
- ◆ по минерализации — в 1,08 раза (в снеге из отвала), в 4,17 раза (в снеге у обочины).

Чтобы оценить загрязненность снега, собранного с дворов и дорог, сравним концентрации химических веществ в пробах загрязненного снега и условно чистого недавно выпавшего снега. Отмечается превышение концентраций калия в пробах снега в 4,7–7,6 р., магния — в 3,5–8,2 р., кальция — в 2,9–3,6 р., натрия — в 10,5–129 р., сульфат-иона — в 3,2–14,8 р., хлорид — иона — в 22,8–346 р., минерализации — в 8,8–91 раз.

Таблица 2. Морфологические и химические характеристики технической соли

Параметры	Высший сорт	1 сорт	2 сорт
Внешние характеристики соли технической Галит	Сыпучий продукт в виде кристаллов, механические примеси отсутствуют		
Цвет	Белый или серый		
Содержание хлористого натрия,%	97,0	90,0	80,0
Содержание кальция-иона,%	0,65	0,80	1,10
Содержание магния-иона,%	0,25	0,80	1,60
Содержание калия — иона,%	0,20	0,40	0,90
Содержание сульфата-иона,%	1,50	2,20	7,00
Содержание оксида железа,%	0,01	0,10	0,50
Содержание нерастворимых в воде веществ,%	0,85	5,00	12,00
Уровень влажности,%	4,54	4,5	4,5
Наличие запаха	Отсутствует		

Становится понятным, что снег, убранный с территории дворов и дорог города, значительно загрязнен солями, в которых преобладает хлорид-анион и натрий-катион. Причина данного загрязнения объясняется использованием противогололедных реагентов.

По составу противогололедные материалы химического типа делятся на следующие виды:

- ◆ хлориды (ПГМ на основе хлористого натрия, калия, кальция);
- ◆ ацетаты (антигололедные средства с ацетатом кальция, аммония, калия);
- ◆ карбамиды — реагенты могут включать мочевины и карбамидо-аммиачную селитру;
- ◆ нитраты кальция и магния.

Одним из самых распространенных антигололедных материалов является техническая соль — галит (NaCl). Ввиду некоторых своих неоспоримых качеств техническая соль галит пользуется особым спросом у коммунальных служб по следующим причинам:

- ◆ цена противогололедного реагента самая низкая из различных средств;
- ◆ быстрое разрушающее воздействие на ледяную корку;
- ◆ не замерзает до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- ◆ простота в использовании;
- ◆ в смеси с песком дает быстрый эффективный результат.

Норма расхода материала — 150–200 г/м².

Технические характеристики соли представлены в Таблице 3:

Как видно из таблицы, солевой состав галита совпадает с солевым составом снега, отобранного с площадки складирования в г. Тюмень.

Согласно паспорту безопасности химической продукции на соль техническую (галит) она может загрязнять водоемы, изменяя санитарно-токсикологический режим, ухудшать санитарное состояние водоемов, ведущее к замедлению процессов самоочищения и влияющее на состояние водных бассейнов, их флоры и фауны, а также прибрежных участков суши.

Основным компонентом галита является натрия хлорид. Как видно из анализа снега, содержание хлорида в самой загрязненной пробе в 346 раз превышает концентрацию хлорида в пробе условно чистого снега, содержание натрия — в 129 раз. При этом превышение над ПДКр.х. по хлориду наблюдается только в двух пробах — в 1,42 и в 7,75 раз. Но учитывая, что ориентировочная фоновая концентрация хлоридов в 10 раз ниже ПДКр.х, данные превышения уже не кажутся такими безобидными.

Хлорид-ионы относятся к группе очень подвижных водных мигрантов то есть при размещении загрязненного снега на земельном участке, не имеющем противофильтрационного экрана, после таяния снега загрязняющие вещества попадают в почву, вызывая тем самым локальные загрязнения, засоление почвы. Часть загрязняющих веществ инфильтруется в подземные воды, которые в свою очередь питают поверхностные водные объекты. Во время снеготаяния в городе талые воды с площади стока также попадают в поверхностные водные объекты. Повышенные содержания хлоридов

Картосхема расположения снежного полигона

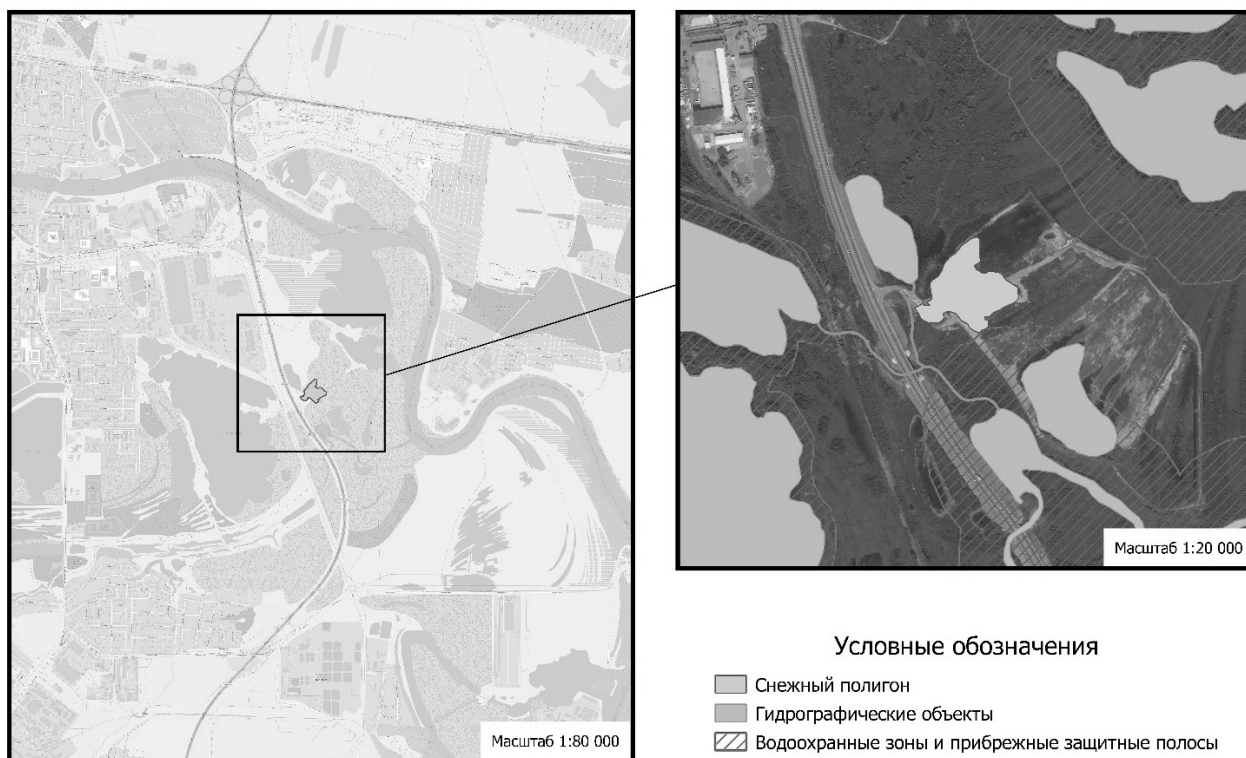


Рис. 1. Карта-схема расположения снежного полигона г. Тюмени

ухудшают вкусовые качества воды и делают ее мало пригодной для питьевого водоснабжения и ограничивают применение для многих технических и хозяйственных целей, а также для орошения сельскохозяйственных угодий. Если в питьевой воде есть ионы натрия, то концентрация хлорида выше 250 мг/дм^3 придает воде соленый вкус.

Встает вопрос, почему допускается складирование загрязненного снега на участках, которые для этого не предназначены? Если обратиться к законодательству, можно обнаружить, что площадка складирования снега не является объектом размещения отходов, а потому все требования, предъявляемые к полигонам отходов, к их обустройству и мониторингу, к экологическому контролю, не распространяются на площадки складирования снега. Таким образом, снежные полигоны находятся вне правового поля несмотря на то, что снег содержит высокие концентрации нефтепродуктов и солей.

В 2018 году под строительство снежного полигона был отведен земельный участок с кадастровым номером 72:23:0222001:7479. На момент написания статьи земельный участок по-прежнему имеет назначение — для мест размещения снега, в том числе полигонов для складирования снега. Карта-схема расположения данной

площадки представлена на Рисунке 1. Данный полигон расположен на водосборной площади реки Тура, в водоохранной зоне ручья Ключи, впадающего в реку Тура. Данный полигон не имеет ограждений, препятствующих попаданию загрязненных талых стоков на водосборную площадь и в водные объекты, вследствие чего в реку Тура попадает большое количество загрязняющих веществ.

Почему требования к объектам размещения отходов не распространяются на снежные полигоны, почему проекты снежных полигонов не проходят государственную экологическую экспертизу, почему объекты негативного воздействия снежные полигоны не подлежат федеральному государственному экологическому контролю, почему для данных объектов не требуется проведение мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды?

Таким образом, отсутствие законодательной базы в данной области ведет к тому, что площадки складирования снега размещаются там, где удобно, а не там, где безопасно для окружающей среды, будет расти число несанкционированных мест складирования снега, что в последствии только усугубит состояние водных объектов и прилегающих почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. С уборкой снега лучше всего справляются коммунальщики Тюмени, Набережных Челнов и Санкт-Петербурга, хуже всего — Ярославля и Рязани [электронный ресурс] <https://www.superjob.ru/research/articles/112703/s-uborkoj-snega-luchshe-vsego-spravlyayutsya-kommunalschiki-tyumeni/> (дата обращения 20.06.2022)
2. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 04.08.2009 № 695 «Об утверждении Методических указаний по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. — 26.10.2009 — № 43
3. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13.12.2016 № 552». Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» // Официальный интернет-портал правовой информации. — <http://pravo.gov.ru/> — 13.06.2017/ — № 0001201701160006.
4. Бабушкин А.Г., Московченко Д.В., Пикунов С.В. Гидрохимический мониторинг поверхностных вод Ханты-Мансийского автономного округа — Югры: монография. Новосибирск: Изд-во «Наука», 2007. 151 с.
5. Шорникова Е.А. Характеристика гидрохимического режима водотоков широтного отрезка Средней Оби // Водное хозяйство России. 2007. № 2. С. 57–72.

© Николаева Наталья Сергеевна (nikolaevans88@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Тюменский индустриальный университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕРФЕЙСОВ «МОЗГ-КОМПЬЮТЕР», СОЗДАВАЕМЫХ НА ОСНОВЕ СИГНАЛОВ ЭЭГ

IMPROVING THE EFFICIENCY OF BRAIN-COMPUTER INTERFACES CREATED ON THE BASIS OF EEG SIGNALS

Al-Duhaidahawi Murtadha Ahmed Luti
Al-Nasrawi Faris Hazim
Yu. Tomashevsky

Summary. The paper is devoted to the topical topic of building a non-invasive brain-computer interface system (BCI). The way to increase the efficiency of BCI by solving the problem of mute speech, in which the subject speaks mentally without generating acoustic signals, is considered. EEG signals are used to recognize vowels. The process of training and classification of 5 groups of data using a periodogram, a decision tree and a support vector machine is described. An approximate view of the error matrix is given, and some recommendations for future work are given.

Keywords: brain-computer interface, electroencephalogram, support vector machine, error matrix.

Аль-Духейдахави Муртадха Ахмед Лутти

*Аспирант, Саратовский государственный
технический университет имени Гагарина Ю.А.,
г. Саратов
murtazalute7@gmail.com*

Аль-Насрави Фарис Хазим

*Аспирант, Саратовский государственный
технический университет имени Гагарина Ю.А.,
г. Саратов
farisiraq21@gmail.com*

Томашевский Юрий Болеславович

*Д.т.н., профессор, Саратовский государственный
технический университет имени Гагарина Ю.А.,
г. Саратов
tomash@sstu.ru*

Аннотация. Работа посвящена актуальной теме построения неинвазивной системы интерфейса «мозг-компьютер» (ИМК). Рассмотрен путь повышения эффективности ИМК путем решения задачи немой речи, при которой субъект мысленно говорит, не генерируя акустических сигналов. Для распознавания гласных используются сигналы ЭЭГ. Описан процесс обучения и классификации 5 групп данных с использованием периодограммы, дерева решений и метода опорных векторов. Приведен примерный вид матрицы ошибок, даны некоторые рекомендации для будущей работы.

Ключевые слова: интерфейс «мозг-компьютер», электроэнцефалограмма, метод опорных векторов, матрица ошибок.

Введение

Интерфейс «мозг-компьютер» (ИМК) представляет собой систему, которая позволяет человеку управлять внешним техническим устройством без участия нервов и мышц, основываясь только на сигналах, генерируемых мозгом. Фактически ИМК формирует искусственные выходы нервной системы, что является сравнительно новым и перспективным подходом к обеспечению человеко-машинного взаимодействия. ИМК были предложены и нашли свое основное применение в качестве средства помощи пациентам с тяжелыми нарушениями двигательных функций (параличом большей части тела). Для повышения качества жизни таких пациентов были разработаны ИМК, обеспечивающие набор текста, управление протезами конечностей, инвалидными креслами, экзоскелетами и пр. Также в настоящее

время ИМК может применяться и здоровыми людьми для управления роботизированными манипуляторами, автомобилем, квадрокоптером, объектами в виртуальной/дополненной реальности.

Среди различных типов ИМК выделяется большой класс интерфейсов, построенных на анализе и классификации сигналов электроэнцефалограммы (ЭЭГ). К преимуществам данных ИМК относятся высокая степень мобильности и эргономичности. Главной целью исследования является повышение эффективности систем именно этого типа.

Об актуальности выбранной темы исследований свидетельствует значительный рост числа публикаций, посвященных созданию ИМК на основе ЭЭГ, который наблюдается в последние годы [1–8]. Большое разноо-

бразии предлагаемых авторами методических приемов направлено на совершенствование ИМК по таким показателям как:

1. число распознаваемых мысленных команд пользователя;
2. вероятность правильного распознавания команд;
3. быстродействие (время реакции) интерфейсов.

За рубежом исследованиями неинвазивных ИМК занимаются научные группы под руководством Niels Birbaumer (Wyss Center, Швейцария), Jonathan Wolpaw (Wadsworth Center, США), Gert Pfurtscheller (Graz University of Technology, Австрия), Benjamin Blankertz и Klaus-Robert Müller (Technische Universität Berlin, Германия), Cuntai Guan (Nanyang Technological University, Сингапур), Xiaorong Gao (Tsinghua University, Китай) и др. В России разработкой ИМК занимаются коллективы под руководством А.Я. Каплана (МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва), А.А. Фролова и Г.А. Иваницкого (ИВНД и НФ РАН, Москва), А.Е. Осадчего (НИУ ВШЭ, Москва), В.Н. Кироя (ЮФУ, Ростов-на-Дону) и др.

Основу математического обеспечения ИМК составляют методы теории цифровой обработки сигналов и теории машинного обучения. Задача распознавания мысленных команд пользователя сводится в ИМК к задаче классификации многомерных временных рядов, в виде которых записи ЭЭГ сохраняются в компьютере. Принадлежность временного ряда к одному из известных классов определяют на основе следующих подходов: 1) измерение сходства временных рядов путем нахождения расстояния между ними (с помощью евклидова расстояния или алгоритма динамической трансформации временной шкалы (Jeong, Jeong, & Omitaomu, 2011)); 2) выделение характерных признаков временного ряда и классификация в пространстве признаков (Fulcher, 2017; Vasimalla, 2014); 3) формирование модели процесса, порождающего временной ряд (с помощью скрытых марковских моделей (Esmael, Arnaout, Fruhwirth, & Thonhauser, 2012), рекуррентных нейронных сетей (Che, Purushotham, Cho, Sontag, & Liu, 2018) и др.). Второй подход получил широкое распространение в исследованиях ИМК и рассматривается в статье.

1. Анализ разработок в сфере неинвазивных ИМК показал, что процедура распознавания мысленных команд пользователя по записи ЭЭГ включает в себя три основных этапа: а) предобработка ЭЭГ, б) формирование характерных признаков многомерных временных рядов, в виде которых записи ЭЭГ сохраняются в компьютере, в) классификация в пространстве характерных признаков (ХП). Установлено, что качество распознавания команд пользователя в ИМК зависит как от выбора алгоритма классификации, так и от выбора метода формирования ХП.

2. Проведен анализ известных методов формирования ХП и выявлены их недостатки, ограничивающие эффективность ИМК. К таким недостаткам относятся: а) отсутствие средств для адаптации методов под особенности конкретного пользователя ИМК; б) высокая размерность получаемых векторов ХП (как правило, большая или равная числу каналов в ЭЭГ); в) включение в вектор ХП «шумовых» (неинформативных) признаков.
3. Для преодоления указанных недостатков в статье описан подход, который заключается в оптимизации (повышении информативности) характерных признаков, подаваемых на вход классификаторов.

Постановка и решение задачи

Рассмотрим первый шаг реализации метода распознавания гласных и согласных, например, в распознавании слов и предложений, а именно — распознавание английских гласных с использованием сигналов ЭЭГ.

Решение данной задачи может помочь безмолвным людям общаться с окружающей средой. В некоторой литературе этот процесс называется немой речью, при которой субъект мысленно говорит, не генерируя акустических сигналов [9]. Важной частью идентификации слов, отличающихся друг от друга, является различение разных гласных. Поскольку на разные участки мозга возложены разные функции, то при мысленном произнесении слова человеком будут происходить изменения в определенных зонах левого полушария. Рассмотрим пять английских гласных /a/, /e/, /i/, /o/ и /u/.

На рисунке 1 показан график набора из 21 усиленного сигнала ЭЭГ, снятого в одном эксперименте у одного испытуемого.

На рисунке 2 показан сигнал от испытуемого при первой попытке подумать о /a/ до и после этапа фильтрации, реализованного с помощью полосового фильтра, технические характеристики которого представлены на рисунке 3.

Так как используемые данные являются стохастическими, то для определения частотного спектра сигналов будем использовать спектральную плотность мощности (power spectral density (PSD), англ.). Чтобы уменьшить размер матрицы данных, использовался метод периодограммы, заключающийся в разбиении данных временного ряда на небольшие части, работе с каждой частью отдельно, а затем объединении всех частей.

Рис. 4 иллюстрирует среднее значение периодограммы у одного из испытуемых. Сравнивая результаты, можно заметить некоторое сходство между изменением по-

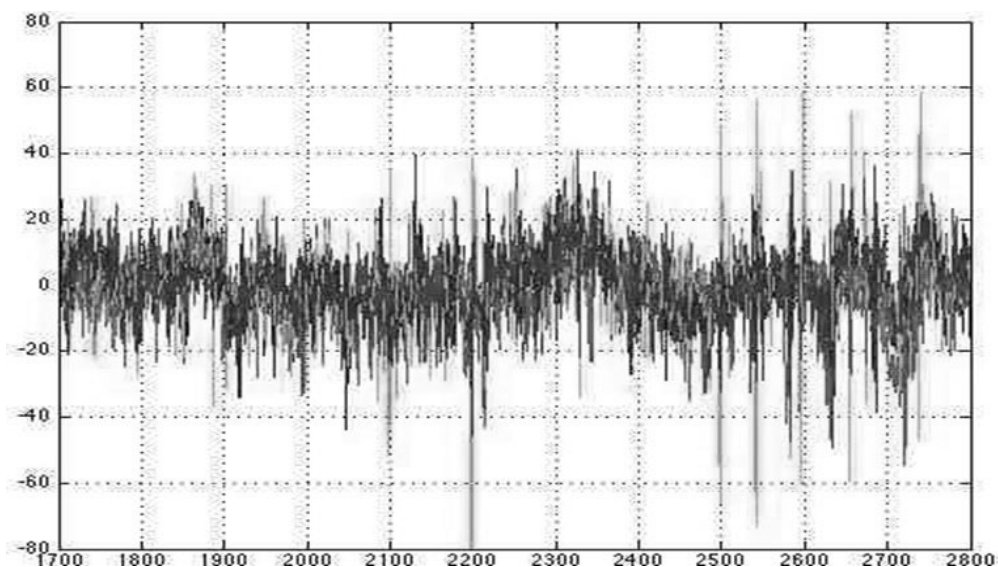


Рис. 1. Необработанные сигналы для 21 канала в одном испытании

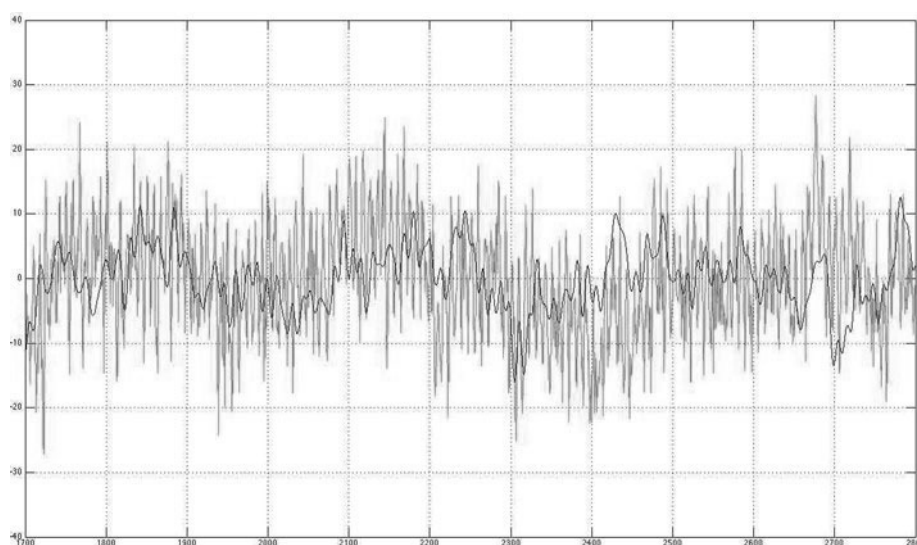


Рис. 2. Сигнал от одного электрода до и после фильтрации

ведения значений PSD. Похоже, что между электродами в каждом классе существует связь, которая отличается от других классов. Это можно использовать в качестве входных данных для последующей классификации.

Поскольку данные содержат 5 классов, воспользуемся методами «один против всех» и «один против одного».

Подход «один против всех» формирует отличия выборки каждого класса от всех других классов. Используя этот подход, задача N-класса будет разбита на n задач двух классов. В каждой из этих бинарных задач метки классов будут установлены как $y=1$ для тех данных, кото-

рые помещаются в указанный класс, и $y=-1$ для остальных данных.

Подход «один к одному» использует метод опорных векторов (support vector machine (SVM), англ.) для классификации всех возможных пар классов [10]. В конце точки данных будет помещена в класс, выбранный максимальным количеством бинарных SVM.

Выполним следующие шаги для создания дерева решений, когда каждый классификатор в каждом узле отделяет некоторый класс от остальных классов, используя евклидово расстояние.

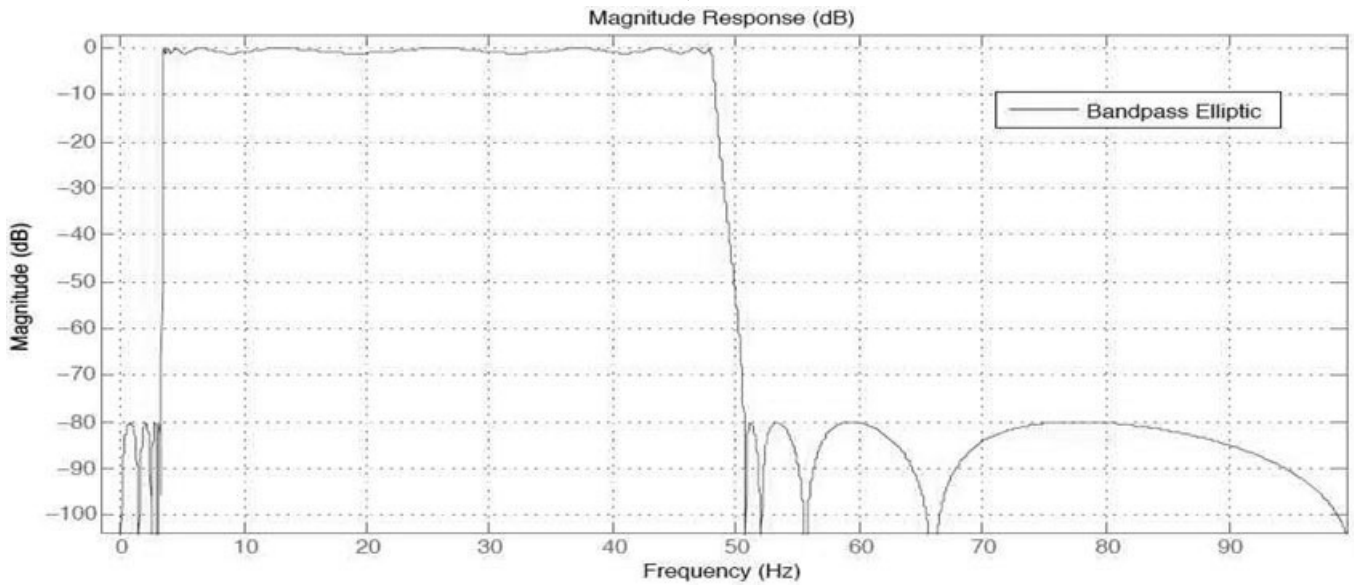


Рис. 3. Полосовой фильтр

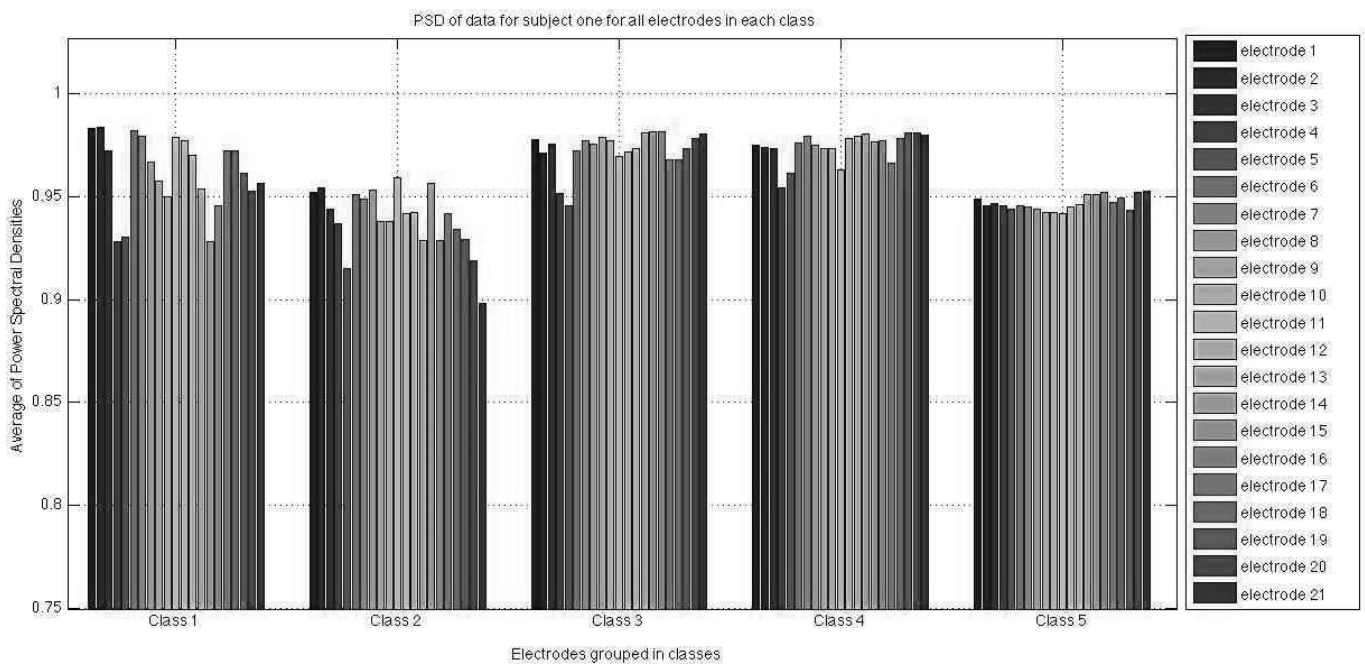


Рис. 4. Усреднение периодограмм по всем точкам данных для каждого канала

Шаг 1. Расчет центра каждого класса с использованием уравнения

$$c_i = \frac{1}{N} \sum_{x \in X_i} x,$$

где c_i — центр класса i , x_i — набор обучающих данных, включенных в класс i , а N — количество элементов в классе i и расстояния между каждыми двумя классами с использованием уравнения

$$d_{ij} = \|c_i - c_j\|,$$

где $d_{ij} = d_{ji}$ — расстояние между центрами классов i и j .

На этом шаге все классы отделяются друг от друга.

Шаг 2. Нахождение наименьшего расстояния между классом i и всеми другими классами с помощью уравнения

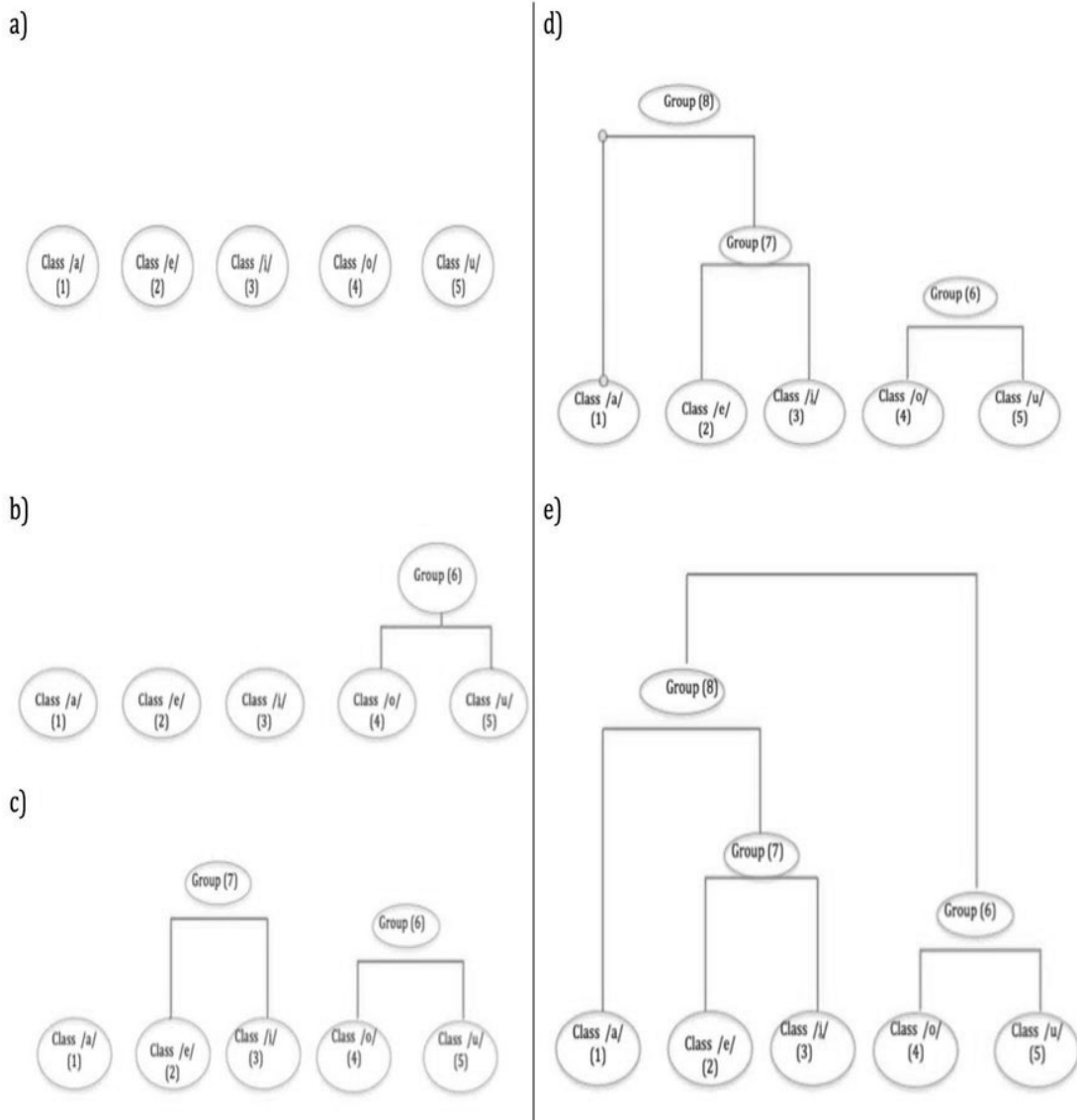


Рис. 5. а) группы обучающих данных, б) первая итерация применения древовидного алгоритма создает новую группу (6), в) вторая итерация применения древовидного алгоритма создает группу (7), д) третья итерация алгоритма дерева, применяемый к группам (7), (3) и (6), создает новую группу (8), е) наконец, есть только две группы (6) и (8) для классификации

$$l_i = \min_{j=1, \dots, N, i \neq j} d_{ij}$$

На основе рассчитанного списка мы помещаем связанные классы в один и тот же кластер.

Шаг 3. Повторяем с шага 1 (N-2) раза, пока не получим только два кластера.

Шаг 4. Использование SVM для разделения двух кластеров из шага 3.

Шаг 5. Проверка, имеет ли каждый кластер два или более двух классов. Если это два класса, обучаем SVM

разделять эти два класса. Если у него более двух классов, рассматриваем каждый класс в отдельном кластере и повторяем шаги с 3 по 5.

На рисунке 5 показано, как описанный выше алгоритм работает на каждом этапе для наших данных ЭЭГ. В соответствии с алгоритмом сначала вычисляется среднее значение всех выборок данных в каждом классе. Это среднее будет представителем всей группы. Например, среднее значение всех выборок из группы /a/ (или группы (1) на рисунке 5) возвращает вектор \bar{x}_1 . С этого момента и до конца первой итерации вектор \bar{x}_1 представляет группу (1). Делая это для всех групп данных, мы

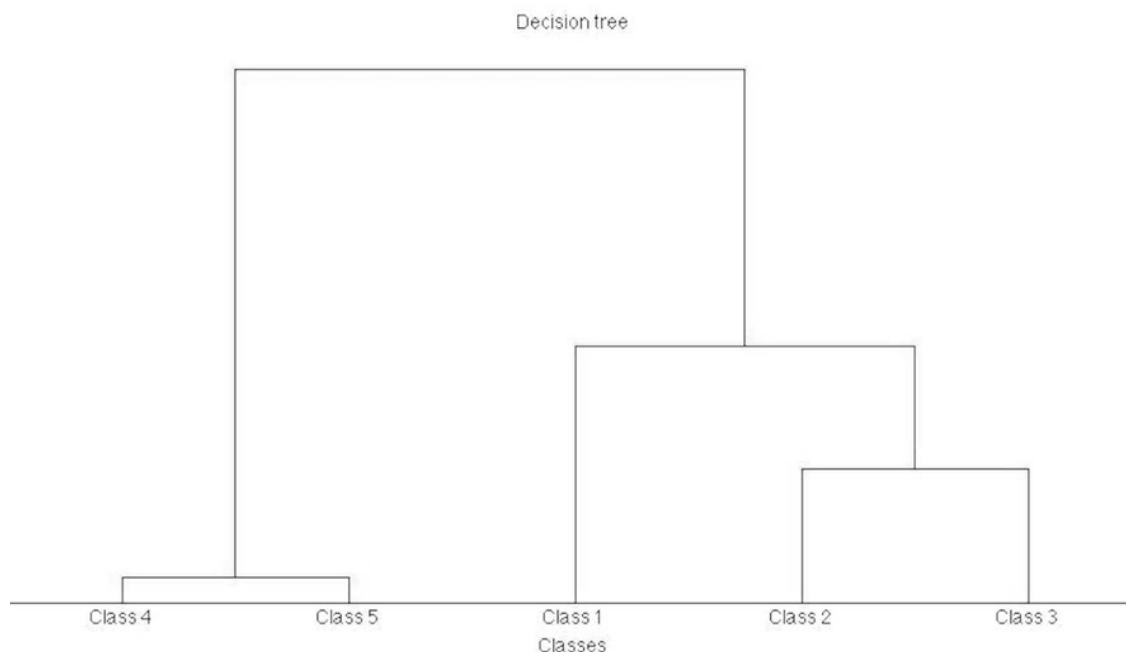


Рис. 6. Группировка классов по расстоянию между их центрами

получили бы вектора $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3, \bar{x}_4$, и \bar{x}_5 , представляющие классы *a/*, */e/*, */i/*, */o/* и */y/* соответственно. Во-вторых, расстояние векторов будет рассчитано и сравнено. Минимальное расстояние определяет ближайшие группы. Как показано на рисунке 5, группы (4) и (5) находятся как наиболее близкие среди всех возможных пар. Объединение их в одну группу создает группу (6). На данный момент необходимо разделить только четыре группы данных вместо пяти групп, которые представляют собой группы (1), (2), (3) и (6), как показано на рисунке 5, b.

Результатом второй итерации алгоритма являются векторы $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3$, и \bar{x}_6 как представители групп (1), (2), (3) и (6). Вычисляя расстояния всех возможных пар и сравнивая их друг с другом, группы (2) и (3) добиваются минимального расстояния. Таким образом, они будут помещены в один кластер как группа (7). Это превращает исходную задачу классификации с 5 классами в задачу классификации с 3 классами, как показано на рисунке 5, c.

Хотя исходная задача упрощается до новой с меньшим количеством групп данных, все же нужно выполнить еще одну итерацию алгоритма, чтобы решить проблему классификации бинарных классов. Вычисление среднего значения всех выборок в каждой из новых групп (1), (6) и (7) создает усредненные векторы \bar{x}_1, \bar{x}_6 , и \bar{x}_7 . Среди всех возможных пар этого шага минимальное расстояние составляет расстояние между группами (1) и (7). Помещение выборочных данных группы (1) и (7) в новую группу (8) (см. рисунок 5, d) уменьшает количество классов с трех до двух.

На этот момент необходимо разделить только две группы (6) и (8). Алгоритм дерева можно остановить от выполнения еще одной итерации, поскольку достигнута цель, заключающаяся в проблеме бинарной классификации, и нет необходимости проходить алгоритм дерева для еще одной итерации. Дерево решений было создано таким образом, что все исходные группы располагаются на листьях дерева, а каждый родительский узел может иметь только два дочерних узла. Кроме того, на каждом уровне дерева только один родительский узел может создавать своих потомков. Запуск алгоритма в MATLAB дает дерево, показанное на рисунке 6.

Наличие только одного родительского узла на каждом уровне дерева означает, что на каждом уровне существует проблема бинарного класса. Начиная с корневого узла дерева, можно обучить SVM-классификатор для разделения групп (6) и (8). Следующий уровень — это место, где должна быть обучена SVM разделить группы (1) и (7). Третий SVM-классификатор обучен для разделения групп (2) и (3). Наконец, группы (4) и (5) будут использоваться для обучения классификатора SVM4. Это показано на рисунке 7.

После обучения всех классификаторов SVM классификация новых данных должна быть легкой. На данный момент обучено четыре SVM разделять группы на каждом уровне. Как показано на рисунке 8, чтобы предсказать класс нового набора данных, требуется двигаться сверху вниз. Принять x_k за новый набор данных ЭЭГ, который хочет попасть в один из пяти классов */a/*, */e/*, */i/*, */o/* или */u/*.

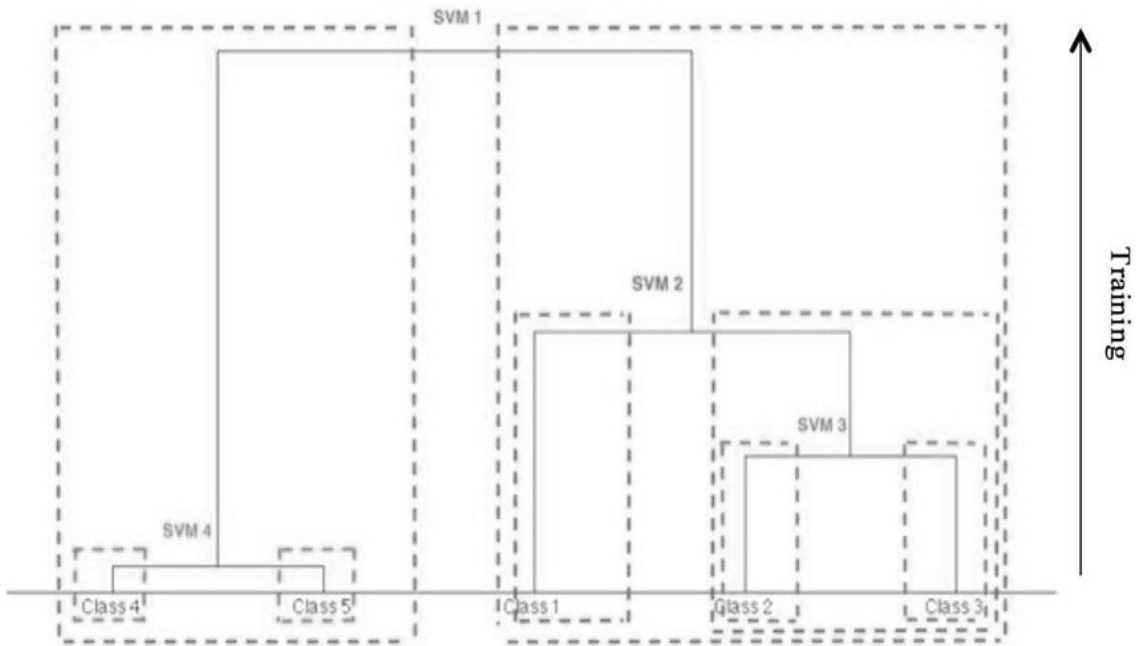


Рис. 7. Обучение SVM для групп классов

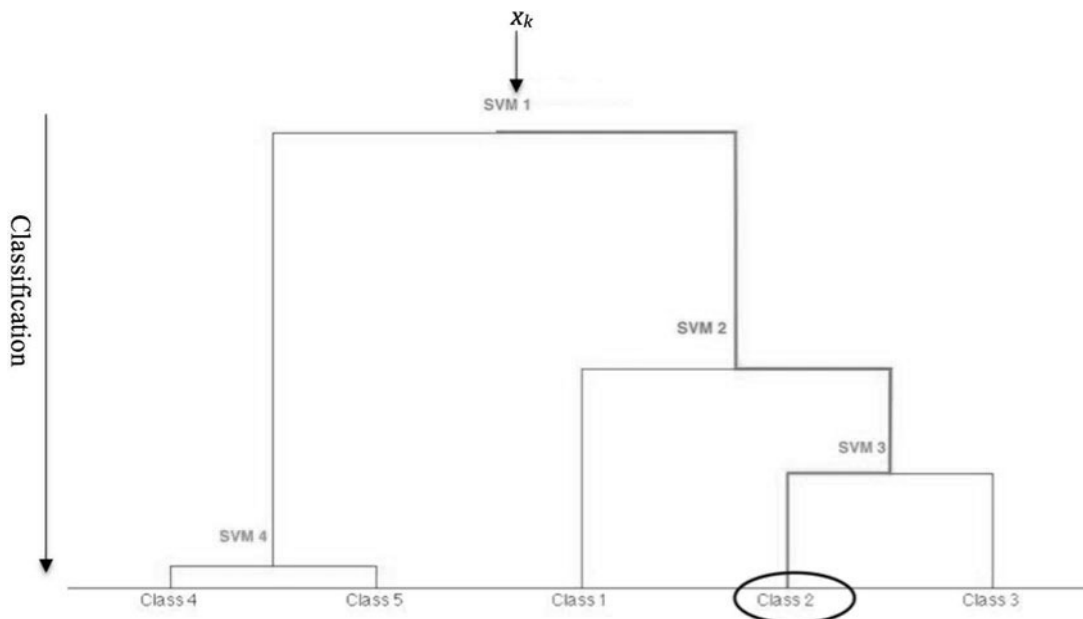


Рис. 8. Классификация нового набора входных данных x_k

Начиная с вершины дерева, следует активировать SVM1, чтобы поместить новый набор данных либо в группу (6), либо в группу (8). На втором шаге, в зависимости от предсказания SVM1, будет выбран один из SVM2 или SVM4. Если представить, что SVM2 выбран для активации, в зависимости от обнаружения этого классификатора x_k будет помещен либо в группу (1), либо в группу (7). Если

выбрана группа (1), процесс завершится, и x_k перейдет в класс (1) или /a/. Если нет, SVM3 начинает определять, находится ли x_k в группе (2) или (3).

Примерный вид матрицы ошибок (confusion matrix), демонстрирующей результат классификации при для 90% всех данных и тестовом наборе, содержащем 10%

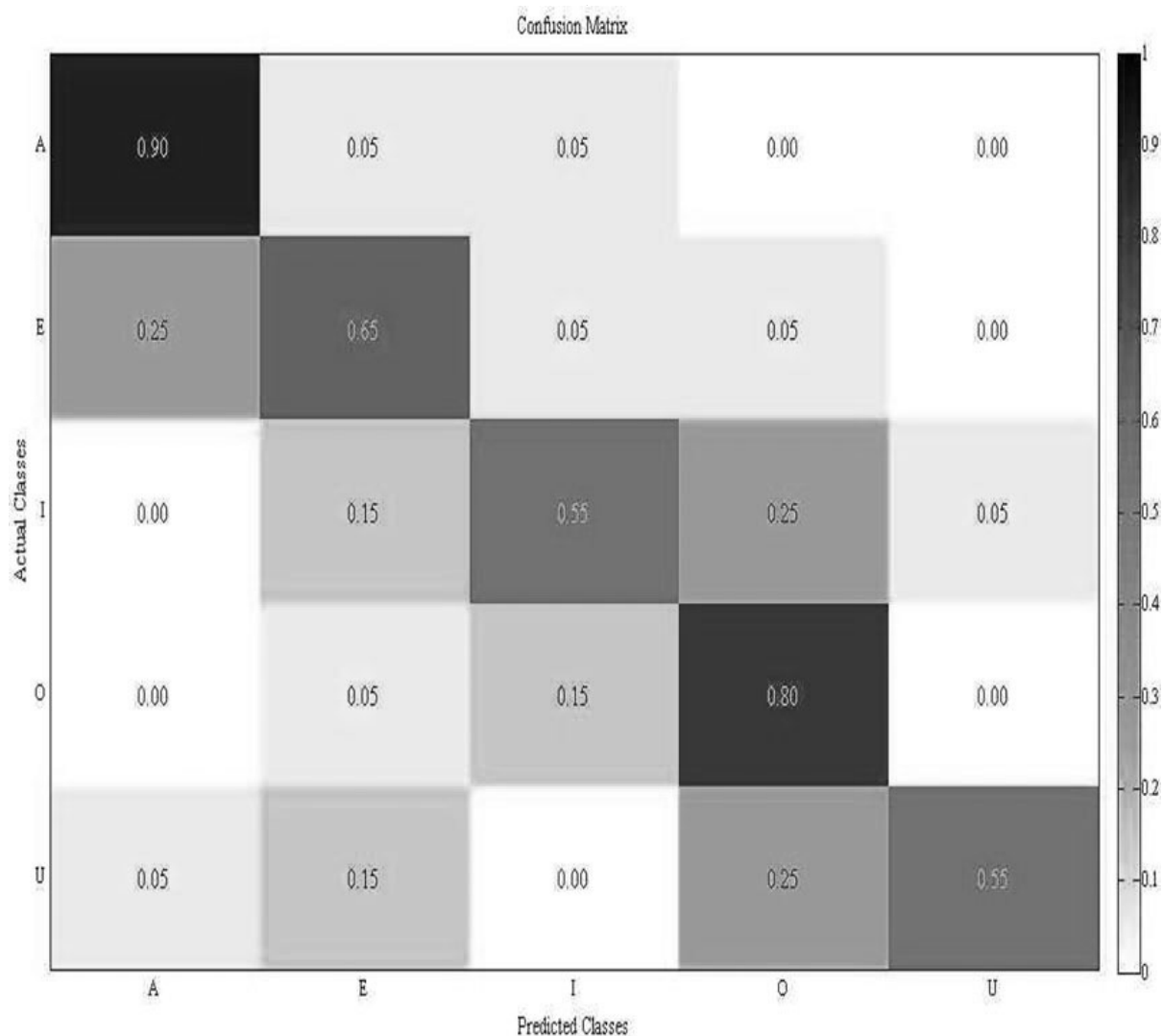


Рис. 9. Матрица ошибок

Интерпретация матрицы ошибок

	Class A	Class E	Class I	Class O	Class U
Correctly Detected	90%	65%	55%	80%	55%
Incorrectly Detected	5% <i>in E</i> 5% <i>in I</i>	25% <i>in A</i> 5% <i>in I</i> 5% <i>in O</i>	15% <i>in E</i> 25% <i>in O</i> 5% <i>in U</i>	5% <i>in E</i> 15% <i>in I</i>	5% <i>in A</i> 15% <i>in E</i> 25% <i>in O</i>

всех данных, представлен на рисунке 9. В таблице показаны детали матрицы ошибок.

Заключение

1. Показан путь повышения эффективности неинвазивной системы ИМК путем решения задачи немой речи, при которой субъект мысленно го-

ворит, не генерируя акустических сигналов. Отмечено, что важным компонентом в этом случае является распознавание гласных на базе использования сигналов ЭЭГ.

2. Описана процедура распознавания мысленных команд пользователя по записи ЭЭГ, включающая в себя три основных этапа: а) предобработка ЭЭГ, б) формирование характерных признаков много-

мерных временных рядов, в виде которых записи ЭЭГ сохраняются в компьютере, в) классификация в пространстве характерных признаков (ХП).

3. Установлено, что качество распознавания команд пользователя в ИМК зависит как от выбора алгоритма классификации, так и от выбора метода

формирования ХП. Представлен процесс обучения и классификации 5 групп данных с использованием периодограммы, дерева решений и метода опорных векторов.

4. Приведен примерный вид матрицы ошибок, даны некоторые рекомендации для будущей работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. J. Wolpaw and E.W. Wolpaw, *Brain Computer Interfaces: Principles And Practice*. Oxford University Press, 2012.
2. J.R. Wolpaw, N. Birbaumer, D.J. McFarland, G. Pfurtscheller, and T.M. Vaughan, "Brain Computer Interfaces For Communication And Control," *Clinical Neurophysiology*, vol. 113, no. 6, pp. 767–791, 2002.
3. B.Z. Allison, E.W. Wolpaw, and J.R. Wolpaw, "Brain Computer Interface Systems: Progress And Prospects," *Expert Review of Medical Devices*, vol. 4, no. 4, pp. 463–474, 2007.
4. S. Silvoni, A. Ramos-Murguialday, M. Cavinato, C. Volpato, G. Cisetto, A. Tur-olla, F. Piccione, and N. Birbaumer, "Brain Computer Interface In Stroke: A Review Of Progress," *Clinical EEG and Neuroscience*, vol. 42, no. 4, pp. 245–252, 2011.
5. D. Xiao, Z. Mu, and J. Hu, "Classification Of Motor Imagery EEG Signals Based On Energy Entropy," *International Symposium on Intelligent Ubiquitous Computing and Education*. IEEE, pp. 61–64, 2009.
6. M.A. Lebedev and M.A. Nicolelis, "Brain Machine Interfaces: Past, Present And Future," *TRENDS in Neurosciences*, vol. 29, no. 9, pp. 536–546, 2006.
7. S. Siuly and Y. Li, "Improving The Separability Of Motor Imagery EEG Sig-nals Using A Cross Correlation-Based Least Square Support Vector Machine For Brain Computer Interface," *IEEE Transactions on Neural Systems and Re-habilitation Engineering*, vol. 20, no. 4, pp. 526–538, 2012.
8. R. Kus, D. Valbuena, J. Zygierevicz, T. Malechka, A. Graeser, and P. Durka, "Asynchronous BCI Based On Motor Imagery With Automated Calibration And Neurofeedback Training," *IEEE Transactions on Neural Systems and Re-habilitation Engineering*, vol. 20, no. 6, pp. 823–835, 2012.
9. B. Denby, T. Schultz, K. Honda, T. Hueber, J.M. Gilbert, and J.S. Brumberg, "Silent Speech Interfaces," *Speech Communication*, vol. 52, no. 4, pp. 270–287, 2010.
10. Вьюгин В. Математические основы теории машинного обучения и прогнозирования / В. Вьюгин. — МЦМНО, 2013. 390 с.

© Аль-Духейдахи Муртадха Ахмед Лути (murtazalute7@gmail.com),
Аль-Насрави Фарис Хазим (farisiraq21@gmail.com), Томашевский Юрий Болеславович (tomash@sstu.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОБЗОР КОНЦЕПЦИЙ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ ОТ ПРОСТЕЙШИХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДО МЕТОДОВ ИНТЕГРАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

OVERVIEW OF INVENTORY MANAGEMENT CONCEPTS FROM THE SIMPLEST FEASIBILITY MODELS TO INTEGRATED INVENTORY MANAGEMENT METHODS

V. Antipenko
N. Babich
L. Kasimenko
N. Nikolaeva

Summary. At present, the question of the competitiveness of the production of special equipment continues to be relevant, which in turn determines the need for a thorough justification of the choice of specialized equipment used, including metal-cutting machines. At the same time, the current level of industrial development and the constant improvement of special equipment products leads to the fact that the range of machined parts is constantly increasing, which leads to regular technical re-equipment of the production of special equipment elements. Technical re-equipment, in turn, entails the need to develop and use the most competitive metalworking equipment (MO) both in the long and short term. Increasing the competitiveness of metal-cutting machines is achieved, in particular, by creating and selecting economically justified size ranges of metal-cutting machines and equipment that fully meets the current and future needs of the consumer. Many logistics tasks require information about the technical and economic functions of optimization objects. The lack of publications on the detailed structure of these functions makes it difficult to apply mathematical methods in logistics. The authors proposed a detailed structure of technical and economic functions with an example of their application to optimize the purchase of metalworking equipment by an enterprise. The purpose of the study: to build a model of the purchase of machine tools and equipment that is adequate to real conditions.

Keywords: stocks, logistics, stock management systems, mathematical model, optimization, algorithms.

Антипенко Виталий Сафронович

Д.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

Бабич Николай Сергеевич

Аспирант, ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

babichnikolay35@gmail.com

Касименко Лидия Михайловна

К.ф.-м.н., ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта»

kasimenkolm@mail.ru

Николаева Наталия Семёновна

Старший преподаватель, м.н.с., Московский государственный технический университет имени

Н.Э. Баумана

lepina_n@mail.ru

Аннотация. В настоящее время продолжает оставаться актуальным вопрос о конкурентоспособности производства спецтехники, который в свою очередь определяет необходимость тщательного обоснования выбора используемого специализированного оборудования, в том числе и металлорежущих станков. При этом, современный уровень развития промышленности и постоянное совершенствование продукции спецтехники приводит к тому, что постоянно возрастает номенклатура обрабатываемых деталей, что ведет к регулярному техническому перевооружению производств элементов спецтехники. Техническое перевооружение в свою очередь влечёт необходимость разработки и использования наиболее конкурентоспособного металлообрабатывающего оборудования (МО) как в долгосрочном, так и кратковременном плане. Повышение конкурентоспособности металлорежущих станков достигается, в частности, путем создания и выбора экономически обоснованных размерных рядов металлорежущих станков и оборудования, полностью обеспечивающего текущие и перспективные запросы потребителя. Во многих задачах логистики требуется информация о технико-экономических функциях объектов оптимизации. Отсутствие публикаций по детальной структуре указанных функций затрудняет применение математических методов в логистике. Авторами предложена детальная структура технико-экономических функций с примером их применения для оптимизации закупки металлообрабатывающего оборудования предприятием. Цель исследования: построить адекватную реальным условиям модель закупки станков и оборудования.

Ключевые слова: запасы, логистика, системы управления запасами, математическая модель, оптимизация, алгоритмы.

Введение

Для современных и перспективных производств характерно усложнение конструкций машин в связи с перманентным расширением номенклатуры обрабатываемых деталей, что требует обязательного предварительного изучения и классификации номенклатуры планируемых для изготовления деталей. Предложенная в работах [1–5] классификация по типу обработки заготовки упрощает выбор требуемого оборудования для обработки заготовок, дает возможность быстро перенастраивать производство при возникающей необходимости и может быть использована как входная информация для математической модели оптимизации значений размерных рядов металлорежущих станков. Предлагаемый авторами статьи подход заключается в рассмотрении задачи получения значений размерных рядов металлорежущих станков как математической задачи автоматизации управления процессами формирования размерного ряда металлообрабатывающих станков, которая в свою очередь является задачей оптимизации с многими переменными, в том числе с такими как параметры классификации станков и параметры классификации обрабатываемых на них деталей, а также в рассмотрении процесса создания оборудования как элемента логистики. Актуальность данной темы исследования обоснована практической потребностью в изменении существующих процессов анализа выбора и приобретения на предприятиях металлообрабатывающего оборудования (МО) для обработки планируемого объема деталей. В настоящее время главным, а зачастую и единственным, критерием выбора МО для предприятия остается цена приобретения (комплектующих, покупных) и срок гарантийного обслуживания. Но цена — только видимая часть айсберга, а большая часть расходов, связанных с использованием МО, скрыта в невидимой его части. В настоящее время современная экономическая наука предлагает универсальный метод интегральной оценки затрат по приобретению и владению материальными объектами. Этот метод основан на использовании структуры технико-экономических функций и показателей под названием «Total Cost of Ownership» (TCO) — «совокупная стоимость владения» [1]. TCO является одной из важнейших технико-экономических характеристик, применяемых при расчетах в задачах логистики автомобильной отрасли и других отраслях.

Материалы и методы

Для создания новых современных производств элементов продукции спецтехники и проведения технических перевооружений производств необходимо, опираясь на долгосрочное техническое и экономическое прогнозирование, формирование соответствующей

математической модели, учитывающей в том числе и существующие классификации станков и обрабатываемых на них деталей размерных рядов металлорежущих станков. В связи с появлением новых способов обработки возникает необходимость в приобретении более современных станков и оборудования для повышения эффективности работы предприятия, в частности, для высокоскоростной обработки деталей. По сравнению с обычной обработкой, высокоскоростная обработка (ВСО) характеризуется малой глубиной (0.3–4 мм) и шириной (0.3–1 мм) резания при частоте вращения шпинделя до 40000 об/мин и рабочей подаче до 20 м/мин. В мировом станкостроении сегодня наблюдается устойчивая тенденция создания станков с ЧПУ, предназначенных для ВСО. Использование многоцелевых станков и станков ВСО позволяет повысить эффективность обработки по сравнению с использованием одноцелевых станков, за счет времени транспортирования деталей, уменьшения подготовительно-заключительного времени, обеспечения точности (за счет исключения переустановки заготовок), сокращение площади, экономии электроэнергии и т.п., что экономически выгодно. В данной работе приведены результаты исследования по расчету и оптимизации МО с применением TCO для повышения конкурентоспособности производства деталей [1,2]. Под стоимостью владения понимают суммарную величину расходов, которые несет владелец МО в течение всего срока его целевого использования. В работе рассматривается использование метода расчета TCO в течение всего срока службы МО, с момента его приобретения, доставки и монтажа, в процессе эксплуатации, технического обслуживания и ремонтов и вплоть до завершения использования.

Одним из путей обеспечения достоверности результатов, получаемых при использовании разработанной методики расчета TCO МО, является введение учета изменения цен в течение рассматриваемого периода времени. Используются следующие методы установления зависимости цены от времени:

1. — метод экстраполяции на основе анализа ретроспективных данных (для товаров, предлагаемых на нестабильных рынках);
2. — метод экспертных оценок;
3. — коэффициент-дефлятор Минэкономразвития.

Первые два метода достаточно широко применялись на начальных этапах развития логистики, но их недостатки были очевидны и развитие экономической науки привело к необходимости введения коэффициент-дефлятора Минэкономразвития в сочетании с оценками TCO.

Коэффициент-дефлятор — ежегодно устанавливаемый Правительством РФ на календарный год коэффициент, учитывающий изменение потребительских цен

Таблица 1. 1

Отрасль	Годы				
	2019	2020	2021	2022	2023
Промышленность	105,9	105,3	105,5	105,5	105,5

на товары (работы, услуги) в Российской Федерации в предшествующем периоде, публикуемому в порядке, установленном Правительством РФ.

Результаты и обсуждения

Коэффициент-дефлятор на 2019–2021 годы Минэкономразвития в различных областях экономики разный. При этом указанные значения коэффициента на будущие периоды еще будут скорректированы специалистами министерства с учетом произошедших за последнее время экономических изменений и социальных реформ. Но при разработке бюджета и планировании закупочной деятельности на следующий год на плановые периоды организациям-заказчикам предлагается воспользоваться уже имеющимися значениями коэффициента, рассчитанными специалистами министерства. В таблице 1.1. представлены коэффициенты-дефляторы на 2019–2021 годы для машиностроительных отраслей. Срок эксплуатации металлорежущих станков примерно пять лет, поэтому для расчетного периода 2022–2023 годов принимается рассчитанное специалистами значение на 2021 год, которое по мере необходимости уточняется.

В зависимости от варианта вступления в состояние владения общая величина расходов P может существенно изменяться, однако, в данной работе ограничимся наиболее распространенным вариантом приобретения МО за полную рыночную стоимость. Покупка за полную стоимость P характеризуется переходом МО в собственность покупателя по факту оформления обмена МО на количество наличных или безналичных денег, определенное продавцом как цена продажи. В общем случае, основной частью расходов на вступление в состояние владения является стоимость МО, которая по величине равна сумме цены продажи МО и всех дополнительных расходов, связанных с его приобретением. Стоимость владения МО представляет собой общую величину технико-экономических функций и показателей целевых затрат, которые вынуждено нести предприятие с момента начала вступления в состояние владения МО до момента выхода из состояния владения и исполнения владельцем полного объема связанных с владением обязательств. А также представляет собой сумму расходов, в течение цикла владения МО, за вычетом стоимости МО и других расходов, возмещаемых при выходе

из состояния владения, например, при последующей продаже:

$$TCO = P - C_{gr} \quad (1.1)$$

где TCO — стоимость владения МО; P — расходы на владение (в этот показатель входит цена покупки); C_{gr} — возмещенная стоимость МО (например, после продажи).

Время владения МО — интервал времени от момента начала вступления в состояние владения, до момента выхода из этого состояния. Для удобства разделим расходы, возникающие за время владения на три группы:

- ◆ расходы на вступление в состояние владения;
- ◆ расходы на эксплуатацию;
- ◆ расходы на выход из состояния владения.

Суммарные расходы за указанный период (для металлорежущего станка — пять лет) представляют собой сумму всех расходов:

$$P = P_e + P_s + P_n \quad (1.2)$$

где P_e — расходы на вступление в состояние владения; P_s — расходы на эксплуатацию; P_n — расходы на выход из состояния владения (без учета C_{gr}).

Рассмотрим каждую из составляющих формулы (1.2).

Под расходами на вступление в состояние владения P_e МО понимаются расходы, связанные с переходом МО во владение, а величина расходов определяется как сумма

$$P_e = \sum P_i \quad (1.3)$$

где P_i — расходы, связанных с вступлением в состояние владения МО.

В настоящей работе допускается, что расходы на вступление в состояние владения возникают один раз за время владения МО, являются единовременными, и не зависят от срока владения. Переход МО во владение может реализовываться путем приобретения, а также без приобретения МО в собственность. Рассмотрим следующие варианты:

1. С приобретением в собственность:
 - ◆ покупка за полную рыночную стоимость;
 - ◆ покупка в рассрочку;
 - ◆ покупка в кредит;
 - ◆ дарение.
2. Без приобретения в собственность:
 - ◆ безвозмездная передача во владение;
 - ◆ лизинг/аренда.

Приобретение МО в рассрочку, кредит, дарение, лизинг имеют свои особенности, которые необходимо учитывать. Например, следует учитывать стоимость кредита $P_{кл}$ — затраты на кредит, обслуживание кредита и т.п.

В зависимости от варианта вступления в состояние владения общая величина расходов P_e может существенно изменяться, однако, в данной работе мы будем рассматривать как наиболее распространенный вариант приобретения МО за полную рыночную стоимость.

Покупка за полную стоимость P_{el} характеризуется переходом МО в собственность покупателя по факту оформления обмена МО на количество наличных или безналичных денег, определенное продавцом как цена продажи.

В общем случае, основной частью расходов на вступление в состояние владения является стоимость МО, которая по величине равна сумме цены продажи МО и всех дополнительных расходов, связанных с его приобретением:

Расходы на вступление в состояние владения в этом случае являются единовременными и определяются по формуле (1.4).

$$P_{el} = C_n + P_d + P_n + P_c + P_n \quad (1.4)$$

где C_n — рыночная цена продажи МО; P_d — дополнительные расходы на приобретение; P_n — расходы на монтаж и подготовку ввода в эксплуатацию МО; P_c — страхование; (P_n — затраты на налоги, могут быть включены рыночную цену продажи МО). Рыночная цена МО часто отождествляется с ценой продажи, что является допустимо только при определенных условиях. Цена продажи представляет собой денежный эквивалент МО, количество денег, в обмен на которые продавец готов передать, а покупатель согласен получить МО. Но, процесс приобретения может быть связан с дополнительными расходами, в той или иной мере увеличивающими общие расходы на вступление в состояние владения. К дополнительным расходам может быть отнесена стоимость проезда к месту совершения сделки, оплата услуг экспертов, расходы на транспортировку МО и т.д. Кроме того, дополнительные расходы могут

увеличиваться за счет дополнительного оборудования, если они не отражены в предложении о продаже. Расходы на подготовку ввода в эксплуатацию МО необходимы для успешного ввода в эксплуатацию приобретаемого оборудования. В данные расходы входит подготовка помещения, при необходимости установка фундамента, подвод электричества, воды, установка вытяжки, обучение персонала. Для расходов на эксплуатацию характерна низкая точность их прогнозных оценок, что объясняется, прежде всего, сложностью, а в некоторых случаях, невозможностью достоверного и точного определения некоторых существенных факторов, определяющих их величину. Срок эксплуатации МО — 5 лет. Для расходов на эксплуатацию характерна низкая точность их прогнозных оценок, что объясняется, прежде всего, сложностью, а в некоторых случаях, невозможностью достоверного и точного определения некоторых существенных факторов, определяющих их величину.

Текущие затраты P_s рассчитываются на год по формуле:

$$P_s = \Delta + M + L_o + L_d + L_{el} + P_{nl} + P_{pl} + P_{al} + P_k \quad (1.5)$$

где Δ — затраты на электроэнергию; M — затраты на материалы, используемые при эксплуатации оборудования — сжатый воздух, воду, азот и др.; L_o и L_d — основная и дополнительная заработная плата основных производственных рабочих; L_{el} — единый социальный налог с заработной платы основных производственных рабочих; P_{nl} — затраты на наладку оборудования; P_{pl} — затраты на ремонт оборудования; P_{al} — амортизация оборудования; P_k — косвенные расходы.

Рассчитывая стоимость владения, следует учитывать, что все средства, вырученные при продаже или переработке МО в процессе выхода из состояния владения, должны вычитаться из величины расходов, понесенных за время владения.

В случае продажи МО на вторичном рынке собственник несет расходы, связанные с процессом продажи, в первую очередь, на подготовку МО к продаже. Если на продажу выставляется технически неисправное МО, расходы могут возрасти за счет оплаты места его хранения.

Таким образом технико-экономическая характеристика МО, функция, учитывающая все статьи расходов принимает вид:

$$TCO = P - C_{gr}$$

$$TCO = (P_e + P_s + P_n) - C_{gr}$$

$$TCO = [C_n + P_o + P_n + P_c + P_h + \Xi + M + L_o + L_d + L_{el} + P_{nl} + P_{pl} + P_{al} + P_k + P_{\Xi} + P_d + P_t + P_{ll}] - C_e.$$

Один из основных параметров, влияющих на TCO, это мощность m металлорежущего станка. технико-экономических функций и показателей

$$TCO(m) = [C_n(m) + P_o(m) + P_{nl}(m) + P_c(m) + P_h(m) + \Xi(m) + M(m) +$$

$$+ L_o(m) + L_d(m) + L_{el}(m) + P_{nl}(m) + P_{pl}(m) + P_{am}(m) + P_k(m) + (P_{\Xi}(m) + P_d(m) + (1.6)$$

$$+ P_m(m) + P_{nl}(m)] - C_e(m) = f(m)$$

Выбор закупаемого оборудования с использованием методики TCO осуществляется на основе технико-экономических функций и показателей, сгруппированных в (1.6), строится критерий эффективности приобретаемого оборудования для выполнения работ из интервала (а, b) [12–15]. Обозначим количество закупаемых станков N , мощности которых m_k , $k=1-N$, обеспечивают выполнение работ из интервала (а, b). Тогда, следуя [15], запишем критерий эффективности F_N в виде $(M_m\{\}$ — символ математического ожидания). Оценку оптимальных значений m_k получаем, следуя [15], с помощью алгоритмов стохастической аппроксимации. Предлагаемый авторами статьи подход заключается рассмотрении задачи получения значений размерных рядов металлорежущих станков как математической задачи автоматизации управления процессами формирования размерного ряда металлообрабатывающих станков, которая в свою очередь является задачей оптимизации с многими переменными, в том числе с такими как параметры классификации станков и параметры классификации обрабатываемых на них деталей, а также в рассмотрении процесса создания оборудования как элемента логистики. Критерий учитывает так называемые затраты на адаптацию, то есть затраты, возникающие из-за несовпадения требуемых значений параметров станков и предлагаемых [15]. Это типичная проблема внутренней логистики связывающей материальные потоки (детали, станки и т.п.) с экономическими потоками (затраты на производство, реновацию и т.п.) за время жизни станка. Тогда критерий ряда (целевой функционал) запишем в виде [1]:

$$F_N = \sum_{k=1}^N f(m_k) + \sum_{k=1}^N M_m \{ [f(m) - f(m_k)]^2 \} \rightarrow \min \quad (1.7)$$

Таким образом, требуется установить количество членов ряда N и автоматизировать процесс оптимизации значений параметров для всех N , таким образом, чтобы минимизировать величину целевого функционала, построенного из технико-экономических функций, характеризующих изделия, при условии выполнения запланированного объема работ. Другими словами, оптимальный размерный ряд должен обеспечивать выполнение всех планируемых объемов работ полностью за время жизни станков с минимальными затратами.

ВЫВОДЫ

Таким образом, требуется установить количество членов ряда N и автоматизировать процесс оптимизации значений параметров m_k для всех N , чтобы минимизировать величину целевого функционала, построенного из технико-экономических функций, характеризующих изделия, при условии выполнения запланированного объема работ. Другими словами, оптимальный размерный ряд должен обеспечивать выполнение всех планируемых объемов работ полностью за время жизни станков с минимальными затратами.

Возникает необходимость установления структуры и вида целевого функционала с советующим ограничением на значения параметров и показателей. Исходя из вида и структуры целевого функционала, выбирается метод установления оптимальных значений параметров ряда металлорежущих станков, то есть устанавливается оптимальный размерный ряд станков. В работе обсуждаются принципы построения перспективных размерных рядов металлорежущих станков с учетом недавно введенной дополнительной классификация станков и предложенной в [5] классификация деталей. Рассматривается задача оптимизации размерных рядов металлорежущих станков. Таким образом, цена приобретения Предприятием МО не является единственным критерием выбора. Рассматривая вопрос выбора оборудования «наилучшим результатом» представляется максимально возможное снижение стоимости владения относительно некоторой исходной величины при сохранении заданных эксплуатационных характеристик. То есть, важнейшими характеристиками при выборе оборудования являются цена оборудования, исходная стоимость владения и выявление статей расходов, имеющих тенденцию к изменению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зобнин В.А. Расчет и оптимизация стоимости владения легковым автомобилем в некоммерческой эксплуатации [Электронный ресурс]. 2012. Режим доступа: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a7/Motorcar_TCO_Zobnin.pdf (Дата обращения: 18.02.2019).
2. Аверьянов О.И., Модульный принцип построения станков с ЧПУ. — М.: Машиностроение, Москва, 1987. — 232 с.

3. Бирбраер Р.А., Альтшулер И.Г. Основы инженерного консалтинга. — М.: Дело, 2007. — 232 с.
4. Бочаров В.В. Инвестиции / В.В. Бочаров. — СПб.: Питер, 2002. — 176 с.
5. Вереина Л.И., Черпаков Б.И. Технологическое оборудование машиностроительного производства /Л.И. Вереина, Б.И. Черпаков.— М.: Академия, 2015.— 416 с.
6. Галий В.В. Повышение эффективности проектирования производственных участков на основе направленного формирования номенклатуры изделий и использования количественно оцениваемого подобия решений: реф. дис. кандидата технических наук: 05.02.08 / Галий Валентин Владимирович; Место защиты: Моск. гос. техн. университет им. Н.Э. Баумана. — Москва, 2016. — 150 с.
7. Одинцова Л.А. Методические указания по выполнению экономической части дипломных проектов / Л.А. Одинцова — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — 44с.
8. Мещерякова В.Б., Стародубов В.С. Металлорежущие станки с ЧПУ / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. — М. ИНФРА-М, 2015. — 336 с.
9. Проектирование автоматизированных станков и комплексов: в 2 т. / П.М. Чернянский, Г.Н. Васильев, Н.С. Николаева и др. -М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 332 с., — 304 с.
10. Соломенцев Ю.М., Антипенко В.С., Николаева Н.С. Повышение эффективности серийного производства деталей путём управления процессами формирования размерного ряда металлообрабатывающих станков / Соломенцев Ю.М., Антипенко В.С., Николаева Н.С. // Автомобильная промышленность. — 2019, с. 32–35.
11. Стародубов В.С., «Модульный принцип построения металлорежущих станков с числовым программным управлением» // Вестник МГТУ, серия «Технология и технологические машины», 2012, с. 68–74.
12. Экономика предприятия / под ред. С.Г. Фалько — 2-е изд. Исп. — М.: Дрофа, 2011. — 346 с.
13. Феллер, В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения/ В. Феллер. — М.: Мир, 1984. — т. 1. — 527 с.
14. Феллер, В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения / В. Феллер. — М.: Мир, 1984. — т. 2. — 751 с.
15. Цыпкин, Я.З. Основы информационной теории идентификации/ Я.З. Цыпкин. — М.: Наука, 1984. — 320 с.

© Антипенко Виталий Сафронович, Бабич Николай Сергеевич (babichnikolay35@gmail.com),
Касименко Лидия Михайловна (kasimenkolm@mail.ru), Николаева Наталья Семёновна (lepina_n@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский университет транспорта

ИСТОРИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ БОЛЕЗНИ РАСТЕНИЙ

HISTORICAL DEVELOPMENT OF PLANT DISEASE DETECTION METHODS

**M. Gavrish
A. Aleinikov**

Summary. One of the biggest challenges facing humanity is increasing the global productivity of the food industry to feed a growing world population. First of all, this concerns the industrialization of the production of food of plant origin. It should be noted that a significant part of the crop is lost due to pests and diseases. Most diseases (about 80%) are caused by fungi. In world practice, the problem of establishing the type of fungal diseases and its degree of damage at an early stage of diagnosis has not been solved. Microbiological research is a laborious method and takes a lot of time; methods based on the polymerase chain reaction require the organization of special laboratory premises and the availability of highly qualified personnel; methods for analyzing multispectral images obtained from unmanned aerial vehicles and based on neural networks show a good percentage of accuracy in determining the disease, but have certain disadvantages.

Algorithms of an intelligent decision support system are in demand and are of particular interest due to the increased informatization and industrialization of society.

Keywords: plant disease, diagnosis of plant disease, fungal plant disease, methods for determining plant disease.

Гавриш Михаил Константинович
Аспирант, ФГБОУ ВО «Новосибирский
государственный технический университет»
mihail.gavrish@mail.ru

Алейников Александр Федорович
Д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Новосибирский
государственный технический университет»

Аннотация. Одна из самых больших проблем, стоящих перед человечеством — это увеличение общемировой производительности пищевой промышленности, необходимое для того, чтобы прокормить растущее население мира. В первую очередь это касается индустриализации производства пищи растительного происхождения. Следует заметить, что значительная часть урожая теряется из-за вредителей и болезней. Большинство болезней (около 80%) вызывается грибами. В мировой практике не решена задача установления вида грибных болезней и её степени поражения на ранней стадии диагностики. Микробиологическое исследование является трудоёмким методом и занимает много времени; методы, основанные на полимеразной цепной реакции, требуют организации специальных помещений лаборатории и наличия высококвалифицированного персонала; методы анализа мультиспектрального изображения, полученные с беспилотных летательных аппаратов и основанные на нейронных сетях, показывают хороший процент точности определения болезни, но имеют определенные недостатки.

Алгоритмы интеллектуальной системы поддержки принятия решения востребованы и вызывают особый интерес в силу повышенной информатизации и индустриализации общества.

Ключевые слова: болезнь растений, диагностика болезни растений, грибная болезнь растений, методы определения болезни растений.

Методы обнаружения болезни растений

В мировой практике задача установления вида грибных болезней и её степени поражения на той стадии, когда признаки поражения видны и легко идентифицируются, уже решена. И алгоритмы борьбы с болезнями уже выработаны, в основном они опираются на применение фунгицидов. Но скорость реагирования на признаки болезней может быть низкой из-за неавтоматизированных процессов обнаружения или в условиях нехватки специалистов, способных распознать эти признаки. В случаях, когда обезвреживать действие грибов-патогенов малыми дозами фунгицидов не получается, растение погибает, что несёт определенные убытки. Более того, традиционное интенсивное ис-

пользование фунгицидов необходимо рассматривается как неустойчивое. Например, Европейский союз принял закон против использования многих пестицидов из-за токсичности для здоровья человека и окружающей среды. Эти ограничения в использовании пестицидов, даже если они необходимы для достижения устойчивого производства продуктов питания, представляют собой серьезное нарушение сельскохозяйственной системы, что приведёт к выпуску небезопасной для здоровья людей продукции.

Таким образом, мировое сообщество стремится к переходу от стратегии борьбы с болезнями растений к стратегии раннего обнаружения и предотвращения болезни. Но, как показывает практика, подобные перемены не могут случаться мгновенно. Далее представлен

анализ основных методов (т.е. этапов развития) раннего обнаружения болезни растений.

1.1. Анализ методов определения вида болезни растений, опирающихся на «ручной» анализ

Визуальный анализ симптомов. Простейший метод обнаружения болезни — это визуальный анализ. Данный метод не требует финансовых затрат, в чем выражается его преимущество. Недостатком же является его производительность.

Микроскопический анализ с использованием окрашивания. Метод предполагает изучение пораженной ткани растения, с целью выявления причин поражения. Преимущество метода в более точной идентификации болезни растения. Недостатки заключаются в необходимости оборудования, лабораторного помещения и его производительности.

Микробиологический анализ. Целью использования метода является выделение возбудителя из пораженных тканей на искусственные питательные среды. Трудность метода заключается в выявлении симптомов инфицированных растений, какие были на исследуемом растении при естественном поражении.

Молекулярный. Метод основан на полиморфизме молекулы ДНК бактерий. Временные промежутки использования данного метода являются его преимуществом, т.к. они составляют 2–3 часа. Чувствительность метода также высока, что повышает и его надежность использования. Трудность использования метода заключается в предварительном изучении разнообразия ДНК ФПБ, а также высокой стоимостью оборудования.

1.2. Анализ методов определения вида болезни растений, опирающихся на компьютерное зрение

Обнаружение, отслеживание и классификация объектов являются преимуществом методов, основанных на компьютерном зрении.

Исследователи работы [4] утверждают, что большинство существующих методов ориентированы на трехмерную реконструкцию проростков или ранних стадий роста. Авторы обращают внимание на то, что более мелкие установки характеризуются архитектурной простотой из-за отсутствия самоокклюзий и вогнутостей, и, следовательно, их реконструкция проще и менее подвержена ошибкам. В отличие от предыдущих исследований, ученые стремятся реконструировать растения на более поздних вегетативных стадиях, чтобы уstra-

нить сложности, возникающие из-за самоокклюзии и пересечения листьев. Авторы отмечают, что Маккормик и др. (2016) выполнили трехмерную реконструкцию растений сорго с использованием глубинных изображений для определения локусов количественных признаков для характеристики архитектуры побегов. Однако процедура требовала ручной транспортировки растений из теплицы к поворотному столу для визуализации, что привело к низкой производительности анализа. Быстрый метод объемного вырезания с высоким разрешением с использованием октодеревы был представлен Шарром и др. (2017) для восстановления всходов рассады кукурузы и банана. Методом проведения реконструкция с использованием пяти растений кукурузы от всходов до стадии 2–8 листьев. Изображения были получены в полуавтоматической системе, которая требовала ручного позиционирования установки на поворотном столе. Саженцы бананов были визуализированы в автоматической системе экранов, однако высота растений была ограничена несколькими сантиметрами. Кроме того, с помощью этого метода были вычислены только три хорошо известных фенотипических признака, то есть объем визуальной оболочки, количество листьев и площадь каждого листа. Метод Гуана и др. (2018) использовали алгоритм пространственной кластеризации на основе плотности для трехмерной реконструкции растительного покрова сои для вычисления фенотипов. Система формирования изображений с несколькими источниками, состоящая из фотонного смесителя-детектора и камеры RGB, использовалась для захвата изображений растений сои, размещенных на расстоянии 80 см, для захвата многокурсовых изображений на открытом воздухе. Также авторы затрагивают метод Ву и др. (2019) использовали извлечение скелета по Лапласу для извлечения скелета трехмерного облака точек растения кукурузы. Он использовал информацию о цвете для оценки фенотипов, например, длины листа, угла наклона листа, длины вершины листа, азимутального угла листа, высоты роста листа и высоты растения.

Ученые представили новый метод под названием 3DPhenoMV для вычисления трехмерных фенотипов растений, основанный на подходе реконструкции воксельной сетки с использованием последовательностей изображений в видимом свете с несколькими проекциями, снятых на автоматизированной высокопроизводительной платформе фенотипирования растений (НТРЗ), где расстояние между горшком и камера значительно больше (5,5 м) по сравнению с современными методами. 3DPhenoMV использует хорошо известную технику пространственного карвинга для реконструкции воксельной сетки и стремится к полностью автоматической реконструкции большого количества растений на поздних стадиях вегетации (с высотой до 2,5 м), не требуя

какого-либо ручного вмешательства на человека. растительная основа. Эта масштабируемость и отсутствие взаимодействия с людьми будут способствовать адаптации метода для крупномасштабного фенотипического исследования, регулируемого генотипами, а также метод может быть применен в исследовании количественной геномной инженерии для выявления локусов, контролирующих вариации в трехмерных фенотипических признаках.

Исследователи в работе [5] представляют собой разработку и анализ прототипа платформы мобильного полевого фенотипирования; авторы использовали уже имеющуюся сельхозтехнику. Эта сельскохозяйственная машина достаточно узкая (около 8 футов в ширину), чтобы перемещаться по дорожкам между участками канолы, не повреждая при сборе данных ни одно растение. Рама была разработана для размещения необходимых датчиков изображения с обеих сторон этого транспортного средства. Кроме того, для измерения высоты полога растений использовались ультразвуковые датчики. Чтобы измерить полноту урожая во время вегетационного периода, подходящим методом является зрение. Инфракрасные термометры использовались для измерения температуры купола. Две камеры RGB были установлены на стреле трактора, и была разработана новая программа получения изображений для автономной съемки каждого участка. Дополнительная обработка изображений этих данных может быть хорошим показателем здоровья или состояния стресса сельскохозяйственных культур. Изображения позволяют анализировать видимые различия между разными участками. Существующие системы RTK-GPS (кинематические системы глобального позиционирования в реальном времени) на сельскохозяйственном транспорте использовались для географической привязки всех собранных данных и каждого участка поля. При использовании системы GPS точность определения местоположения трактора и сельскохозяйственных культур составляет до одного дюйма.

В мировой практике для раннего неинвазивного обнаружения грибных болезней растений используют разнообразные оптические методы. В частности, в настоящее время представляет большой интерес видимое спектральное (400–700 нм) зондирование растений. В данной работе на первом этапе предлагают получать данные со всех спектральных каналов средств космического зондирования для решения комплексной задачи определения групп сорняков, болезней и вредителей, и их классификации, используя вегетационные индексы. При этом предложен подход, основанный на классической теории информации Шеннона. На втором этапе используют байесовскую процедуру классификации последовательным вводом информации каналов зон-

дирования и уточняют виды классов в этих группах. Авторы работы утверждают о высокой эффективности, работоспособности и надежности предлагаемых методов и созданного на их основе программно-технического комплекса.

Авторы работы [6] утверждают, что Изображения, полученные с помощью беспилотных аэрофотоснимков (UAS), обычно предоставляют как оптическую, так и смоделированную информацию о высоте через структуру от движения (SfM), что является потенциально полезным показателем состояния культуры. SfM — это процесс, использующий методы компьютерного зрения и фотограмметрии для восстановления трехмерных сцен из коллекций перекрывающихся фотографий. Обычным подходом многих академических исследований и коммерческих приложений является получение изображений с использованием многоспектральных датчиков и получение радиометрических индексов (таких как NDVI) на попиксельной основе в качестве косвенного показателя силы растительности. Там, где многоспектральный датчик недоступен, другие полагаются на аналогичные индексы на основе RGB или цветовые преобразования с той же целью. Важным моментом в разработке алгоритма обнаружения болезни является тот факт, что разные виды растений подвержены разным видам болезней, а количество возможных болезней культурных растений и вредителей велико и поэтому ученые, предлагая разные алгоритмы систем поддержки принятия решения, уточняют, для каких видов культурных растений они работают. Так, например, в работе [7] демонстрируется мобильная платформа высокопроизводительного фенотипирования растений для мониторинга растений канолы, которая включает программное обеспечение для сбора/визуализации данных и измерительную систему. В работах [8] и [9] представлены методы гиперспектральной визуализации и надежного сопоставления с шаблоном для сахарной свеклы. А в работе [10] анализируются алгоритмы раннего распознавания болезни у пшеницы, риса, дыни и др. Автор работы предлагает алгоритм раннего распознавания болезни у земляники садовой.

Таким образом, можно сказать, что перспективой развития методов раннего обнаружения болезней растений являются методы обработки изображений. Сравнительный анализ методов обработки изображений представлен в следующем разделе.

1.3. Анализ методов определения вида болезни растений, опирающихся на методе исследования изображения

Востребованным направлением раннего обнаружения болезни является обработка изображения.

1.3.1. Метод анализа изображения, опирающийся на сегментацию изображения

Первые работы по автоматическому распознаванию болезней листьев проводились в соответствии с общим рабочим процессом. Захват изображения включает сбор фотографической информации с помощью подходящей камеры. Предварительная обработка изображений выполняется на захваченных изображениях с целью улучшения качества изображения. Примерами процедур, выполняемых на этом этапе, являются изменение размера изображения, фильтрация, преобразование цветового пространства и выравнивание гистограммы. Сегментация часто делится на два этапа. Сначала происходит отделение листа от фона, затем отделение здоровой ткани от пораженной.

Автор исследования [12] описывает применение метода обработки изображений для идентификации болезней растений на разных стадиях. Для сегментации были приняты два варианта: автоматическая сегментация с использованием алгоритма простой линейной итеративной кластеризации или ручная сегментация на основе определяемой пользователем области интереса с последующим уточнением маски с использованием алгоритма Чана-Весе на основе цветового канала насыщенности. Дальнейшая сегментация была проведена для того, чтобы выделить подозрительные области на листе в качестве кандидатов на заболевание (горячие точки) на основе цветовых характеристик и наивного байесовского классификатора, который обнаружил наличие или отсутствие заболевания на дополнительных изображениях. Затем классификатор классифицировал болезнь. Мета-классификатор использовался для вычисления оценки достоверности для конкретного заболевания путем оценки всех определенных вероятностей для областей-кандидатов. Производительность метода оказалась достаточно высока. Кроме того, сообщалось, что использование нормализации постоянства цвета повысило общую точность примерно на 5%. Таким образом, было доказано, что нормализация постоянства цвета может повысить устойчивость системы к изменениям освещенности, возникающим в полевых условиях.

1.3.2. Метод анализа изображения, опирающийся на нейронные сети

В работе [11] авторы использовали набор данных из 300 листьев картофеля с целью разработать классификатор, способного отличить здоровые листья и листья поражены болезнью. Производилась классификация изображений листьев в одну из трех категорий. Система достигла точности 93,7% с пятикратной перекрестной проверкой. Однако исходный набор данных содержит

152 изображения здоровых листьев картофеля и по 1000 изображений для категорий давно пораженных и недавно пораженных.

В исследовании [13] авторы анализировали болезни поражающие люцерну. Точность распознавания 97,64% и 94,74% на обучающей и тестовой выборках соответственно. Более того, было достигнуто уменьшение размерности векторов признаков. Сообщалось о 80% точности распознавания при использовании этих сокращенных векторов признаков.

В [14] авторы использовали методы обработки изображений для диагностики мучнистой росы и ложной мучнистой росы по изображениям листьев винограда (35 и 50 изображений соответственно) и пшеничная полоса ржавчины и ржавчины листьев пшеницы по изображениям листьев пшеницы (по 50 изображений каждое). Классификация болезней листьев проводилась с использованием сети обратного распространения с различными комбинациями характеристик формы, цвета и текстуры, образующими входной вектор признаков. Авторы экспериментировали с семью комбинациями функций, а также с различными архитектурами сети ВР и функциями активации. Они сообщили о максимальной точности распознавания более 91% даже после уменьшения размерности вектора признаков.

1.3.3. Метод анализа изображения, опирающийся на нечеткую логику

Авторы работы [15] продемонстрировали метод, объединяющий нечеткую логику и фильтр Калмана. Эффективность данной комбинации заключается в использовании контроллера нечеткой логики, чтобы покрыть недостатки фильтра Калмана. В предлагаемом методе фильтр Калмана используется как основной индикатор, а нечеткая логика используется для решения проблемы дивергенции фильтра Калмана. По результатам моделирования доказано, что предложенный метод более подходит для реализации в реальном времени по сравнению с традиционным алгоритмом фильтра Калмана. Использование нескольких входов вместо контроллера нечеткой логики с одним входом с девятью правилами будет полезно для решения более сложных систем в будущем. Предлагаемый алгоритм может быть использован для отслеживания движущихся объектов из видеопоследовательности путем представления фильма в виде двумерного массива в матричной форме и использования модели пространства состояний движущихся объектов на двумерных изображениях камеры.

Исследователи в работе [16] описывают метод определения заболевания у растений, который ими был разработан. Ученые использовали беспилотные летатель-

ные аппараты, которые вели съемку листьев растений. Авторы используют методы нечеткой логики и нейронные сети для выделения особенностей на изображениях листьев растений, чтобы в дальнейшем классифицировать виды болезней.

Авторы сообщают о том, что для 12 классов изображений было проведено 12000 модельных экспериментов, доля верного классифицирования составила 97%. Ученые исследовали листья эвкалипта и пшеницы. Было отмечено, что для более высокой результативности нужно опираться на совокупность исследований нескольких листов растения, т.к. болезнь обычно проявляется сразу в нескольких областях растения.

Ян и др. в статье [17] описывают разработанную систему захвата/обработки изображений для обнаружения сорняков, а также систему принятия решений с нечеткой логикой для определения того, где и сколько гербицида применять на сельскохозяйственных полях. Авторы утверждают, что в системе использовались коммерчески доступные цифровые фотоаппараты и персональный компьютер. При предварительной обработке использовались методы обработки изображений для классификации и сравнения интенсивностей красного, зеленого и синего (RGB) и для создания двоичной матрицы. Исследователи говорят, что полученная бинарная матрица была использована для вычисления площади зелени для покрытия сорняками и распределения зелени сорняков (пятна сорняков). Авторы сообщают,

что развертывание системы в смоделированной среде показывает снижение использования гербицидов на 15–64%.

Статья Саннаки С. и др. [18] демонстрирует подход к автоматической классификации болезни по листьям растений. Предлагаемая авторами методология направлена на моделирование системы классификации болезней листьев растений. Для экспериментов рассматриваются листья граната. Исследователи разделили систему на следующие этапы: получение изображения, предварительная обработка изображения, сегментация цветного изображения, расчет необходимых параметров, оценка заболевания с помощью нечеткой логики.

Саннаки С. и др. в своей работе описывают разработанное ими программное обеспечение. Демонстрируют интерфейс на примере пораженного болезнью листа. Авторы уверены, что полученные точные значения процента инфицированности и степени заболевания, позволят дать рекомендации по надлежащему лечению.

Заключение

Рассмотрены исторические этапы развития раннего обнаружения болезни растений. Выявлено перспективное направление развития данного вопроса, заключающееся в переходе к машинному зрению и обработки изображений методами нейронных сетей и нечеткой логики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Smartphone-enabled rapid detection of plant diseases // International sugar journal. 2019, Vol. 121(1449). P. 656. WOS:000485085600025
2. Alejnikov A.F., Cheshkova A.F., Mineev V.V. Choice of impedance parameter of strawberry tissue for detection of fungal diseases [Text] // AGRITECH-III — 2020: III International Conference on Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies // IOP Conference Serie: Earth and Environmental Science. 2020, Vol. 548: 032005 DOI:10.1088/1755-1315/548/3/032005
3. Евсюков Н.А. Цифровой прибор для контроля болезней растений [Текст] / Н.А. Евсюков, Ю.Г. Соколов // Защита и карантин растений — 2010 — № 10 — С. 40–41
4. Das Choudhury S. Leveraging Image Analysis to Compute 3D Plant Phenotypes Based on Voxel-Grid Plant Reconstruction. [Text] / Frontiers in Plant Science, 2019, DOI: 10.3389/fpls.2020.521431
5. Bayati M. A Mobile Robotic Platform for Crop Monitoring [Text] / M. Bayati and R. Fotouhi // Advances in Robotics, 2018, DOI: 10.4172/2168-9695.1000186
6. Robb C. Semi-Automated Field Plot Segmentation From UAS Imagery for Experimental Agriculture [Text] / Frontiers in Plant Science, 2019, DOI: 10.3389/fpls.2020.591886
7. Se In Baek A similarity-based software recommendation method reflecting user requirements // Se In Baek, Yang-Eui Song, and Yong Kyu Lee / International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems / Vol. 20, No. 3, September 2020, pp. 201–210 DOI: <http://doi.org/10.5391/IJFIS.2020.20.3.201>
8. Mahlein A.K. Hyperspectral imaging for small-scale analysis of symptoms caused by different sugar beet diseases [Text] / Mahlein A.K., Steiner U., Hillnhütter C., Dehne H.W., Oerke E.C. // Plant Methods. — 2012. — N8 (1). — P. 3.
9. Rong Z. Disease detection of Cercospora Leaf Spot in sugar beet by robust template matching [Text] / Rong Zhou, Shun'chi Kaneko, Fumio Tanaka // Computers and Electronics in Agriculture. — 2014. — Vol. 108. — P. 58–70.
10. Lawrence C.N. Recent advances in image processing techniques for automated leaf pest and disease recognition — A review [Text] / Lawrence C. Ngugi, Moataz Abelwahab, Mohammed Abo-Zahhad // Information Processing in Agriculture / Vol. 8, Issue 1, March 2021, Pages 27–51 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2020.04.004>
11. Islam M. Detection of potato diseases using image segmentation and multiclass support vector machine [Text] / Islam M, Dinh A, Wahid K, Bhowmik P. // In: Can Conf Electr Comput Eng 2017:8–11. <https://doi.org/10.1109/CCECE.2017.7946594>.

12. A. Johannes Automatic plant disease diagnosis using mobile capture devices, applied on a wheat use case [Text] // *Comput Electron Agric*, 138 (2017), pp. 200–209
13. F. Qin Identification of alfalfa leaf diseases using image recognition technology [Text] / F. Qin, D. Liu, B. Sun, L. Ruan, Z. Ma, H. Wang // *PLoS ONE*, 11 (2016), pp. 1–26, 10.1371/journal.pone.0168274.
14. Haiguang W. Image Recognition of Plant Diseases Based on Principal Component Analysis and Neural [Text] / Haiguang Wang, Guanlin Li, Zhanhong Ma, Xiaolong Li // *Networks, 8th International Conference on Natural Computation (Chongqing, China)*. — 2012 — P. 246–251.
15. Khondker Rawan Hamid Implementation of Fuzzy Aided Kalman Filter for Tracking a Moving Object in Two-Dimensional Space [Text] / *International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems* Vol. 18, No. 2, June 2018, pp. 85–96 — <http://doi.org/10.5391/IJFIS.2018.18.2.85>
16. Турыгин В.С. Способ распознавания болезней растений по текстурным признакам с использованием нечёткой логики [Текст] / В.С. Турыгин и Аль-Винди Басим Х.М.А. // *Инженерный вестник Дона*. 2019. № 3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2019/5846
17. Yang CC Recognition of weeds with image processing and their use with fuzzy logic for precision farming / CC Yang, S Prasher, JA Landry, J Perret // *Canadian Agricultural Engineering*. 2000. № 42(4). С. 195–200. URL: https://www.researchgate.net/publication/299009533_Recognition_of_weeds_with_image_processing_and_their_use_with_fuzzy_logic_for_precision_farming
18. Sannakki S Leaf Disease Grading by Machine Vision and Fuzzy Logic / S Sannakki, V Nargund, V Rajpurohit, A Kumar // *International Journal of Computer Technology Application*, 2 (5), 1709–1716, 2011 URL: https://www.researchgate.net/publication/264887802_Leaf_Disease_Grading_by_Machine_Vision_and_Fuzzy_Logic

© Гавриш Михаил Константинович (mihail.gavrish@mail.ru), Алейников Александр Федорович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Новосибирский государственный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КОНСТРУКТА «ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННАЯ СИСТЕМА» МЕТОДАМИ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Емельянов Игорь Валерьевич

Аспирант, Московский финансово-юридический университет; консультант, НП ЦИВТ «Концепт»
iemelyanov@acconcept.ru

Кучкаров Захирджан Анварович

К.т.н., д.э.н., профессор, Московский физико-технический институт; директор, НП ЦИВТ «Концепт»
kuchkarov@acconcept.ru

RESEARCH AND INTERPRETATION OF THE «PURPOSE-ORIENTED SYSTEM» CONSTRUCT USING METHODS OF CONCEPTUAL ANALYSIS

**I. Emelyanov
Z. Kuchkarov**

Summary. Purpose of the research. Formation of a holistic construct “purpose-oriented system” and its interpretation in subject areas by methods of conceptual analysis, demonstration of the possibility of a holistic design of organizational management systems in various fields and scales.

Methods. The description of the management system in the work of S. Optner was taken as the basis. During modeling, the “process” construct was used, which allows taking into account the total input and total output of management functions. The obtained elements are interpreted on two control objects — the processes of socio-economic systems.

Result. A process description of the model of a purpose-oriented system is obtained. The control object is abstract in nature; it can be represented as a technical or socio-economic system. The model contains twenty-one elements, divided into two main blocks, which make it possible to present the designed system of organizational management in the form of a process description and obtain a complete range of management functions. Six main management processes are identified: obtaining a sample of the output of the control object, comparing the output sample and the model of the desired output, assessing the criticality of differences, forming a set of alternatives for solving the problem, choosing a method for solving the problem, forming and application of a control action. The model of a purpose-oriented system is interpreted on the example of two processes of socio-economic systems: the field development process and enterprise processes in terms of the age composition of the personnel.

Keywords: control theory, system analysis, methods of conceptual analysis and designing, feedback.

Аннотация. Цель исследования. Формирование целостного конструкта «целенаправленная система» и его интерпретирование в предметных областях методами концептуального анализа, демонстрация возможности целостного проектирования систем организационного управления в различных сферах и масштабах.

Методы. За основу принято описание системы управления в работе Оптнера С. При моделировании использован конструкт «процесс», позволяющий учитывать полный вход и полный выход функций управления. Полученные элементы проинтерпретированы на двух объектах управления — процессов социально-экономических систем.

Результат. Получено процессное описание модели целенаправленной системы. Объект управления носит абстрактный характер, в его качестве может быть представлена техническая или социально-экономическая система. Модель содержит двадцать один элемент, разбитый на два основных блока, позволяющих представить проектируемую систему организационного управления в виде процессного описания и получить полную номенклатуру функций управления. Получено шесть главных процессов управления: получение выборки выхода объекта управления, сравнение выборки выхода и модели желаемого выхода, оценка критичности различий, формирование набора альтернатив решения проблемы, выбор метода решения проблемы, формирование и ввод управляющего воздействия. Модель целенаправленной системы интерпретирована на примере двух процессов социально-экономических систем: процесса разработки месторождения и процессов предприятия в части возрастного состава персонала.

Ключевые слова: теория управления, системный анализ, методы концептуального анализа и проектирования, обратная связь.

Введение

Понятие «системы управления» в организациях рассмотрено авторами, заложивших понятийные основы общей теории систем, такими как Клир Дж. [5], Эшби У.Р. [14], затем получив многочисленные переизложения, такие как в работе Алиева В.Г. [1].

Развитие математических методов позволило углубить теорию систем. Однако, основной упор при исследованиях делается на обеспечение математической основы для принятия решений: применение математической статистики и теории вероятностей — Кимбелл Дж.Е. и Морз Ф.М. [4], Гуд Г.Х. и Макол Р.Э. [2]; асимптотического анализа и методов оптимизации — Моисеев Н.Н. [11], Поляк Б.Т., [13], Михалевич В.С. и Волкович В.Л. [10], Квейд Э. [3]. Указанные методы ориентированы на исследование только одной функции управления — «выбора из альтернатив», но не полноты всех функций управления для проектирования организаций.

Наиболее подробно понятие «системы управления» описано в работе Оптнера С. «Системный анализ для решения проблем бизнеса и промышленности» [12]. В данном исследовании за основу взята именно данная трактовка. В предисловии к работе Оптнера [12, с. 9] Никаноров С.П. конспективно приводит все описание модели системы управления. Важность данной модели в том, что любого из перечисленных ее элементов при проектировании социально-экономических систем приводит к дефекту контура управления, то есть потере управляемости.

При создании социально-экономических систем контроль за целостностью и полнотой процессов управления не обеспечивается, поскольку целостное определение модели управления либо неизвестно, либо не применяется. Практика анализа существующих систем управления (в том числе государственных) подтверждает это обстоятельство.

Модели управления с обратной связью имеют прикладную ценность до тех пор, пока проектировщик владеет их понятийным аппаратом и имеет достаточные средства интерпретации, то есть способен идентифицировать соответствующие процессы в предметных областях. В социально-экономических системах возможна как совокупность независимых контуров управления (в таком случае выявлять и удерживать модельную структуру легче), но чаще встречаются ситуации, в которых многочисленные контуры пересекаются аспектно, по функциям или по методам. Сложные предметные области включают системы понятий из разных дисциплин, которые необходимо непротиворечиво соотносить друг с другом, также раскрывать до достаточного уровня кон-

кретности. В силу этого проектирование социально-экономических систем нуждается в дальнейшей конструктивизации и развитии модели управления.

Словесное описание концепции обратной связи в работе Оптнера [12] хоть и является самодостаточным, но ее неформальное применение не позволяет соотносить и контролировать понятия проектируемой сферы. От данного описания необходимо перейти к процессному описанию, а затем к численной экспликации модели.

В данной статье приведена сформированная *модель целенаправленной системы* (ЦНС), которая основана на классической модели управления с обратной связью, дополненной до процессной целостности. Ключевое требование конструкта «процесс» — удержание полного входа и полного выхода позволит получить полную номенклатуру функций управления и провести их целостную интерпретацию при проектировании социально-экономических систем в конкретной предметной области.

Элементы
целенаправленной системы

Управление возможно только в контексте деятельности, направленной на достижение цели — определенно-го результата, получение которого важно для некоторого субъекта (индивида, группы, организации, государства и пр.). Необходимость в управлении обусловлена неопределенностью получения результата. В ином случае никакого управления не требуется — результат гарантированно возникнет. Для получения результата субъект использует свои возможности, к которым относятся, например, ресурсы, материалы, труд.

Таким образом, управление необходимо постольку, поскольку некоторым субъектом осуществляется изменение, заключающееся в преобразовании его имеющихся возможностей в результат, соответствующий цели субъекта, и это изменение не предопределено, то есть является альтернативным. Данная деятельность субъекта рассматривается с помощью понятия процесса. *Процесс* представляется как отношение входа, выхода и изменения.

- ◆ Вход процесса — все то (элементы входа), что необходимо для протекания процесса, что преобразуется в ходе процесса.
- ◆ Выход процесса — все то (элементы выхода), что получается из входа в ходе процесса.
- ◆ Изменение — то, что преобразует вход в выход.

Система управления (контур управления), состоит из двух блоков — блока наблюдения и идентификации проблемы и блока решения проблемы.



Рис. 1. Процессная схема целенаправленной системы

Блок наблюдения и идентификации проблемы представлен следующей последовательностью связанных процессов:

- ◆ получение выборки выхода объекта управления (наблюдение):
 - ◆ вход: продукт объекта управления;
 - ◆ выход: описание продукта — фактические значения тех характеристик продукта, которые входят в МЖВ;
- ◆ сравнение выборки выхода и модели желаемого выхода:
 - ◆ вход: МЖВ и описание продукта;
 - ◆ выход: описание отклонений — значения характеристик различий описания продукта и МЖВ;
- ◆ оценка критичности различий (определение критичности проблемы управления):
 - ◆ вход: описание отклонений и критерии критичности отклонений;
 - ◆ выход: проблема управления.

Блок решения проблемы включает следующие процессы:

- ◆ формирование набора альтернатив решения проблемы:
 - ◆ вход: область возможных вариаций объекта управления; проблема управления;
 - ◆ выход: альтернативы решения проблемы — управляющие воздействия, устраняющие проблему управления;
- ◆ выбор метода решения проблемы:
 - ◆ вход: альтернативы решения проблемы и критерии выбора управляющего воздействия;
 - ◆ выход: выбранная альтернатива решения проблемы;
- ◆ формирование и ввод управляющего воздействия (реализация принятого решения):
 - ◆ вход: выбранная альтернатива решения проблемы.
 - ◆ выход: объект управления, измененный в соответствии с выбранной альтернативой решения проблемы.

Таким образом вводится ключевая для исследования понятийная схема — целенаправленная система (см. Рисунки 1).

На основе введенных сущностей формулируется *задача управления* — совокупность объекта управления, заданной для этого объекта управления модели желаемого выхода, заданных критериев принятия решения при выборе метода решения проблемы из множества альтернатив.

ЦНС в общем случае содержит *шесть функций управления*: наблюдение, сравнение, оценка, генерация альтернатив, выбор, формирование и ввод управляющего воздействия.

Если отсутствует альтернативность в возможном воздействии на объект управления, то в контур управления не следует включать генерацию альтернатив и выбор альтернативы решения проблемы.

Важно отметить, что, если одна из функций управления не выполняется, то контур управления разрывается, и функция управления в целом не выполняется.

Моделирование функций управления для организаций

В организации может быть множество объектов управления. Используя модель целенаправленной системы, необходимо проанализировать все такие процессы. Важно принять решение о том, являются ли существенными возможные отклонения в характеристиках продукта этих процессов и важно ли управлять этими характеристиками. При ответе на этот вопрос необходимо также оценить ресурсы, которые потребуются для осуществления такого управления, и сравнить стоимость этих ресурсов с ущербом от возможным нарушением требуемых значений целевого выхода. Если отклонения существенные, а стоимость ресурсов не превосходит возможный ущерб, то в модель организации должны быть внедрены соответствующие функции управления и реализующие их методы. Должны быть установлены также критерии выбора для принятия решений в контуре управления, то есть полностью определена задача управления.

Далее приведены результаты моделирования функций управления для двух процессов организаций.

Модель системы управления процессом разработки месторождения

Процессная схема системы управления процессом разработки месторождения изображена на Рисунке 2.

- ◆ Объект управления: Процесс разработки месторождения

- ◆ Вход: Проект месторождения, оборудование, персонал, строительные материалы.
- ◆ Выход: Параметры состояния разрабатываемого месторождения.

Функции управления:

- ◆ Получение выборки выхода: Формирование отчета о наблюдаемых параметрах разрабатываемого месторождения.
 - ◆ Внешний вход: Структура данных МЖВ — Поля/реквизиты ежемесячного эксплуатационного рапорта.
 - ◆ Выход: Выборка выхода объекта управления — Ежемесячный эксплуатационный рапорт.
- ◆ Сравнение выборки выхода и МЖВ: Анализ значений параметров разрабатываемого месторождения.
 - ◆ Внешний вход: МЖВ — Плановые параметры разрабатываемого месторождения.
 - ◆ Выход: Различия выборки выхода и МЖВ — Аналитическая справка о текущих параметрах разрабатываемого месторождения.
- ◆ Оценка критичности различий: Оценка критичности расхождений фактических и плановых параметров разрабатываемого месторождения.
 - ◆ Внешний вход: Критерии критичности различий — Нормативно закрепленные допуски расхождения плановых и фактических параметров разрабатываемого месторождения.
 - ◆ Выход: Проблема — «Фактические параметры не соответствуют плановым, требуется уменьшить невязку фактической и прогнозной добычи».
- ◆ Формирование набора альтернатив: Улучшение гидродинамической модели месторождения, разработка Плана мероприятий по воздействию на месторождение.
 - ◆ Внешний вход: Критерии отсева альтернатив — «Новая гидродинамическая модель должна давать совпадение плана добычи с фактом».
 - ◆ Выход: Набор альтернатив — Проекты программ (мероприятий):
 - ◆ Повышение нефтеотдачи пласта.
 - ◆ Поддержание пластового давления.
 - ◆ Газификация добычи нефти.
- ◆ Выбор метода решения проблемы: Утверждение Плана мероприятий по воздействию на месторождение.
 - ◆ Внешний вход: Критерии выбора метода:
 - ◆ Риски мероприятий.
 - ◆ Общая стоимость мероприятий.
 - ◆ Общий срок реализации мероприятий.
 - ◆ Выход: Выбранный метод — План мероприятий по воздействию на месторождение.

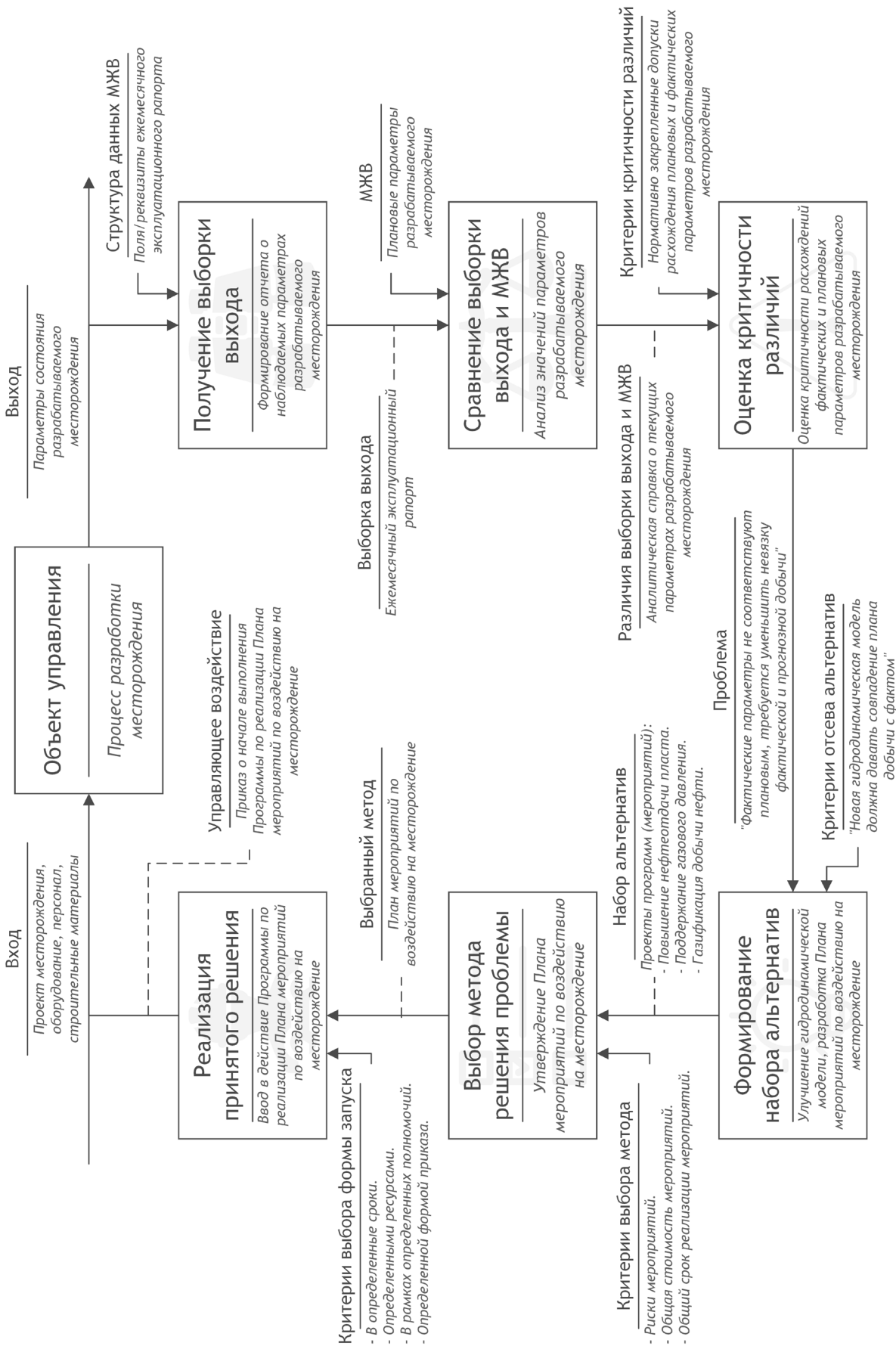


Рис. 2. Процессная схема системы управления процессом разработки месторождения

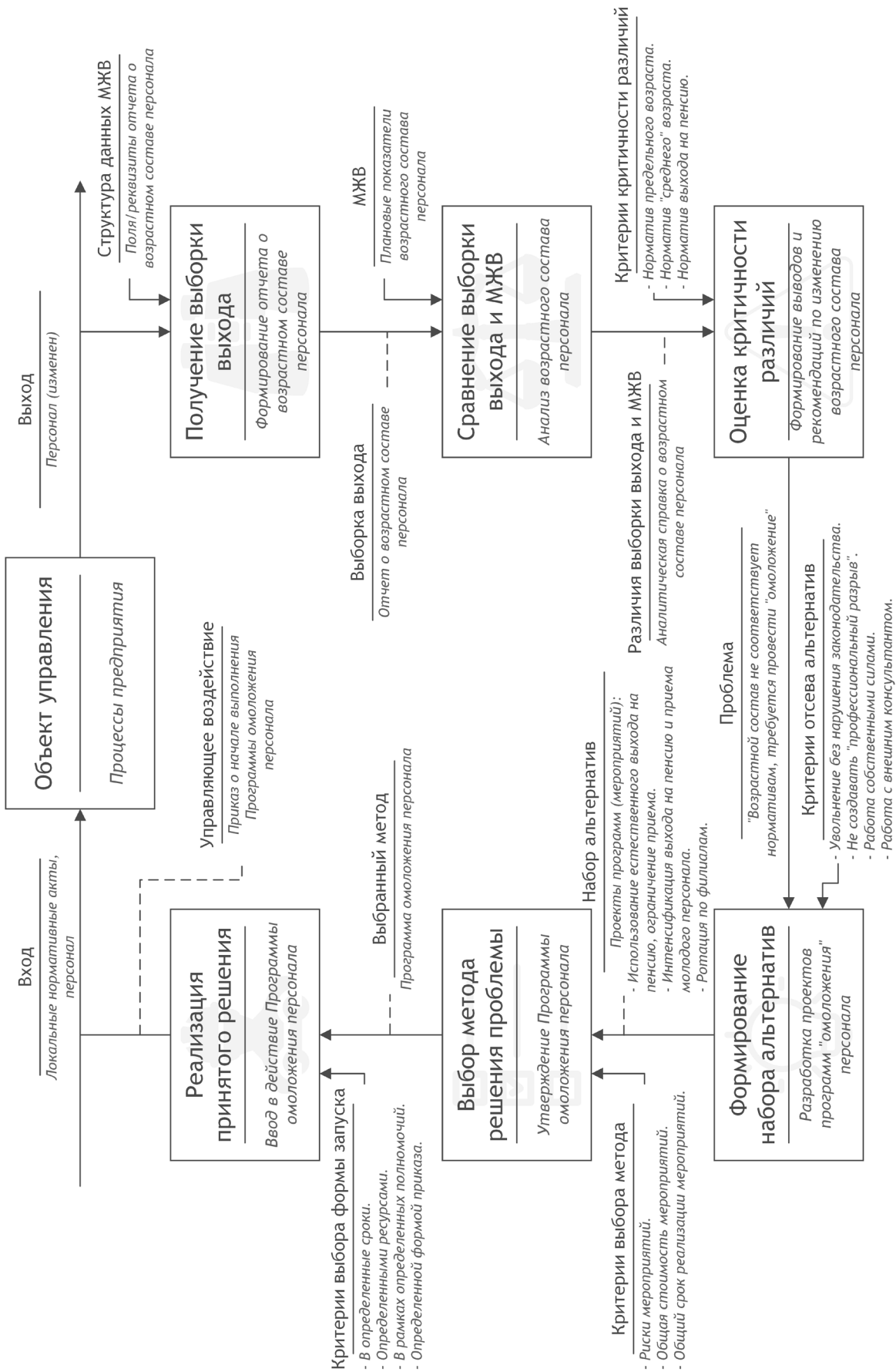


Рис. 3. Процессная схема системы управления возрастным составом персонала предприятия

- ◆ Реализация принятого решения: Ввод в действие Программы по реализации Плана мероприятий по воздействию на месторождение.
- ◆ Внешний вход: Критерии выбора формы запуска:
 - ◆ В определенные сроки.
 - ◆ Определенными ресурсами.
 - ◆ В рамках определенных полномочий.
 - ◆ Определенной формой приказа.
- ◆ Выход: Управляющее воздействие — Приказ о начале выполнения Программы по реализации Плана мероприятий по воздействию на месторождение.

Модель системы управления возрастным составом персонала предприятия

Процессная схема системы управления возрастным составом персонала предприятия на Рисунке 3.

- ◆ Объект управления: Процессы предприятия
 - ◆ Вход: Локальные нормативные акты, персонал.
 - ◆ Выход: Персонал (изменен).
- ◆ *Функции управления:*
- ◆ Получение выборки выхода: Формирование отчета о возрастном составе персонала.
 - ◆ Внешний вход: Структура данных МЖВ — Поля/реквизиты отчета о возрастном составе персонала.
 - ◆ Выход: Выборка выхода объекта управления — Отчет о возрастном составе персонала.
- ◆ Сравнение выборки выхода и МЖВ: Анализ возрастного состава персонала.
 - ◆ Внешний вход: МЖВ — Плановые показатели возрастного состава персонала.
 - ◆ Выход: Различия выборки выхода и МЖВ — Аналитическая справка о возрастном составе персонала.
- ◆ Оценка критичности различий: Формирование выводов и рекомендаций по изменению возрастного состава персонала.
 - ◆ Внешний вход: Критерии критичности различий:
 - ◆ Норматив предельного возраста.
 - ◆ Норматив «среднего» возраста.
 - ◆ Норматив выхода на пенсию.
 - ◆ Выход: Проблема — «Возрастной состав не соответствует нормативам, требуется провести «омоложение».
- ◆ Формирование набора альтернатив: Разработка проектов программ «омоложения» персонала.
 - ◆ Внешний вход: Критерии отсева альтернатив:
 - ◆ Увольнение без нарушения законодательства.

- ◆ Не создавать «профессиональный разрыв».
- ◆ Работа собственными силами.
- ◆ Работа с внешним консультантом.
 - ◆ Выход: Набор альтернатив — Проекты программ (мероприятий):
 - ◆ Использование естественного выхода на пенсию, ограничение приема.
 - ◆ Интенсификация выхода на пенсию и приема молодого персонала.
 - ◆ Ротация по филиалам.
- ◆ Выбор метода решения проблемы: Утверждение Программы омоложения персонала.
 - ◆ Внешний вход: Критерии выбора метода:
 - ◆ Риски мероприятий.
 - ◆ Общая стоимость мероприятий.
 - ◆ Общий срок реализации мероприятий.
 - ◆ Выход: Выбранный метод — Программа омоложения персонала.
- ◆ Реализация принятого решения: Ввод в действие Программы омоложения персонала.
 - ◆ Внешний вход: Критерии выбора формы запуска:
 - ◆ В определенные сроки.
 - ◆ Определенными ресурсами.
 - ◆ В рамках определенных полномочий.
 - ◆ Определенной формой приказа.
 - ◆ Выход: Управляющее воздействие — Приказ о начале выполнения Программы омоложения персонала.

Выводы

Концептуальная схема ЦНС может быть использована для анализа широкого класса функционирующих систем управления. В этом случае *дается характеристика этой системы управления с точки зрения полноты реализации функций управления.*

В данной модели заданы логические основания для получения полной номенклатуры функций управления. В качестве объекта управления может рассматриваться любой процесс, удовлетворяющий требованиям целесообразности, непредопределенности, наблюдаемости и управляемости.

На основании ЦНС для заданной деятельности может быть спроектирована система управления. Для этого каждый из процессов управления должен стать объектом нормативного проектирования. Данные процессы должны стать функциями определенного количества исполнителей с определенными компетенциями, а объекты входов и выходов должны получить документальное воплощение в проектируемых социально-экономических системах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев В.Г. Теория организации. М.: Экономика, 2003. — 431 с.
2. Гуд Г.Х., Макол Р.Э. Системотехника. Введение в проектирование больших систем. — М.: Советское радио, 1962. — 383 с.
3. Квейд Э. Анализ сложных систем. — М.: Советское радио, 1969. — 520 с.
4. Кимбелл Дж.Е., Морз Ф.М. Методы исследования операций. — М.: Советское радио, 1956. — 307 с.
5. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. — М.: Радио и связь, 1990. — 544 с.
6. Кучкаров З.А. Методы концептуального анализа и синтеза в теоретическом исследовании и проектировании социально-экономических систем: Учебное пособие. В 2-х т. — Т. 1. Методология концептуального анализа и синтеза. Методология концептуального проектирования систем организационного управления. Организационное консультирование. — М.: Концепт, 2008. — 264 с.
7. Кучкаров З.А. Методы концептуального анализа и синтеза в теоретическом исследовании и проектировании социально-экономических систем: Учебное пособие. В 2-х т. — Т. 2. Альбом концептуальных схем. — М.: Концепт, 2008. — 236 с.
8. Кучкаров З.А. Роль и место стратегического планирования в управлении // Управленческое консультирование. Научно-практический журнал Северо-Западной академии государственной службы. — 2005. — № 4. — С. 130–163.
9. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: Учебник. — М.: Логос, 2000. — 296 с.
10. Михалевиц В.С., Волкович В.Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. — М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. — 288 с.
11. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. — М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. — 488 с.
12. Оптнер С. Системный анализ для решения проблем бизнеса и промышленности, М.: Концепт, 2003. — 206 с.
13. Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию. — М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. — 384 с.
14. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. — М.: Иностранная литература, 1959. — 432 с.
15. Янг С. Системное управление организацией. — М.: Советское радио, 1972. — 456 с.
16. Kuchkarov Z.A., Nikanorov S.P. Issledovanie sotsial'no-ekonomicheskikh sistem: Metodologiya. Teoriya. Sledstviya, Moscow: Kontsept, 2007.
17. Kuchkarov Z.A. Strategicheskoe planirovanie i upravlenie organizatsiy: metodologicheskie materialy, Moscow: Kontsept, 2004.

© Емельянов Игорь Валерьевич (iemelyanov@acconcept.ru), Кучкаров Захирджан Анварович (kuchkarov@acconcept.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

DOI10.37882/2223–2966.2022.07.10

ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОКРЫТИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

TRAINING OF A NEURAL NETWORK TO DETERMINE DAMAGE TO THE COATING OF VARIOUS SURFACES

T. Ziyazetdinov
B. Latypov
A. Muhetdinov

Summary. This article describes the creation and operation of a neural network that can detect visible damage to various surfaces and be used to prevent the consequences of fatigue failure of various kinds of structures due to cracks due to external and internal factors of influence.

Keywords: neural network, damage, surface, dataset, machine learning, sampling.

Зиязетдинов Тимур Рифович

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет»
ziyazetdinov.timur@gmail.com

Латыпов Булат Фиделевич

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет»
Linksmtv@gmail.com

Мухетдинов Амир Русланович

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет»
amir.muhetdinov@yandex.ru

Аннотация. Данная статья описывает создание и работу нейронной сети, которая способна определять видимые повреждения различных поверхностей и может использоваться для предотвращения последствий усталостного разрушения разного рода конструкций из-за возникновения трещин вследствие внешних и внутренних факторов воздействия.

Ключевые слова: нейронная сеть, повреждение, поверхность, датасет, машинное обучение, выборка.

Введение

В настоящее время ежегодно растет объем строительства разного рода зданий и сооружений. Вместе с тем растет объем работ по диагностике и поддержанию конструкций в надлежащем состоянии, поскольку это напрямую влияет на обеспечение должных условий работы и жизни человека. Данная работа рассматривает внедрение ПО на основе нейронных сетей в структуру диагностики и анализа качества покрытий для увеличения эффективности за счет снижения времени необходимого для обработки информации, благодаря использованию вычислительных мощностей компьютеров и других видов ЭВМ.

1. Описание датасета

Для обучения нейросети был выбран датасет, который состоит из фотографий поверхностей, часть которых имеют явные признаки внешнего разрушения, кон-

кретно — трещины (рис. 1). Выборка состоит из порядка 40000 цветных фотографий разрешением 300*300 пикселей. В целях проверки работы программы фотографии были разбиты на три группы — обучающую, тестовую и валидационную.

2. Описание кода

Нейросеть написана на базе языка программирования Python с использованием различных библиотек, таких как tensorflow, numpy, pandas и других [1].

Написание НС происходило в следующей последовательности шагов:

1. Определение классов фотографий (с трещинами / без трещин), указание путей к выборкам (рис. 2).
2. Отображение соотношения количества фотографий каждого из классов (рис. 3).
3. Использование метода flow_from_dataframe для создания обучающего, тренировочного и валидационного датасетов (рис. 4).

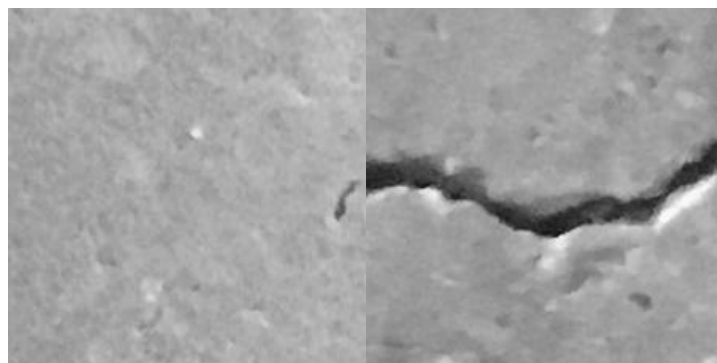


Рис. 1. Пример фотографий из обучающей выборки

```
train_img_path=pathlib.Path(train_data_path)
train_images=list(train_img_path.glob('*/*'))

positive=pathlib.Path('C:/Users/ OneDrive/Рабочий стол/data/training/positive')
positive=list(positive.glob('*'))
negative=pathlib.Path('C:/Users/ OneDrive/Рабочий стол/data/training/negative')
negative=list(negative.glob('*'))
```

Рис. 2. Команда определения пути к обучающим выборкам

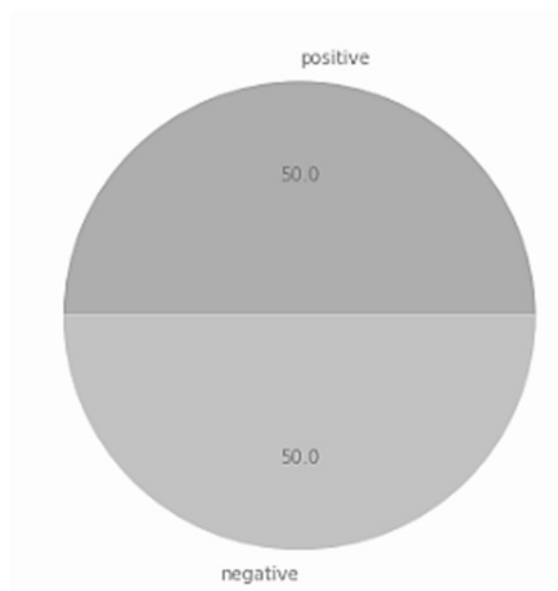


Рис. 3. Круговая диаграмма, отражающая соотношение фотографий двух классов в выборке

```

BATCH_SIZE=32
INPUT_SHAPE=(180,180)

datagen1=ImageDataGenerator(rescale=1./255,horizontal_flip=True,zoom_range=0.4,shear_
range=0.3)
datagen2=ImageDataGenerator(rescale=1./255)

train_ds=datagen1.flow_from_directory(train_img_path,shuffle=True,target_size=INPUT_S
HAPE,batch_size=BATCH_SIZE,class_mode='sparse')

validation_ds=datagen2.flow_from_directory(validation_img_path,shuffle=True,target_si
ze=INPUT_SHAPE,batch_size=BATCH_SIZE,class_mode='sparse')

prediction_imgs=list(prediction_img_path.glob('*'))

```

Рис. 4. Команда формирования выборок для обучения

```

def get_data(path):
    X=[]
    for i in path:
        img=load_img(i,target_size=(180,180),color_mode='rgb')
        img=img_to_array(img)
        img=img/255
        X.append(img)
    X=np.asarray(X)
    return X

test_ds=get_data(prediction_imgs)

```

Рис. 5. Команда создания функции для формирования валидационного датасета

```

INPUT_SHAPE=INPUT_SHAPE+(3,)

cnn=Sequential()
cnn.add(layers.Conv2D(filters=64,kernel_size=(4,4),activation='relu',input_shape=INPU
T_SHAPE))
cnn.add(layers.MaxPool2D(pool_size=(2,2)))
cnn.add(layers.Conv2D(filters=128,kernel_size=(4,4),activation='relu'))
cnn.add(layers.MaxPool2D(pool_size=(2,2)))
cnn.add(layers.Conv2D(filters=64,kernel_size=(4,4),activation='relu',))
cnn.add(layers.MaxPool2D(pool_size=(2,2)))
cnn.add(layers.Conv2D(filters=64,kernel_size=(4,4),activation='relu'))
cnn.add(layers.MaxPool2D(pool_size=(2,2)))
cnn.add(layers.Dropout(0.3))
cnn.add(layers.Flatten())
cnn.add(layers.Dense(units=128,activation='relu'))
cnn.add(layers.Dropout(0.4))
cnn.add(layers.Dense(units=6,activation='softmax'))

```

Рис. 6. Структура модели обучаемой нейросети

```

cnn.compile(optimizer='adam',loss='sparse_categorical_crossentropy',metrics=['accuracy'])

history=cnn.fit(train_ds,steps_per_epoch=100,epochs=10,validation_data=validation_ds)

```

Рис. 7. Команда компилирования модели нейросети

```

Epoch 1/10
100/100 [=====] - 37s 372ms/step - loss: 0.7491 - accuracy:
0.5481 - val_loss: 0.6560 - val_accuracy: 0.4997
Epoch 2/10
100/100 [=====] - 31s 306ms/step - loss: 0.9415 - accuracy:
0.6569 - val_loss: 0.6914 - val_accuracy: 0.4988
Epoch 3/10
100/100 [=====] - 30s 301ms/step - loss: 0.7011 - accuracy:
0.4899 - val_loss: 0.7082 - val_accuracy: 0.4997
Epoch 4/10
100/100 [=====] - 30s 300ms/step - loss: 0.6968 - accuracy:
0.4859 - val_loss: 0.6929 - val_accuracy: 0.5003
Epoch 5/10
100/100 [=====] - 30s 300ms/step - loss: 0.6956 - accuracy:
0.4953 - val_loss: 0.7123 - val_accuracy: 0.4997
Epoch 6/10
100/100 [=====] - 29s 287ms/step - loss: 0.6958 - accuracy:
0.5041 - val_loss: 0.6896 - val_accuracy: 0.5002
Epoch 7/10
100/100 [=====] - 29s 286ms/step - loss: 0.5882 - accuracy:
0.6644 - val_loss: 0.2800 - val_accuracy: 0.9001
Epoch 8/10
100/100 [=====] - 29s 288ms/step - loss: 0.1999 - accuracy:
0.9384 - val_loss: 0.0369 - val_accuracy: 0.9671
Epoch 9/10
100/100 [=====] - 30s 295ms/step - loss: 0.0877 - accuracy:
0.9722 - val_loss: 0.0122 - val_accuracy: 0.9816
Epoch 10/10
100/100 [=====] - 29s 288ms/step - loss: 0.1089 - accuracy:
0.9722 - val_loss: 0.1167 - val_accuracy: 0.9846

```

Рис. 8. Результаты обучения нейросети

```

plt.imshow(test_ds[8000])
plt.xlabel(labels[predict[8000]])
plt.xticks([])
plt.yticks([])
plt.show()

```

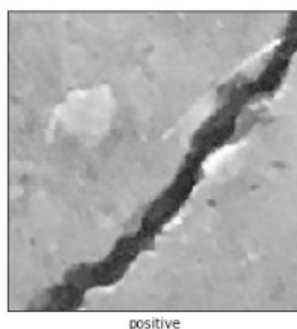


Рис. 9. Команда вывода фотографии с трещиной и предсказания наличия повреждений

```
plt.imshow(test_ds[50])
plt.xlabel(labels[predict[50]])
plt.xticks([])
plt.yticks([])
plt.show()
```

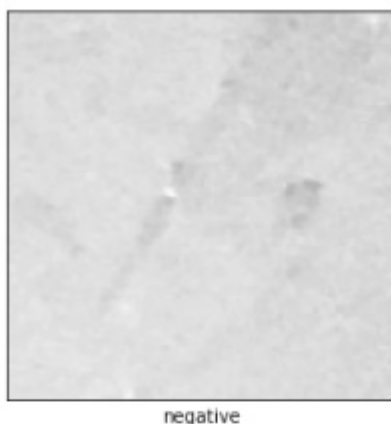


Рис. 10. Команда вывода фотографий без трещины и предсказания наличия повреждений

4. Создание функции загрузки фотографий из датасетов в систему нейросети (рис. 5).
5. Описание модели создаваемой нейросети, добавление сверточных и полносвязных слоев, указание количества и конфигурации ядер (рис. 6).
6. Компиляция и обучение нейросети. Указание количества эпох и шагов обучения. В нашей модели в качестве оптимизатора использовался алгоритм «Adaptive Moment Estimation», в качестве функции потерь использовалась функция `sparse_categorical_crossentropy` [2]. Результаты обучения получали в виде процентов точности определения наличия повреждений (рис. 7).

По итогам обучения полученная точность составила 98,46% (рис. 8).

7. Проверка точности обучения нейросети путем ручного выбора фотографии из выборки с трещиной (рис. 9) и без (рис. 10).

ВЫВОД

По результатам выполненной работы была получена ИС на основе обученной нейросети, способная отличать изображения целой поверхности от поверхности, на которой имеются видимые повреждения, например, трещины. В конце обучения точность работы нейросети достигла 98,46%. В перспективе написанная ИС может быть использована в качестве инструмента контроля, диагностики и анализа состояния поверхностей строений жилищного и производственного фонда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гудфеллоу Я. Глубокое обучение: книга / пер с англ. А.А. Слинкина. — 2-е изд., — М.: Издательство «ДМК Пресс». — 2018. — 652 с.
2. Николенко С. Глубокое обучение: книга — СПб.: Издательство «Питер». — 2018. — 480 с.

© Зиязетдинов Тимур Рифович (ziyazetdinov.timur@gmail.com),

Латыпов Булат Фиделевич (Linksmtv@gmail.com), Мухетдинов Амир Русланович (amir.muhetdinov@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРОБЛЕМА ИНТЕГРАЦИИ ЗАЩИЩЕННОЙ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РОБОТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕХАНИЗМОВ ЗАЩИТЫ

THE PROBLEM OF INTEGRATION OF THE PROTECTIVE ROBOT OPERATION SYSTEM WITH THE USE OF PROTECTION MECHANISMS

G. Ivanov

Summary. The robotic operating system (ROS) is one of the most popular platforms for implementing robot control systems and software development. However, the ROS was created for a research and development purpose and was not designed for use in a commercial industry, so this system does not provide any protection methods. This is due to the fact that regulatory protection methods require certain resources to function, which is revealed in the form of increased productivity and performance efficiency, and also leads to an increase in delays in the processing of control signals. To date, a general solution has not yet been created to close all vulnerabilities in ROS, since the practical implementation of the robot system is unique and requires a personalized approach, identification of priority threats and performance restrictions on danger.

This article describes a robot based on ROS, the power to increase productivity, reveals the relevance of the “man in the middle” attack, uses the selection of protection mechanisms against this attack and an assessment of their impact on the performance of the robot.

Keywords: robotic operating system, performance, achievements, protection mechanisms, evaluation.

Иванов Глеб Олегович

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет
gleb_molodoi5@mail.ru

Аннотация. Роботизированная операционная система (РОС) является одной из самых популярных платформ для реализации систем управления роботами и разработки программного обеспечения. Однако, РОС изначально создавалась для научно-исследовательских задач и не предполагалась для использования в коммерческой индустрии, ввиду чего в данной системе не предусмотрены какие-либо методы защиты. Это объясняется тем, что традиционные методы защиты требуют определенных ресурсов для функционирования, что выливается в виде дополнительных нагрузок и снижения производительности, а также приводит к появлению задержек при обработке управляющих сигналов. На сегодняшний момент еще не создано единого решения для закрытия всех уязвимостей в РОС, поскольку, каждая практическая реализация операционной системы роботов уникальна и требует персонализированного подхода, ввиду наличия приоритетных угроз и ограничений по нагрузке на производительность.

В данной статье приводится описание робота на базе РОС, имеющего ограничения по снижению производительности, подтверждается актуальность атаки “человек посередине”, проводится подбор механизмов защиты от данной атаки и оценивается их влияние на производительность робота.

Ключевые слова: роботизированная операционная система, производительность, ограничения, механизмы защиты, оценка влияния.

Введение

По своей задумке механизмы защиты должны интегрироваться в платформу РОС и вносить структурные изменения в процессы хранения и обработки данных, не изменяя ключевых особенностей архитектуры. Это позволяет добавить промежуточные вычислительные этапы способные обеспечить защиту от большинства известных атак, при этом не создавая изменений в логике работы РОС. Однако, не существует одного универсального механизма для закрытия всех известных уязвимостей. Различными группа разработчиков ведется создание множества механизмов защиты, имеющих свои сильные и слабые стороны.

Ключевым недостатком разработанных механизмов защиты является использование традиционных методов

защиты по умолчанию. Такие решения как использование криптографии для шифрования данных, использование рукопожатий для проведения аутентификации, применения кэширования для проверки целостности данных и другие, обеспечивают защиту в ущерб производительности. Так, в попытке защитить платформу РОС от широкого спектра атак традиционными методами, разработчики механизмов идут против основной концепции РОС, ставя задачу обеспечения защиты выше производительности. [1]

В ситуациях, когда РОС функционирует в условиях наличия требований к производительности, применение механизмов, использующих традиционные методы защиты, может само по себе создать условия возникновения инцидента, без необходимости участия злоумышленника, против которого и вводятся механизмы защи-

ты. Особо серьезно это касается роботов на базе РОС, которые активно взаимодействуют с людьми.

1. Описание модели применения робота на базе РОС

В качестве объекта исследования выберем промышленного робота-манипулятора модели "M-900iB/280", от компании "FANUC", используемого на химическом производстве для совершения манипуляций с опасными веществами, работающего на базе РОС.

Данный тип робота обладает полностью модернизированной рукой, обеспечивающую максимальную жесткость конструкции. Один из его ключевых показателей — очень высокий уровень статической податливости. Благодаря этому качеству робот идеально подходит для решения задач, требующих высокой точности.

Робот работает вместе с людьми и выполняет определенные манипулятивные действия, например, подъем и фиксацию, перемещение объекта в пространстве. Всякий раз, когда человек приближается к роботу, тот должен замедляться или даже останавливаться, если человек находится слишком близко. Для контроля скорости робота существует области, которые для простоты обозначим номерами от 0 до 2, где 0 означает отсутствие человека, 1 означает нахождение человека в зоне совместной работы (работа с пониженной скоростью), а 2 означает нахождение человека в опасной зоне (робот полностью останавливается). Робот оснащен датчиками, которые фиксируют и обрабатывают данные об окружении, в частности, о попадании человека в одну из пронумерованных областей.

Сеть состоит из самого робота, двухдиапазонного маршрутизатора, который позволяет подключаться по беспроводной сети к компьютеру вне робота, и внешнего сервера, который выполняет определенные действия. Робот общается с сервером через темы РОС.

Алгоритм контроля скорости робота строится следующим образом:

- ◆ Датчики фиксирует человека в 0 области или ни в какой другой, робот работает с нормальной скоростью, датчики не передают сообщения;
- ◆ Датчики фиксируют попадание человека в 1 или 2 область и начинают постоянно генерируют сообщения размером 3 КБ с текущем положением человека;
- ◆ Сообщения обрабатываются платформой РОС и передаются встроенным в робота узлам, отвечающим за изменение его скорости;
- ◆ Узлы робота изменяют скорость в соответствии с полученными сообщениями;

- ◆ РОС отправляет сообщение серверу об изменении скорости робота;
- ◆ Сервер может прислать ответное сообщение с повышенным приоритетом, самостоятельно устанавливая скорость робота.

Области контроля скорости данной модели робота рассчитаны таким образом, что если датчики непрерывно генерируют 140.000 сообщений размером 3 КБ и передают их узлам, отвечающим за изменение скорости робота, с частотой 200 Гц, то они должны быть переданы не более чем за 10 мс, при допустимой потере сообщений не более 0,1% от общего количества. Если данное условие не выполняется, то считается, что человек смог попасть во 2 область и робот не успел полностью остановиться, что создает угрозу опасности для жизни человека.

2. Алгоритм проведения атаки

Целью атаки является незаметно перехватить, изменить и заблокировать сообщения между сервером и роботом, чтобы создать аварийную ситуацию. Имея злоумышленника в той же сети что и узлы РОС, мы можем использовать атаку "человек по середине" чтобы передать все данные с сервера через компьютер злоумышленника, предварительно проанализировав и модифицировав их.

Атака проводилась в три этапа: сначала проводится анализ сети, затем перехватывались данные, и, наконец, был получен контроль над передачей данных.

Анализ сети проводился с использованием инструмента nmap для поиска IP-адресов сервера и робота. С IP-адресами злоумышленник знает расположение двух концов TCP-соединения, по которым передаются целевые данные.

Как только IP-адреса конечных точек были обнаружены, была запущена атака "человек посередине", чтобы поместить компьютер злоумышленника между этими точками. Злоумышленник отправлял вредоносный TCP-пакет на широковещательный канал маршрутизатора, с установленным флагом SYN, после получения ответа с флагами SYN+ACK производилась отправка пакета ACK, содержащего легитимный порядковый номер на подключение. Подобрать номер удалось с помощью полученного ответа, где содержался данный номер, уменьшенный на единицу. Теперь компьютер злоумышленника соединен с роботом и сервером.

Последним шагом потребовалось включить IP-переадресацию, чтобы убедиться, что полученные пакеты

будут перенаправлены в исходное место назначения. Теперь, когда данные проходят через машину злоумышленника, нужен способ изменить или заблокировать их. Для этого использовалась библиотека Linux под названием Netfilter Queue. С помощью этого инструмента можно создавать правила прохождения трафика и обработки пакетов через машину злоумышленника.

В результате реализованной атаки “человек посередине”, компьютер злоумышленника получил возможность просматривать и изменять весь проходящий трафик между роботом и сервером. Для создания аварийной ситуации с роботом злоумышленник может подделать сообщение от лица сервера и изменить скорость работы робота, тем самым создав угрозу для человека, находящегося непосредственно вблизи, в областях 1 или 2.

3. Подбор механизмов защиты

Для защиты робота от атаки “человек посередине” можно использовать один из следующих механизмов защиты:

Securing ROS. Дополнение к API и экосистеме ROS, разработанное для закрытия основных уязвимостей ROS. Обеспечивает безопасность транспортного уровня (TLS) для всех сокетов ROS, создает доверительные цепочки между узлами используя сертификат x.509, определяет пространство имен и разрешенные роли для ограничения узлов ROS.

Secure ROS. Решение предоставляет альтернативные версии пакетов ROS, которые обеспечивают безопасную связь между узлами. Основной упор сделан на обеспечение безопасного соединения для обычных пользователей, для чего вводится IP-расширение безопасности (IPSec). IPSec используется в транспортном режиме, таким образом шифруя и аутентифицируя полезную нагрузку передаваемых сообщений. Кроме того, транспортный и прикладной уровень защищаются хэшем, поэтому, они не могут быть изменены извне.

SECURE-ROS-TRANSPORT. Архитектура работает на уровне приложений, используя выделенный сервер аутентификации, обеспечивая безопасную связь между узлами ROS, используя криптографические методы, обеспечивая конфиденциальность и целостность данных. Данная реализация включает модификацию основных пакетов ROS и обеспечивает создание защищенного канала связи, позволяющего узлам ROS безопасно обмениваться сообщениями. Для TCP используется TLS, а для UDP используется DTLS, что позволяет повысить защищенность связи между главным и побочными узлами. [2]

4. Оценка влияния механизмов на производительность

Для проведения оценки будем осуществлять передачу сообщений между узлами робота со следующими параметрами:

1. Тип сообщения: string;
2. Размер сообщения: 3 КБ;
3. Количество отправляемых сообщений: 140.000;
4. Частота отправки: 200 Гц.

В итоге, были получены следующие результаты:

Перед отправкой 140000 сообщений размером 3 КБ каждому механизму потребовалось дополнительное время на обработку данных. Чистая версия ROS обеспечила задержку в 0,288 мс. Задержка Securing ROS была выше на 4102,778% от значения чистой версии ROS, Secure ROS — выше на 121,153%, Secure-ROS-Transport — выше на 4082,292%.

Затраченное время отправки всех сообщений для чистой версии ROS составило 3,615 мс. Затраченное время Securing ROS было больше на 807,441% от значения чистой версии ROS, Secure ROS — больше на 330,776%, Secure-ROS-Transport — больше на 760,775%.

В результате невозможности поддерживать заданную частоту в 200 Гц и разовых ошибок на уровне программы, присутствовала потеря пакетов. Чистая версия ROS смогла передать все 140.000 без потерь. Securing ROS смог передать на 39,234% меньше от значения чистой версии ROS, Secure ROS — меньше на 0,002%, Secure-ROS-Transport — меньше на 33,701%.

ИТОГИ

Для исследуемой модели системы робота на основе ROS была успешно реализована атака “человек посередине”. Для обеспечения защиты от выявленной угрозы был определен и интегрирован перечень механизмов защиты, использующих традиционные методы защиты по умолчанию.

Проведенная оценка производительности каждого механизма показала, что их наличие приводит к созданию значительной нагрузки на систему. Расчет затраченного времени и потери пакетов позволил определить, что для заданной модели робота на базе ROS, механизмы защиты Securing ROS, Secure ROS и Secure-ROS-Transport не могут использоваться, поскольку, их влияние на производительности приводит к нарушению ограничений для областей контроля скорости робота-манипулятора, тем самым создавая условия для возникновения угрозы опасности для жизни человека, находящегося вблизи робота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Дибер, Б. Брейлинг, С. Таурер, С. Качянка, С. Расс и П. Шартнер. Безопасность операционной системы робота. Робототехника и автономные системы, 98: 192–203, 2017.
2. П. Эстефо, Дж. Симмондс, Р. Роббс и Дж. Фабри. Операционная система робота: повторное использование пакетов и динамика сообщества. Журнал систем и программного обеспечения, 151: 226–242, 2019.

© Иванов Глеб Олегович (gleb_molodoi5@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РОБОТОВ

Иванов Глеб Олегович

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет
gleb_molodoi5@mail.ru

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE SECURITY OF THE OPERATING SYSTEM OF ROBOTS

G. Ivanov

Summary. The Robot Operating System (ROS) was not created for wide distribution outside of research laboratories, which is why the emphasis on ensuring the security of the platform was not made by its developers. However, now that this platform has been actively used to launch commercial robots in open networks, the issues of network security, user authorization, differentiation of access rights to resources, etc., have rapidly come to the fore. Despite the great advantages of ROS in creating a convenient user interface for developers and architecture aimed at achieving high platform performance, the lack of security leads to the emergence of vulnerabilities, using which attackers can gain access to ROS-based robots and cause serious damage.

This article provides a comprehensive assessment of the security of the operating system of robots based on the architecture of the platform, including the identification of current problems, vulnerabilities, threats and risks.

Keywords: robotic operating system, comprehensive assessment, security, problems, vulnerabilities, threats, risks.

Аннотация. Операционная система роботов (РОС) создавалась не для широкого распространения за пределами исследовательских лабораторий, ввиду чего акцент на обеспечение безопасности платформы ее разработчиками не делался. Однако теперь, когда эта платформа стала активно применяться для запуска коммерческих роботов в открытых сетях, вопросы обеспечения безопасности сети, авторизации пользователей, разграничения прав доступа к ресурсам и т.д., стремительно вышли на передний план. Несмотря на большие преимущества РОС по созданию удобного пользовательского интерфейса для разработчиков и архитектуры направленной на достижения высокой производительности платформы, недостаточный уровень безопасности приводит к появлению уязвимостей, воспользовавшись которыми злоумышленники могут получить доступ к роботам на базе РОС и причинить серьезный ущерб.

В данной статье проводится комплексная оценка безопасности операционной системы роботов на основе архитектуры платформы, включающая определение актуальных проблем, уязвимостей, угроз и рисков.

Ключевые слова: роботизированная операционная система, комплексная оценка, безопасность, проблемы, уязвимости, угрозы, риски.

Введение

Согласно концепции безопасности РОС, можно судить о критически низком уровне защищенности платформы [1]. Архитектурные особенности платформы были заложены с целью достижения задач производительности и удобства использования РОС для написания программного обеспечения роботов.

Широкое распространение РОС в коммерческом секторе создает новые условия ее использования, которые никак не учитывались ее разработчиками. Теперь любая ошибка, возникшая на платформе, может привести к ущербу, размер которого может быть огромным. В зависимости от сферы применения, это могут быть значительные денежные убытки, к примеру, если из-за ошибки робот-манипулятор не сможет собирать детали, производство в котором он участвует может полностью остановиться. В более серьезных случаях ошибка может стоить человеческой жизни, например, если она приве-

дет к сбою робота-хирурга во время проведения операции на пациенте.

К возникновению ошибок могут привести не только сбои платформы, но и ранее не учитываемый фактор — злоумышленник. Теперь, когда РОС начинает функционировать в области общедоступных открытых сетей, появляется значительная угроза, исходящая именно от угрозы постороннего вмешательства. Зная какой ущерб это может причинить, возникает необходимость определить каким актуальным угрозам может быть подвержена платформа РОС, чтобы иметь возможность разработать меры для противостояния им.

Проведение комплексной оценки защищенности РОС позволит понять каким актуальным угрозам в информационном пространстве может быть подвержена платформа, чтобы иметь представление о том, какие решение следует применять для ее защиты.

1. Анализ проблем операционной системы роботов

Проблемы РОС не ограничиваются лишь одним аспектом. Они могут использовать любые существующие уязвимости платформы и привести к тому, что ущерб будет нанесен не только самой платформе, но и также роботу под ее управлением. Цепочка последствий может продолжаться и дальше, в результате приведя к худшему сценарию — созданию роботом опасности для человеческой жизни.

Актуальными являются следующие проблемы:

- ◆ Отсутствие защищенной сети, которая делает связь между узлами небезопасной и подверженной различным атакам;
- ◆ Отсутствие идентификации пользователей, в следствии которой невозможно установить кто получает физический доступ к платформе;
- ◆ Отсутствие аутентификации узлов, что приводит к несанкционированному доступу с использованием стандартных тем сообщений;
- ◆ Отсутствие конфиденциальности из-за передачи сообщений в открытом виде, без применения криптографических алгоритмов, что приводит к перехвату и раскрытию информации;
- ◆ Отсутствие проверки целостности, вызванной использованием протокола без кэширования и проверки контрольных сумм, в результате чего сообщения могут быть скомпрометированы;
- ◆ Отсутствие разграничения доступа к ресурсам, в результате чего конфигурация платформы может быть изменена пользователями, не имеющими на то прав;
- ◆ Отсутствие механизма самовосстановления делает платформу не способной противостоять продолжительным во времени атакам, ухудшающим производительность платформы из-за ее неспособности своевременно отреагировать на ошибки и сбои.
- ◆ Отсутствие обновлений текущих версий РОС приводит к появлению устойчивых уязвимостей. Проблема связана с тем, что для РОС еще не было разработано стабильной версии. Вместо исправления уязвимостей для текущей версии, разработчики выпускают новую, учитывая все найденные проблемы, но оставляя старые версии без исправлений;
- ◆ Отсутствие IDS-решений делает невозможным обнаружение сигнатур и поиск аномального поведения, что приводит к повышенной угрозе заражения вредоносным ПО;
- ◆ Отсутствие тестирования на проникновение приводит к возникновению угроз безопасности стабильных соединений узлов;

2. Анализ уязвимостей операционной системы роботов

Роботизированные системы подвержены различным уязвимостям, которые могут повлиять на их работоспособность как с точки зрения производительности, так и обеспечения безопасности обрабатываемых данных. Уязвимости могут привести к частичному или полному отказу функционала платформы.

Актуальными являются следующие уязвимости:

- ◆ Уязвимости сети из-за отсутствия мер обеспечения безопасности связи, делающих платформу уязвимой для различного рода проводных и беспроводных атак, таких как прослушивание трафика, “человек по середине”, сканирование системы, подмена данных и т.д.;
- ◆ Уязвимость обновления включает в себя отсутствие постоянных обновлений библиотек. Библиотека от независимого издателя может содержать критические бреши, через которые злоумышленник может провести атаку на узел, подписавшийся на соответствующую тему библиотеки. В силу обстоятельств, издатель может оказаться недобросовестным, в результате чего бреши в библиотеке останутся без изменений;
- ◆ Уязвимость программного кода заключается в отсутствии тестирования и оценивания его на наличие ошибок кодирования или совместимости. Если протокол обмена сообщениями между узлами полностью соблюдается, то по подписке узлу может быть передан программный код, который не может быть корректно скомпилирован, что повлияет на производительность платформы;
- ◆ Уязвимость узлов состоит в том, что по модели подписки на заданную тему злоумышленник может выполнить атаку типа “отказ в обслуживании”. Если узел является издателем, то на него может одновременно подписаться огромное количество узлов, для каждого из которых потребуется обработать запрос, установить соединение и передать сообщения. Если узел является подписчиком, то при наличии подписки на определенную тему, он может начать получать огромное количество сообщений с данной темой, которые потребуется обработать;
- ◆ Уязвимость гетерогенности сети состоит в наличии ошибок в относительно новых языках программирования, которые поддерживаются платформой, что может привести к возникновению каскадного эффекта, поскольку, порты для поддержки новых языков программирования также находятся в разработке;
- ◆ Уязвимость управления заключается в отсутствии службы контроля за приоритетом выполнения

операций. Ошибочная последовательность запуска критических узлов может привести к нарушениям в работоспособности платформы.

3. Анализ угроз операционной системы роботов

Угрозы могут исходить из разных источников, будучи являясь частью киберпреступлений, кибервойн, кибершпионажа или даже кибертерроризма.

К актуальным источникам угроз относятся:

- ◆ Инсайдеры. Это, как правило, мошенники или ненадежные сотрудники, которые стремятся либо украсть конфиденциальную информацию платформы, либо проникнуть внутрь, помогая аутсайдерам проводить свои атаки удаленно, злоупотребляя привилегиями. Инсайдеры также могут нанести физический ущерб через прямое подключение к платформе;
- ◆ Аутсайдеры стремятся получить доступ к платформе удаленно, через общественную сеть Интернет. Их целью является получение доступа к информации для вызова сбоев или нарушения работоспособности платформы путем внедрения поддельных или вредоносных данных;
- ◆ Конкуренты. Обычно конкуренты преследуют цель сохранить лидирующие позиции в области робототехники. Многие их методы могут опираться на взаимодействие через инсайдеров с целью осуществления промышленного шпионажа через утечки конфиденциальных документов или нанесение репутационного ущерба;
- ◆ К некомпетентным разработчикам относятся плохие производители или программисты, которые неосознанно допускают ошибки при установке или настройке платформы, а также в результате написания программного кода, в последствии, приводящих к возникновению ошибок функционирования платформы;
- ◆ Некомпетентные пользователи могут неосознанно допускать ошибки в результате эксплуатации платформы из-за невнимательности или недостаточного объема знаний. В редких случаях пользователь может злонамеренно пытаться использовать платформу, с целью нанести ей ущерб из личных побуждений;
- ◆ Киберпреступники, включая хакеров, целью которых является применение своих возможностей для реализации кибератаки путем сканирования, поиска пробелов в безопасности или уязвимостей программного обеспечения платформы;
- ◆ Организованные преступники, в отличие от киберпреступников, проводят осознанное вторжение с целью получения физического доступа

к платформе и ее компонентам для их последующего похищения и продажи;

- ◆ Злонамеренные разработчики специально оставляют бэкдоры в конфигурации платформы для удаленного получения доступа к информации без ведома ее владельца. Кроме того, они могут проводить сбор конфиденциальной и не конфиденциальной информации на платформе в автоматическом режиме и периодически отправлять ее в виде отчетов. На самом деле многие разработчики специально оставляют дефекты в программной структуре, чтобы при необходимости воспользоваться ими как черным ходом для восстановления доступа к платформе;
- ◆ Спонсируемые государством хакеры обычно вербуются для проведения кибератак с целью выполнения оборонительных или наступательных задач, приводящих к получению политической выгоды. Целью таких атак являются сферы значительного влияния, где применяется платформа, например, оборонная. Так, атака на платформу может привести к выведению из строя военного робота, утечке секретной информации;
- ◆ Террористы преследуют цели взлома платформы для получения доступа к военным роботам или промышленным, преимущественно используемых на объектах критической инфраструктуры. Цели взлома направлены на выведение платформы из строя, что позволит создать аварийную ситуацию опасную для жизни людей и окружающей инфраструктуры. Как правило, террористы стремятся нанести наибольший деструктивный ущерб;
- ◆ Шпионы постоянно используются для проведения кибершпионажа и диверсионных операций, как правило, между соперничающими странами. Их отличительной чертой является высокий профессионализм и неясность преследуемых целей, которые напрямую зависят от поставленных им задач. Атака шпионов в киберпространстве могут носить каскадный характер и длиться продолжительное время. Объектами атаки могут стать любые сферы применения платформы, как правило для того, чтобы найти устойчивые точки входа и постепенно наращивать потенциал шпионажа.

Исходя из существующих проблем безопасности платформы, злоумышленникам доступны разные типы угроз, которые способны оказать разный эффект на платформу и роботов под ее управлением. Выбор типа угрозы напрямую зависит от того, кто будет являться ее источником.

К актуальным типам угроз относятся:

- ◆ Беспроводные помехи. Связь между узлами платформы может быть подвержена различным

атакам на доступность, которые могут привести к возникновению помех, нарушающих или прерывающих соединение по сети. Это может привести к полной или частичной потере связи с узлами;

- ◆ Разведка и сканирование. Платформа подвержена различным аналитическим атакам, целью которых является оценка уровня ее защищенности, сбор информации об используемых программных модулях, поиск адресов задействованных узлов, сбор данных об актуальной версии и т.д. Полученные данные могут позволить обнаружить уязвимости и бреши в платформе, которые могут быть использованы для проведения будущих атак;
- ◆ Раскрытие информации. Создание каналов утечки информации, может проводиться как через физическое взаимодействие с платформой, так и удаленно, с помощью кибератак. Полученная информация может быть и конечной, и промежуточной целью. Во втором случае также создаются условия для проведения будущих атак;
- ◆ Нарушение привилегий. События, когда неавторизированные пользователи нарушают физическую или логическую связь между элементами управления платформы, чтобы получить несанкционированный доступ для выполнения неразрешенных задач для их уровня привилегий;
- ◆ Сбор информации. В отличие от разведки и сканирования, данный тип угрозы направлен не напрямую к платформе, а к окружающей ее элементам информационной среды. Так, сбор может происходить через утечку данных от операторов платформы, побочное излучение физических объектов, с помощью которых поддерживается платформа, и так далее;
- ◆ Перехват информации. За счет отсутствия защиты сети и шифрования проходящих по ней сообщений, возникает возможность проведения различных атак перехвата и задержки информации, которые могут привести к полному нарушению конфиденциальности, целостности и доступности;
- ◆ Модификация информации. Угроза, реализуемая теми же способами, что перехват, но с дополнительным последующим шагом — модификацией или подменой полезной нагрузки перехваченных сообщений. Модификация может позволить дальше оставаться злоумышленнику незамеченным, а также нанести большей вред самой платформе;
- ◆ Отслеживание и мониторинг. Через уязвимости отдельных библиотек может осуществляться мониторинг информации, передаваемой узлом, использующим данную библиотеку. Сбор информации происходит тайно и долгое время оставаться нераскрытым.

Фактически, перечисленные типы угроз затрагивают напрямую безопасность именно самой платформы РОС, что в результате отражается и на связанных с ней элементах. Следует заметить, что отдельные типы угроз могут быть направлены не на саму платформу, а на обрабатываемую в ней конфиденциальную информацию. Отсюда возникают следующие типы угроз информации:

- ◆ Угроза конфиденциальности. Сюда относится, помимо использования вредоносных программ для пассивного анализа трафика (например, подслушивание), кража конфиденциальных данных, внедрение вредоносного кода, раскрытие конфиденциальной информации, атака по побочным каналам излучения, фишинг и так далее;
- ◆ Угроза целостности. Включает в себя активный анализ трафика (например, "человек посередине"), слежку, подмену и модификацию данных, внедрение вредоносных программ, внедрение ложных данных, физическую или логическую компрометацию обрабатывающей платформы, использование бэкдоров, руткитов, повышение привилегий и так далее;
- ◆ Угроза доступности. Состоит из кражи служебных данных, отказа в обслуживании или прерывания работы, нарушения или прерывания сетевого взаимодействия, истощения ресурсов и переполнения буфера, создания помех, внедрения вредоносных программ и вирусов, физического ущерба обрабатывающей платформе, повторные атаки и так далее;
- ◆ Угроза аутентификации. Структура объединяет использование вредоносных сторонних приложений и сервисов, методы фишинга, злоупотребление привилегиями, кражи ключей доступа, отсутствие надлежащего контроля доступа, развертывание поддельных узлов и так далее.

4. Анализ рисков операционной системы роботов

При возникновении различных проблем безопасности и кибербезопасности платформы, связанных с наличием актуальных угроз и уязвимостей, появляются риски способные привести к возникновению негативных последствий.

Актуальными являются следующие риски:

- ◆ Системные недостатки безопасности. Эти риски влияют на нормальную обработку и производительность платформы, а также могут стать следствием нарушения производственных и промышленных процессов, что приведет к финансовым потерям. Также, это может повлечь за собой блокировку платформы, перехват информации, утечку данных;

- ◆ Бэкдоры. Плохо сконфигурированные пакеты со сторонним доступом приводят к появлению различных атак через бэкдор или с использованием руткитов. Это позволит собрать информацию об активных узлах в платформе, поставить их на мониторинг и начать сбор конфиденциальной информации;
- ◆ Удаленный доступ. Открытые по умолчанию порты в платформе могут привести к получению злоумышленниками удаленного доступа, что позволит им провести успешную кибератаку. Также, риск удаленного доступа связан с использованием портов по умолчанию, что может привести к таргетированной атаке;
- ◆ Кража устройств. Поскольку для практического применения платформы требуется физическое устройство (робот), на базе которого будет функционировать платформа, существует риск получения несанкционированного доступа путем кражи физического оборудования. Злоумышленник получит возможность деаутентифицировать легитимных пользователей;
- ◆ Поддельные пакеты. Платформа поддерживает интеграцию программного обеспечения сторонних специалистов, в связи с чем злоумышленники могут замаскировать вредоносный код под легитимный пакет. В состав такого пакета для отвлечения может входить рабочий программный код, но при этом параллельно будет работать и вредоносная часть кода, к примеру, состоящая из программ-вымогателей, бэкдоров, шпионских программ, ботнетов, червей, троянов и так далее. Пока пакет выполняет полезную нагрузку и не привлекает к себе внимания, в это время

атаке может подвергаться конфиденциальная информация;

- ◆ Резервное восстановление. Отсутствие надлежащего и проверенного резервирования данных может привести к их повреждению и потере, в случае возникновения сбоев в работе платформы. Фактически, без резервных копий данных любая атака может вывести платформу из режима нормального функционирования и привести к ее полному отказу;
- ◆ Системный сбой. Во время проведения кибератак, платформа подвержена различным проблемам, включая возникновение крупных и каскадных сбоев, приводящих к нарушению ее функционирования. Неспособность своевременно реагировать на возникающие ошибки несет в себе накопительный эффект, перерастающий в эти самые сбои. [2]

ИТОГИ

Проведенная комплексная оценка безопасности РОС показала, что использование платформы в чистом виде является небезопасным и может повлечь за собой возникновение инцидентов за счет воздействия злоумышленника. Данная проблема делает маловероятным выбор платформы в качестве решения задач робототехнической области, особенно в коммерческой сфере, в связи с чем возникает потребность в разработке и использовании методик защиты РОС, способных обеспечить безопасность платформы и не допустить возникновения инцидентов в результате воздействия злоумышленника на платформу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ruffin White and Dr. Henrik I. Christensen. SROS: Securing ROS over the wire, in the graph, and through the kernel // Springer — 2018.
2. Jean-Paul A. Yaacoub, H. Noura, O. Salman, A. Chehab. Robotics cyber security: vulnerabilities, attacks, countermeasures, and recommendations // Springer — 2021.

© Иванов Глеб Олегович (gleb_molodoi5@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

DOI10.37882/2223–2966.2022.07.14

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОПЕРАТИВНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ НА НЕРЮНГРИНСКОЙ ГРЭС

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF A SYSTEM FOR MONITORING OPERATIONAL DATA FOR CONTROL OF ELECTRIC AND THERMAL CONDITIONS AT NERYUNGRINSKAYA GRES

I. Karkokha
V. Samokhina

Summary. This article discusses the process of developing the software and hardware and the user web interface for the monitoring system of operational data (electrical and thermal modes), in order to facilitate the control of the operating personnel.

Keywords: Python, Django, MQTT, Nginx, electrical and thermal parameters, JavaScript.

Каркоха Иван Сергеевич

Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова» в г. Нерюнгри
tetsik997@gmail.com

Самохина Виктория Михайловна

Доцент, Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова» в г. Нерюнгри
vsamokhina@bk.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс разработки программно-аппаратной части и пользовательского веб-интерфейса для системы мониторинга эксплуатационных данных (электрических и тепловых режимов), с целью облегчения ведения контроля оперативным персоналом.

Ключевые слова: Python, Django, MQTT, Nginx, электрические и тепловые параметры, JavaScript.

На Нерюнгринской ГРЭС применяется множество комплексов для мониторинга, контроля и хранения оперативных тепломеханических и электрических параметров:

- ◆ программно-аппаратный комплекс РСДУ-5, обеспечивающий исполнение функций оперативно-технологического контроля и управления в электроэнергетике для генерирующих и распределительных сетевых компаний, крупных промышленных предприятий и предприятий нефтедобывающей и нефтеперерабатывающих отраслей;
- ◆ программный комплекс схема потребления тепла (СПТ) программа контроля параметров теплоносителя по очередям теплотрасс г. Нерюнгри. Программа предназначена для диспетчера района тепловых сетей;
- ◆ программный комплекс LERS, предназначенный для коммерческого учета тепла.
- ◆ Удобство мониторинга, оперативным персоналом, данных комплексов, затруднено следующими причинами:
- ◆ множество отвлекающих, не первостепенных параметров;
- ◆ в момент переключения между окнами, которые закрывают другие комплексы, оперативный персонал теряет из вида важные параметры;

- ◆ при обслуживании оборудования данных комплексов, нет резервирования важных параметров.
- ◆ Таким образом, необходимо объединение данных режимов единым интерфейсом и вынесение их на отдельное информационное табло.

Нами были выделены следующие составляющие:

Электрический режим: показания мощности работы турбинных генераторов, передаваемая мощность на линиях электропередач, напряжение, частота сети, суммарный переток.

Температурный режим: температура теплоносителя, расход тепла в час, массовый расход, и давление.

Этапы программной реализации можно разделить на разработку программно-аппаратной части и пользовательского веб-интерфейса.

Исходя из требований разработки, локальный веб-интерфейс быть расположен на веб-сервере, используя следующие технологии:

Nginx — это высокопроизводительный сервер, который реализует функции прокси для веб-серверов и почтовых серверов и потребляет очень мало системных ресурсов.

```

client.on('connect', function () {
  client.subscribe([
    «CET/1/0/0», /*!топики*/
    «CET/1/0/4»,
    ///
    «CET/202/0/4»,
    «CET/201/0/10»
  ]);
});

```

Рис. 1. Подписка на топики

```

client.on('message', function (topic, message) {
  sub = topic.split('/')[1];
  pid = topic.split('/').pop();
  panel = $('server.' + sub + '[data-id=»' + pid + '»]');
  ///
  if (!isNaN(parseFloat(data)) && (parseFloat(sub) < 20))
    panel.find('.value').text((parseFloat(data) * 0.000315).toFixed(2));
  else if (!isNaN(parseFloat(data)) && (parseFloat(sub) > 200) &&
    (parseFloat(pid) != 10))
    ///
  });

```

Рис. 2. Преобразование данных

Systemd — подсистема инициализации и управления службами в Linux.

Gunicorn — WSGI-сервер, построенный таким образом, что с ним может взаимодействовать множество различных веб-серверов.

Была произведена установка интерпретатора объектно-ориентированного языка программирования Python 3.9 и прокси веб-сервера Nginx.

Далее, перейдя в каталог `www/home/code` и используя команду `gitclone`, клонировал, с сервиса `gillab`, «Чистый шаблон», включающий в себя следующие компоненты: `configsystemd`, `nginx`, `gunicorn` и `bash`-скрипт — `install.sh`, при помощи которого будет развернут веб-сервер.

Запустив `bash`-скрипт (`install.sh`) потребуется ввести домен зарегистрированный на DNS-сервере (`plazma.asu.ngres`), остальная конфигурация выполнится автоматически.

Приведем подробное описание того, какие команды исполняются при выполнении скрипта:

- ◆ `base_folder=`pwd | xargsbasename`` — получение текущей директории;
- ◆ `base_python_interpreter=»/home/www/python/bin/python3.9»` — путь, где лежит интерпретатор питона;
- ◆ `read-p"Your domain without protocol (or IP):`
`"project_domain` — запрашивает домен сохраняющую переменную;
- ◆ ``$base_python_interpreter-mvenv`` — создание виртуального окружения;
- ◆ `sourceenv/bin/activate` — запуск виртуального окружения;
- ◆ `pipinstall-r requirements.txt` — установка необходимых пакетов, заранее прописанных в файле `requirements`;
- ◆ `sed -i «s~dbms_template_domain~$project_domain~g» nginx/$base_folder.confsrc/config/settings.py` — заменяется название домена в конфигурационном файле `nginx` и `Django`;

```
<td class="col-xs-2">ТГ-1</td>
<td class="col-xs-2 server 1 text-right" data-id="0">
<span class="value">0</span>
</td>
<td class="col-xs-2">МВт</td>
```

Рис. 3. Рендеринг преобразованных данных

ИД	МВт	МВАр
ТГ-1	0	0
ТГ-2	164.92	39.40
ТГ-3	173.89	46.49
Л-201	17.35	22.68
Л-202	14.95	17.51
U-110	121.59	
U-220	243.19	

Рис. 4. Окно «Электрические параметры»

- ◆ `sed-i»s~dbms_template_domain~$project_domain~g»nginx/$base_folder.confsrc/config/settings.py` — Устанавливает ссылку на конфигурационный файл `nginx`;
- ◆ `sudo ln-s$project_path/systemd/$base_folder-gunicorn.service/etc/systemd/system/` — Устанавливает ссылку на конфигурационный файл `system`.

Была проведена проверка работоспособности службы с помощью команды `systemctl status plasma-gunicorn`.

Убедившись, что служба запущена, запустил стартовую страницу пустого проекта Django, вписав домен, который указывался при запуске `bash`-скрипта, поисковую строку браузера.

На этом разработку «Программно-аппаратной части» можно считать завершённой.

На этапе создания проекта при помощи скрипта автоматического разворачивания веб-сервера, используя модуль `pip`, был установлен `framework Django 4.0.4`. Для создания в структуре проекта Django каталога с конфигурационными файлами выполнил команду в запущенном виртуальном окружении `«django-`

`adminstartprojectconfig»`, результатом команды является каталог, в котором располагаются стандартные Django-файлы. Для того чтобы создать приложение, была выполнена терминальная команда `«python manage.py startapp app»`, организующую структуру каталогов приложений Django. Следующим шагом являлось написание Django шаблонов и реализация верстки веб-страниц. Помимо этого, с официального сайта, был установлен, `css-фреймворк Bootstrap`. Так как в Django статические файлы (`css, js, картинки, видео файлы`), обычно, помещаются в специальной папке — `static`, было необходимо ее создать и поместить в нее, скаченные ранее `Bootstrap файлы`.

На следующем этапе разработки были решены следующие задачи: подключение к серверу очередей, получение и преобразование данных и их рендеринг. Так как база данных не предусматривалась для данной системы, было необходимо организовать подключение к серверу очередей напрямую из приложения. В ходе поисков оптимального варианта для разрешения поставленной на текущем этапе разработки задачи, была обнаружена, и в последствии использована в итоговом варианте системы, библиотека, написанная на JavaScript: `MQTT.js`. Это клиентская библиотека для протокола MQTT, написанная на JavaScript для браузера. Натекущее время, это наиболее широко используемая библиотека для работы с MQTT брокерами.

Благодаря однопоточной функции JavaScript MQTT.js является полностью асинхронным клиентом MQTT. MQTT.js поддерживает MQTT/TCP, MQTT/TLS, MQTT/WebSocket, а степень поддержки в различных операционных средах следующая:

- ◆ Браузер: MQTT через WebSocket.
- ◆ Node.js: MQTT, MQTT через WebSocket.

Для реализации подключения использовался метод — `mqtt.connect`, в котором указано:

- ◆ адрес брокера;
- ◆ логин;
- ◆ пароль;
- ◆ интервал между двумя переподключениями.

Этот метод открывает новое соединение MQTT с указанным брокером. Соединение устанавливается асинхронно, и любая функция, зарегистрированная с помощью `mqtt.connect()`, будет вызываться вне зависимости от того, будет ли попытка успешной или неудачной.

Следующим шагом, для достижения цели, поставленной на текущем этапе разработки, а именно получение из сервера очередей, параметров, было необходимо реализовать подписку на соответствующие топики. На рисунке 1 представлен пример подписки на топики, в которых хранятся электрические параметры.

На этом этапе, можно считать, что параметры из топиков уже получены, и их можно использовать, но перед

тем, как приступить к рендерингу, стоит упомянуть, что, некоторые данные (в основном электрические параметры) полученные, в результате подписки на топики, приходят в виде строки, в нечитабельном формате. Поэтому, из полученных строк требуется спарсить значения тех параметров, которые необходимо отобразить, и с помощью математических формул преобразовать верному формату. Преобразование данных представлено на рисунке 2

Преобразованные данные были отрендерены на веб-страницах следующим образом: в класс тега, для создания ячейки таблицы, `td` указано второе значение из топика, указывающее на номер счетчика, на который была осуществлена подписка, а в `data-id` передано крайнее значение указывающее на сам электрический или тепловой параметр. На рисунке 3 представлен наглядный пример реализации.

В ходе тестирования системы не было выявлено критических ошибок. На всех веб-страницах данные отображаются и обновляются в реальном времени, т.е. когда с счетчиков данные поступают на сервер очередями они моментально отобразятся на веб-страницах; все значения четко видны, цветовая схема не ослепляет персонал в ночное время; навигация, как и было заявлено, осуществляется с помощью отдельного клавиатурного блока (рис. 4).

В настоящее время система мониторинга внедрена в рабочий процесс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кириченко А.В. Динамические сайты на HTML, CSS, Javascript и Bootstrap. Практика, практика и только практика [Текст] / А.В. Кириченко, Е.В. Дубовик. — 2-е изд. — Санкт-Петербург: Наука и Техника, 2018. — 272 с. [Электронный ресурс] // Режим доступа свободный, URL: <https://www.labyrinth.ru/books/653502/>
2. Федоров Д.Ю. Программирование на языке высокого уровня Python: учебное пособие для прикладного бакалавриата / Д.Ю. Федоров. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 161 с.
3. Шелудько В.М. Основы программирования на языке высокого уровня Python: учебное пособие / В.М. Шелудько. — Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017. — 146 с.

© Каркоха Иван Сергеевич (tetsik997@gmail.com), Самохина Виктория Михайловна (vsamokhina@bk.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

DOI10.37882/2223–2966.2022.07.15

ВЛИЯНИЕ ШАГА РАСЧЕТНОЙ СЕТКИ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ОТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ

INFLUENCE OF COMPUTATIONAL GRID SPACE IN CONSTRUCTING BELONGINGNESS FUNCTIONS OF RELATIONSHIPS BETWEEN PETROPHYSICAL PARAMETERS

**P. Kozhevnikova
V. Kuntsev
A. Chuvashov**

Summary. The task of assessing the reliability of petrophysical models in the calculation of hydrocarbon reserves is one of the tasks solved under conditions of uncertainty. In conditions of uncertainty, fuzzy modeling technology can be used. The first stage of this technology is the construction of the membership function, which is based on the computational grid. The tasks that require consideration include the problem of selecting the optimal step of the computational grid. The article presents the results of the calculated membership functions of the relationships between the well logging and core parameters, built using different grid step frequencies, and the convolution of these relationships. During the experiments, the exponential model of the membership function was used. The effective parameter increased in proportion to the size of the computational grid. The results obtained in the course of the experiments make it possible to determine the reliability with greater accuracy, which reflects such a characteristic as the maximum value of the membership function of the predicted value, which was the ratio "porosity according to logging — water saturation" in this article. The maximum value of the reliability of this ratio increased from 0.741 to 0.754 with an increase in the grid size from 25×25 to 300×300, which in turn amounted to 1.7%. The article also concluded that the use of a grid of 1000 × 1000 or more is inappropriate, since it does not lead to significant changes, but increases the time spent on calculations.

Keywords: membership function, fuzzy relations, petrophysical parameters, computational grid, improving the quality of reliability assessment.

Кожевникова Полина Валерьевна

К.т.н., ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный
технический университет»
aira_dark@list.ru

Кунцев Виталий Евгеньевич

К.т.н., ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный
технический университет»
vkuntsev@ugtu.net

Чувашов Артур Александрович

ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический
университет»
achuvashov@ugtu.net

Аннотация. Задача оценки достоверности петрофизических моделей при подсчете запасов углеводородов относится к задачам, решаемым в условиях неопределенности. В условиях неопределенности можно воспользоваться технологией нечеткого моделирования. Первым этапом данной технологии является конструирование функции принадлежности, в основе которой лежит расчетная сетка. К задачам, требующим рассмотрения, относится задача подбора оптимального шага расчетной сетки. В статье представлены результаты рассчитанных функций принадлежности отношений между параметрами по ГИС и по керну, построенные с использованием разной частоты шага расчетной сетки, и свертка данных отношений. При проведении экспериментов использовалась экспоненциальная модель функции принадлежности. Эффективный параметр увеличивался пропорционально размеру расчетной сетки. Результаты, полученные в процессе проведения экспериментов, позволяют определить достоверность с большей точностью, что отражает такая характеристика, как максимальное значение функции принадлежности прогнозируемого значения, которым являлось в данной статье отношение «пористость по ГИС — водонасыщенность». Максимальное значение достоверности данного отношения увеличилось с 0.741 до 0.754 при увеличении размера сетки с 25×25 до 300×300, что в свою очередь составило 1.7%. Также в статье сделан вывод, что использование сетки 1000×1000 и более является нецелесообразным, так как к существенным изменениям не приводит, но повышает временные затраты на вычисления.

Ключевые слова: функция принадлежности, нечеткие отношения, петрофизические параметры, расчетная сетка, повышение качества оценки достоверности.

Введение

Оценка достоверности петрофизических параметров играет огромную роль при подсчете запасов углеводородов. Данная задача относится к задачам, решаемым в условиях неопределенности. Традиционно для решения данных задач используются статистические методы, но в последнее время для оценки достоверности все чаще используют методы, основанные на нечетком моделировании [1, 2, 3], так как при статистической обработке данных необходимо повторно проводить эксперименты, что не представляется возможным при решении задач нефтегазопромысловой отрасли. В связи с чем основой ошибочных заключений при оценке достоверности петрофизических параметров порой считается статистическая обработка информации. При решении задач, когда повторное проведение эксперимента не возможно, можно воспользоваться технологией нечеткого моделирования, которая обеспечивает снижение технико-экономических рисков, учитывая неоднородность структуры данных.

Особенностями измеренных петрофизических параметров «кern-кern» и «кern-ГИС», лежащих в основе формирования математических моделей в нефтегазовой отрасли, являются фрагментарность, неоднородность и неопределенность. Данная неопределенность в результате наследуется в конечных построениях.

Согласно технологии нечеткого моделирования [4, 5] достоверность значений петрофизических моделей отражает функция принадлежности, построение которой основано на покрытии исходных данных (измеренных значений параметров) $s^j \in S, j = 1 \div K$ прямоугольной сеткой S размером $N \times M$.

Не рассмотренным моментом остался подбор шага расчетной сетки, который может позволить получить более высокую разрешающую способность сетки и более точный результат вычисления, поэтому данная статья посвящена задаче подбора оптимального размера расчетной сетки. Научная новизна статьи заключается в выборе оптимальной частоты шага расчетной сетки, позволяющей повысить качество построения функций принадлежности отношений между петрофизическими параметрами, характеризующими среду на нефтегазоперспективность.

Цель исследования

Целью исследования является повышение качества оценки достоверности петрофизических моделей за счет изменения шага расчетной сетки.

Материал и методы исследования

Все расчеты производились в программе, разработанной авторами на языке программирования Matlab.

Для исследования в качестве материалов были выбраны два отношения между петрофизическими параметрами, характеризующие среду на нефтегазоперспективность:

1. Одновременно измеренные значения пористости по ГИС и пористости по керну (пористость по ГИС определяется по данным, полученным в результате интерпретации результатов геофизических исследований скважин; пористость по керну — в результате анализа кернового материала) (см. рисунок 1а). Данное отношение взято из [6].
2. Одновременно измеренные значения пористости по керну и остаточной водонасыщенности (остаточная водонасыщенность также определяется на основе анализа кернового материала) (см. рисунок 1б). Данное отношение получено из [7].

Данные, лежащие в основе исследования, образуют подмножество $A \subset S$. Функция принадлежности $\mu_A(s)$ для данных $s \in S$ рассчитывается по формуле:

$$\mu_A(s) = \frac{A^\varepsilon(s)}{\max_s [A^\varepsilon(s)]}$$

где функция $A^\varepsilon(s)$ есть поле рассеяния для $s^j \in S, j = 1 \div K$, которое соответствует условию:

$$\max_{\Delta S \in \varepsilon} |A^\varepsilon(s)\Delta S - A(\Delta S)| \leq \varepsilon,$$

где $A(\Delta S)$ — количество значений из $A \subset S$, целиком лежащее в ΔS .

Поле рассеяния вычисляется по формуле:

$$A^\varepsilon(s) = \sum_{k=1}^K \zeta(s^k) K(s^k, s),$$

где $K(s^k, s)$ — базисная система функций, $\zeta(s^k)$ — значения точечных источников.

Для оценки достоверности петрофизических моделей, как правило, в качестве базисной системы функций используется экспоненциальная модель, так как она имеет принцип максимальной энтропии:

$$K(s^k, s) = \frac{1}{\sqrt{pж}} \exp \left[\frac{-|s^k - s|^2}{ж^2} \right],$$

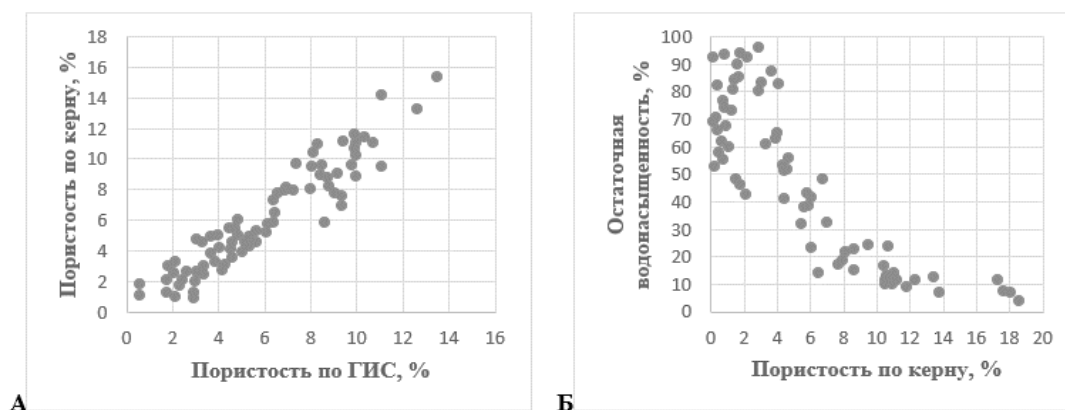


Рис. 1. Экспериментальные данные: а — одновременно измеренные значения параметров «пористость по ГИС» и «пористость по керну»; б — одновременно измеренные значения параметров «пористость по керну» и «остаточная водонасыщенность»

где η — параметр рассеяния.

Поле рассеяния, основанное на экспоненциальной модели, можно интерпретировать как диффузионное рассеяние точечных источников, расположенных в s^k , в бесконечном однородном фазовом пространстве параметров [8].

Таким образом, функция принадлежности представляет собой матрицу размером N на M , содержащую значения достоверности от 0 до 1. 0 означает, что параметры не могут принимать данные значения, а 1 — достоверность очень высока, что параметры примут данные значения.

Результаты исследования и их обсуждение

Для исследования влияния шага расчетной сетки при построении функций принадлежности исходных отношений между петрофизическими параметрами и отношения, полученного в результате выполнения свертки двух нечетких отношений, количество ячеек сетки принималось равным 25×25 (см. рисунок 2), 50×50 (см. рисунок 3), 300×300 (см. рисунок 4) и 1000×1000 (см. рисунок 5). Эффективный параметр изменялся пропорционально размеру сетки ($\eta = 0.75, 1.5, 9, 30$).

Расчет функций принадлежности отношения петрофизических параметров «пористость по ГИС» и «остаточная водонасыщенность» посредством промежуточного параметра «пористость по керну» выполнялся на основе композиции Мамдани (максиминной нечеткой свертки) [9]:

$$M_{A \circ R}(x, z) = \max_y [\min(M_A(x, y), M_R(y, z))].$$

Композиция Мамдани $M_A(x, y)$ и $M_R(y, z)$ соответствует подстановке уравнений с исключением общей переменной [10].

При изменении количества ячеек сетки с 25×25 до 50×50 функция принадлежности начинает принимать более плавный характер. Так как шаг между ячейками становится меньше, оценку достоверности по данной функции возможно определить с большей точностью. Максимальное значение рассчитанной функций принадлежности отношения петрофизических параметров «пористость по ГИС» и «остаточная водонасыщенность» уменьшается с 0.741 до 0.705, что соответственно отображает цветовая шкала, расположенная справа на графике.

При количестве ячеек сетки 300×300 (см. рисунок 4) функция принадлежности принимает еще более плавный характер, а максимальное значение рассчитанной функций принадлежности отношения петрофизических параметров «пористость по ГИС» и «остаточная водонасыщенность» повышается до 0.754, что больше, чем при результате, полученном на сетке 25×25 .

При количестве ячеек сетки 1000×1000 (см. рисунок 5) функция принадлежности визуально уже не отличается от результата, полученного при значении 300×300 , а максимальное значение рассчитанной функций принадлежности отношения петрофизических параметров «пористость по ГИС» и «остаточная водонасыщенность» повышается до 0,761.

Сравнение результатов, полученных в процессе проведения экспериментов, показывает, что, не смотря на схожесть функций принадлежности, использование расчетной сетки с большей частотой шага позволяет

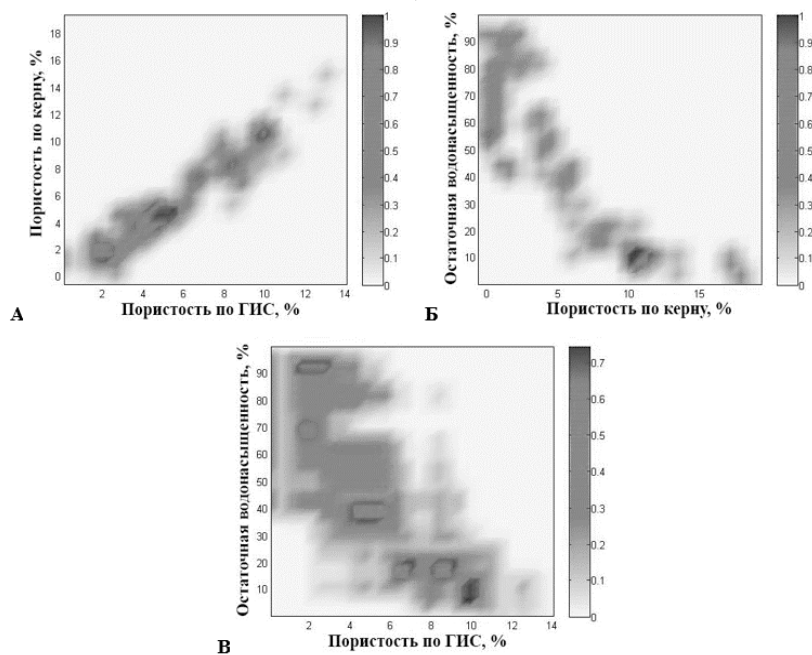


Рис. 2. Построенные на сетке размером 25×25 со значением эффективного параметра 0.75 функции принадлежности: а — отношения «пористость по ГИС — пористость по керну»; б — отношения «пористость по керну — остаточная водонасыщенность»; в-отношения «пористость по ГИС — водонасыщенность». Здесь и далее в главной области рисунков отображаются функции принадлежности отношений между параметрами, а цветовая шкала в правой части рисунков отображает само значение достоверности.

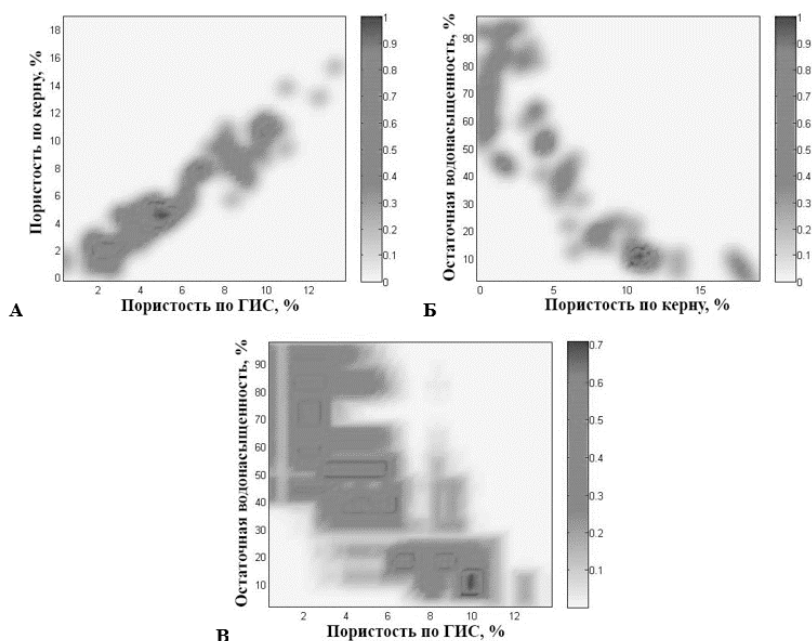


Рис. 3. Построенные на сетке размером 50×50 со значением эффективного параметра 1.5 функции принадлежности: а –отношения «пористость по ГИС — пористость по керну»; б — отношения «пористость по керну — остаточная водонасыщенность»; в-отношения «пористость по ГИС — водонасыщенность»

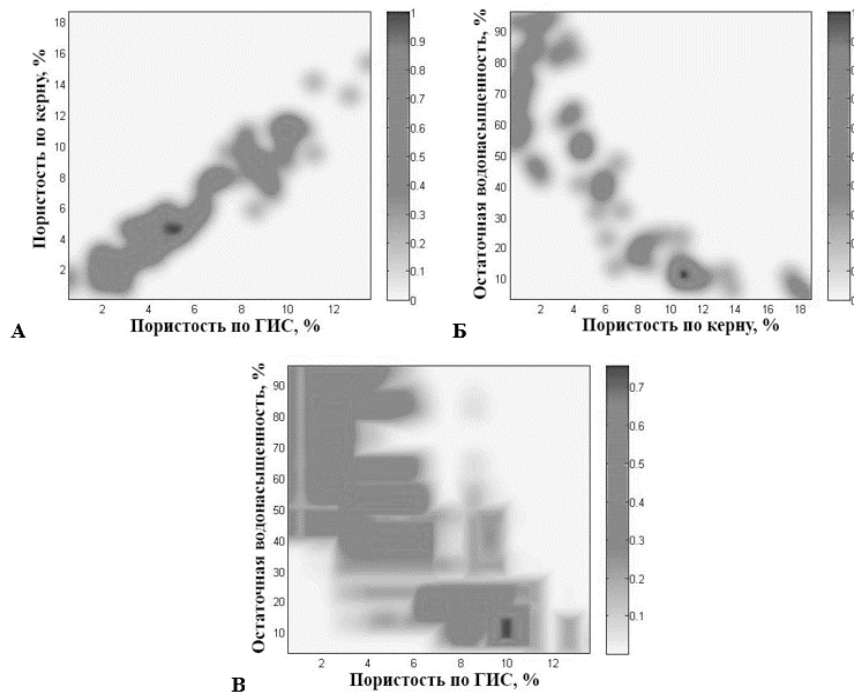


Рис. 4. Построенные на сетке размером 300×300 со значением эффективного параметра 9 функции принадлежности: а – отношения «пористость по ГИС — пористость по керну»; б — отношения «пористость по керну — остаточная водонасыщенность»; в-отношения «пористость по ГИС — водонасыщенность»

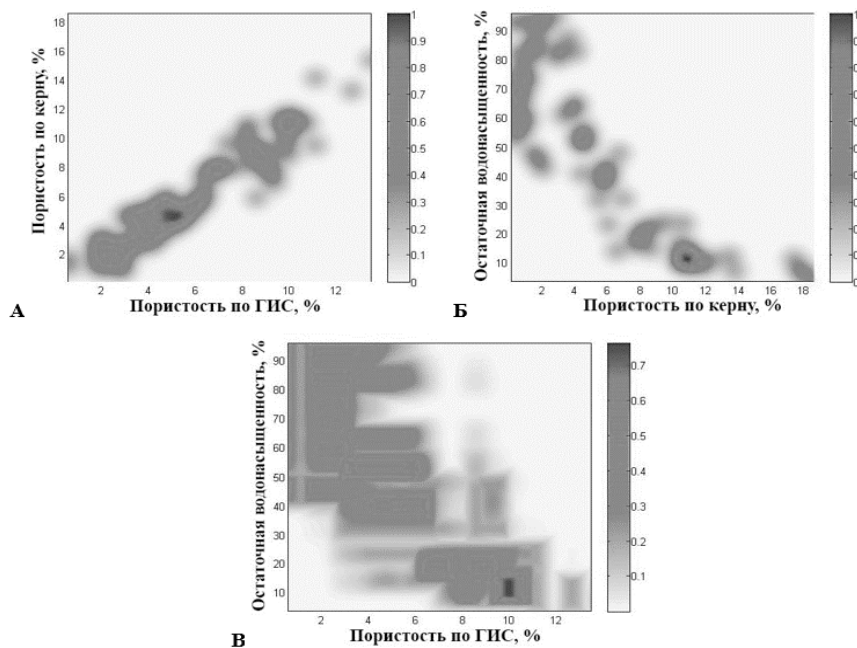


Рис. 5. Построенные на сетке размером 1000×1000 со значением эффективного параметра 30 функции принадлежности: а — отношения «пористость по ГИС — пористость по керну»; б — отношения «пористость по керну — остаточная водонасыщенность»; в-отношения «пористость по ГИС — водонасыщенность»

повысить достоверность расчетов. Достоверность прогнозируемого отношения «пористость по ГИС — водонасыщенность» при разной частоте шага расчетной сетки мало отличается друг от друга. Так, например, максимальное значение достоверности отношения «пористость по ГИС — водонасыщенность» при размере сетки 25×25 составило 0.741, для сетки 50×50 — 0.705, 300×300 — 0.754, а для сетки 1000×1000 — 0,761. Таким образом, для всех вариантов сеток различия в значениях достоверности невелики. Учитывая, что при повышении количества ячеек сетки затрачивается больше вычислительных ресурсов, и для использования сетки размером 1000×1000 требуется в 10 раз больше машинного времени, чем для сетки 300×300 , расчеты целесообразней проводить при значении 300×300 . Кроме того, можно сделать вывод о том, что дальнейшее уменьшение шага сетки не приведет к какому-либо значительному улучшению качества прогноза, поскольку в данном случае большее влияние оказывают качество и количество начальных данных.

Выводы или заключение

В работе проведена оценка качества построения функций принадлежности отношений между петрофизическими параметрами, характеризующими среду на нефтегазоперспективность с использованием различной частоты шага расчетной сетки в программе, разработанной на языке программирования Matlab. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Максимальная достоверность прогнозируемого отношения «пористость по ГИС — водонасыщенность», полученная при использовании сетки 300×300 , составила 0.754, что больше на 0.013 единиц (1.7%), чем максимальная достоверность того же отношения, полученного на сетке 25×25 .
2. Использование расчетной сетки размером 1000×1000 и более представляется не целесообразным, так как не приводит к существенному улучшению качества расчетов, но повышает затраты вычислительных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Потехин Д.В. Оптимизация технологии многовариантного трехмерного геологического моделирования залежей нефти и газа: автореферат дис. ... кандидата технических наук. — Пермь: Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, 2014. — 20 с.
2. Алтунин А.Е., Семухин М.В., Кузяков О.Н. Методы общей теории неопределенностей в геолого-промысловом анализе. — Тюмень, 2019. — 463 с.
3. Мотрюк Е.Н., Бурмистрова О.Н. Оценка достоверности геологогеофизических моделей методами нечеткого моделирования // Научно-технический вестник Поволжья. — 2020. — № 11. — С. 111–114.
4. Кобрунов А.И., Кожевникова П.В. Теоретические основы при прогнозировании параметров геологических сред в условиях неопределенности // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 5–3. — С. 506–510.
5. Кобрунов А.И., Дорогобед А.Н., Кожевникова П.В. Элементы информационной экспертизы результатов геологического моделирования в нефтегазовой геологии // Геофизика. — 2017. — № 1. — С. 16–21.
6. Ниязова А.Т., Умирова Г.К., Ахметов Е.М. Характеристика коллекторских свойств продуктивных горизонтов по керну и гис в терригенных отложениях месторождения Арыстановское // труды Международных сатпаевских чтений «Роль и место молодых ученых в реализации новой экономической политики Казахстана». — 2015. — Том III. — С. 39–44
7. Рыскаль О.Е., Ахметов Р.Т., Малинин В.Ф. Типы пористости сложных карбонатных коллекторов по результатам петрофизических исследований // Геология нефти и газа. — 1987. — № 7. — С. 47–50.
8. Кобрунов А.И., Бурмистрова О.Н. Полугрупповые свойства распределения Гаусса // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 2, Ч. 14. — С. 3044–3047
9. Mamdani E.H. Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant // Electrical Engineers, Proceedings of the IEE. — 1974. — 121(12)– P. 1585–1588.
10. Кобрунов А.И., Бурмистрова О.Н., Кожевникова П.В. Нечеткие подстановки и принцип Мамдани // Успехи современного естествознания. — 2016. — № 1. — С. 96–101.

© Кожевникова Полина Валерьевна (aira_dark@list.ru),

Кунцев Виталий Евгеньевич (vkuntsev@ugtu.net), Чувашов Артур Александрович (achuvashov@ugtu.net).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

DOI10.37882/2223–2966.2022.07.18

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ МЕТОДА РОЯ ЧАСТИЦ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

EFFICIENCY OF PARTICLE SWARM BASED METHOD PARALLELIZATION IN OPTIMIZING TRAINING OF NEURAL NETWORKS

V. Larionov
O. Maleev

Summary. Subject of research: The possibility of using parallel computations of the particle swarm optimization algorithm (PSO) in classification problem using feedforward neural network. Three datasets with various lengths, different number of instances, input features and weights numbers were used for calculations; neural network training was carried out for 500 epochs in 50 independent program runs using different processors number for parallelization. Cross-entropy loss function was chosen for the penalty function in order to estimate performance of the proposed methods. The advantage of using parallel computations with the PSO was shown on the designed networks analysis results.

Keywords: neural network, optimization, PSO, PAPSO, Broadcast PPSO.

Ларионов Вячеслав Сергеевич

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)

larionov.vs@edu.spbstu.ru

Малеев Олег Геннадьевич

К.т.н., доцент, Санкт-Петербургский

политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)

maleev_og@spbstu.ru

Аннотация. Предмет исследования: возможность применения распараллеливания вычислений метода роя частиц (PSO) в задаче классификации с использованием нейронных сетей прямого распространения. Для расчетов использованы три датасета, отличающихся числом экземпляров, входных признаков и, соответственно, количеством весовых коэффициентов сети; обучение нейронной сети проводилось в течение 500 эпох в 50 независимых экспериментах с разным количеством процессоров для распараллеливания. Для оценки качества работы предлагаемых методов была выбрана штрафная функция в виде функции перекрестной энтропии. По результатам анализа спроектированных сетей было показано преимущество применения распараллеливания на оптимизации роя частиц.

Ключевые слова: нейронная сеть, оптимизация, PSO, PAPSO, Broadcast PPSO.

Введение

На данный момент времени оптимизация вычислительных методов является одним из самых актуальных задач современной прикладной математики. В ней изучается большое количество различных методов, позволяющих выбрать оптимальный способ решения тех или иных практических задач.

Для облегчения постепенно увеличивающейся сложности решаемых задач, в том числе разбиения сложных вычислений на более простые, были приняты попытки создания систем, имитирующих работу мыслительного процесса человека, с целью их дальнейшего улучшения и развития. [1] Подобные системы именуется “искусственным интеллектом” (ИИ).

Область, которую ИИ охватывает на данный момент, имеет множество направлений, из которых наиболее популярное — машинное обучение. [2] Одним из типов моделей машинного обучения являются искусственные нейронные сети (НС), задействованные практически во всех сферах человеческой жизни: задачи распознавания объектов, получаемых камерой, сегментация объектов на видеоизображении, контроль поведения объек-

тов и т.д. Также для нейронных сетей было опробовано большое количество методов из раздела оптимизации, с помощью которых можно решить те или иные задачи. [2]

В настоящей работе проведен анализ использования методов, полученных применением распараллеливания на алгоритме оптимизации роя частиц PSO; приведены результаты расчетов их вычислительной точности в обучающей и тестовой выборках данных.

1. Постановка задачи

В качестве решаемой задачи в данной работе была выбрана задача классификации. Формулировка задачи звучит следующим образом: имеется некоторый первоначальный набор исходных данных (датасет), состоящий из множества объектов (экземпляров) и конечного множества классов, к которым они принадлежат. Перед началом обучения датасет требуется разделить, следуя одной из возможных стратегий:

- ♦ *На две части:* большая часть экземпляров выделяется для тренировочного датасета (обучающую выборку), часть для тестового датасета (например, 80:20);

- ♦ На три части: большая часть выделяется на тренировочную выборку, две оставшиеся части делятся на небольшую валидационную выборку, которая используется для оценки точности классификации данных после окончания эпохи обучения, и тестовую выборку, на которой будет проведена итоговая оценка точности классификации обученной нейронной сети (например, процентное соотношение выборок 70:10:20, где 70 — тренировочная, 10 — обучающая, 20 — тестовая)

Обучающий и валидационный датасет имеют информацию о каждом классе, к которому принадлежит определенный набор признаков. Используя эти данные, при обучении НС устанавливается зависимость между входными признаками объекта (экземпляра) и его выходными значениями (классами), что в процессе формирует модель, весовые коэффициенты которой рассчитываются для определенного набора данных и позволяют в дальнейшем классифицировать любой другой экземпляр из данного датасета.

Математическая модель данной задачи может быть описана таким образом: имеется два набора данных — X и Y , где X — множество признаков (свойств) объектов, Y — множество классов, определяемых свойствами объекта. Необходимо найти зависимость, существующую между значениями X и Y ; при этом известны только те её значения, которые определяются конечным множеством обучающей выборки длиной k :

$$X^k = \{(x_1, y_1), \dots, (x_k, y_k)\} \tag{1}$$

где X^k — набор данных; x_i — множество свойств объектов из набора X , y_i — класс, к которому они относятся.

Таким образом, чтобы решить поставленную задачу, требуется найти решение задачи оптимизации следующего вида:

$$\min f(z) = f(z_1, z_2, \dots, z_n) \tag{2}$$

где f — оптимизируемая функция; z_1, z_2, \dots, z_n — её входные параметры. Применяя формулу (2) к задаче классификации, можно заметить, что параметрами функции f являются переменные, представляющие собой зависимость между наборами данных X и Y , а сама функция представляет из себя некоторую штрафную функцию, результат которой показывает, насколько определённый набор входных параметров хорошо минимизирует вероятность ложной классификации данных на некотором датасете.

В качестве метода машинного обучения, выбранного для решения данной проблемы, является нейронная

сеть прямого распространения. [3] Выбранная архитектура нейронной сети — многослойная нейронная сеть прямого распространения (feed forward network, FFN) [4–5], используемая в задачах кластеризации, классификации, регрессии, прогнозирования и т.д. [6] Для лучшего результата вычислений в данной НС также будут использованы нейроны смещения.

В данной работе рассматриваются методы, основанные на распараллеливании вычислений оптимизации роя частиц в задачах, требующих расчетов в функциях от нескольких переменных:

- ♦ Распараллеленная асинхронная оптимизация роя частиц (PAPSO).
- ♦ Распараллеленная оптимизация роя частиц с использованием трансляции данных (Broadcast PPSO).

1.1 ОПТИМИЗАЦИИ РОЯ ЧАСТИЦ (PSO)

Подробное описание оптимизации роя частиц было опубликовано в 1995 году. [7] Авторы данного алгоритма, Кеннеди и Элберхарт, разработали его на основе наблюдений за социальным поведением птиц при поиске пищи. На данный момент было создано множество модификаций и улучшений метода, проведено огромное количество исследований с применением данного алгоритма в различных задачах, помимо тех, что относятся к машинному обучению.

Суть данного алгоритма состоит в следующем: в качестве возможных решений задачи оптимизации PSO использует конечное множество частиц количества N — рой, или же, популяцию. Данная популяция располагается в пространстве случайным образом, используя закон равномерного распределения при генерации начальных положений и скоростей частиц. Эти значения меняются каждую итерацию алгоритма, основываясь на двух следующих значениях: собственное лучшее положение частицы в пространстве и глобальное лучшее положение частиц роя на i -й итерации.

Каждая частица в популяции имеет размерность D , что позволяет описать ее положение в пространстве как $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iD})$, где i — порядковый номер частицы в рое от 1 до N . Лучшее положение частицы за все время работы алгоритма обозначается как p_i или p_{best_i} . Лучшее положение среди всех частиц в рое обозначается как g_{best} по итогу всех пройденных итераций или g_{best}^t , где t — номер текущей итерации. Скорость частицы, с которой она перемещается в пространстве, обозначается как $v_i = (v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{iD})$. Значения, которые скорости частиц могут принимать, варьируются между следующими границами:

$$[\overline{v_{min}}; \overline{v_{max}}] = [-\delta * (\overline{b_{up}} - \overline{b_{low}}); \delta * (\overline{b_{up}} - \overline{b_{low}})] \quad (3)$$

где $\overline{v_{min}}$; $\overline{v_{max}}$ — нижние и верхние границы скорости для каждого измерения; $\overline{b_{low}}$, $\overline{b_{up}}$ — векторы нижней и верхней границы области поиска для каждого измерения; δ — пороговый ограничитель в промежутке от 0 до 1, значение которого обычно выбирается небольшим. Наиболее частые константы для порогового ограничителя — 0,2 или 0,25.

Оптимизация роя частиц работает на протяжении заданного количества итераций. На каждой итерации производится обновление значений скорости и положения каждого измерения для каждой частицы, описываемые следующими уравнениями:

$$v_{id}^{t+1} = w * v_{id}^t + c_1 * r_1 * (p_{id}^t - x_{id}^t) + c_2 * r_2 * \quad (4)$$

$$x_{id}^{t+1} = x_{id}^t + v_{id}^{t+1}$$

где t — номер текущей итерации, d — номер измерения, w — вес инерции; c_1 , c_2 — познавательный и социальный факторы обучения; r_1 , r_2 — случайные числа, располагающиеся на отрезке [0; 1]. После вычисления значения скорости по формуле (4) требуется проверить его на попадание в допустимый предел, обозначенный в (3), и, в случае выхода за границы, присвоить значение, располагающееся на ближайшей по значению границе.

После полного обновления измерений скорости и положения частицы производится подсчет функции оптимизации (2) в данной точке и сравнение с её с лучшим положением p_{best_i} за все время, и, если новое значение минимизирует функцию оптимизации более успешно, происходит замена лучшего положения частицы на новое. Далее по тому же принципу проводится проверка, является ли новая позиция частицы лучшей в рое (g_{best}) на данный момент.

Для формулы (3) также требуется подбор параметров, используемых при подсчётах (w , c_1 , c_2). Для когнитивного и социального факторов c_1 и c_2 экспериментальным путем были найдены оптимальные варианты значений для обоих значений: 1,49617 [8] и 1,49445 [9]. Для веса инерции w была выбрана формула линейного убывания:

$$w = w_0 + (w_0 - w_1) * t / t_{max}$$

где w_0 — верхняя граница изменения веса инерции; w_1 — нижняя граница изменения веса инерции; t — номер текущей итерации; t_{max} — максимальное количество итераций алгоритма. [10–11] Значениями для улучшения сходимости алгоритма являются константы $w_0=0,9$ и $w_1=0,4$.

1.2 Распараллеленная асинхронная оптимизация роя частиц (PAPSO)

Уравнения данного метода аналогичны тем, которые применяются в PSO, за исключением того, что работа данного алгоритма опирается на параллельные вычисления целевого функционала. В основе PAPSO [12] лежит следующая парадигма — ведущий / ведомый. Главный процессор хранит очередь частиц, готовых к отправке подчиненным процессорам, и выполняет все процессы принятия решений, такие как обновление скорости / положения и проверки сходимости, таким образом не выполняя вычислений функционала напрямую. Ведомые процессоры же многократно вычисляют функцию потерь, используя присвоенные им частицы на каждой итерации.

Главный процессор делает следующие задачи:

- 1.1. Инициализирует все параметры оптимизации, положения и скорости частиц;
- 1.2. Содержит очередь частиц для оценки подчиненными процессорами;
- 1.3. Обновляет положения и скорости частиц на основе имеющейся в настоящее время информации $p_{i, g_{best}}$
- 1.4. Инициализирует все параметры оптимизации, положения и скорости частиц;
- 1.5. Содержит очередь частиц для оценки подчиненными процессорами;
- 1.6. Обновляет положения и скорости частиц на основе имеющейся в настоящее время информации $p_{i, g_{best}}$
- 1.7. Отправляет позицию x_i следующей частицы в очереди доступному ведомому процессору;
- 1.8. Получает значения целевого функционала от подчиненных процессоров;
- 1.9. Проверяет сходимость.

Ведомый процессор делает следующие задачи:

- 1.1. Получает позицию частицы от главного процессора;
- 1.2. Оценивает функцию анализа $f(x_i)$ при заданном положении частицы x_i ;
- 1.3. Отправляет значение функции стоимости на главный процессор.

После того, выполнена инициализация, проводимая главным процессором, частицы отправляются в подчиненные процессоры для оценки функции анализа. [13] Для работы с ведомыми процессорами алгоритмом используется централизованная очередь задач по принципу «первым поступил — первым обслужен», тем самым, определяется порядок поступления частиц рабочим процессорам. Когда подчиненный процессор завершает оценку функции, то он отправляет главному процессору значение целевого функционала и соответствующий номер частицы, для которой был произведен расчёт,

Таблица 1. Общая характеристика датасетов

№ датасета	Наименование применяемого датасета	Количество экземпляров	Количество входных признаков	Количество выходных классов
1	Vehicles	846	18	4
2	Wireless Indoor Localization	2000	7	4
3	Wine Quality — White	4898	11	7

и ведущий процессор помещает номер частицы в конец очереди задач.

Поскольку порядок, в котором частицы сообщают о своих результатах, меняется, возникает случайность в порядке частиц. Как только частица достигает начала очереди задач, главный процессор обновляет ее позицию и отправляет ее следующему доступному подчиненному процессору. Если количество подчиненных процессоров равно количеству частиц, то следующим доступным процессором всегда будет тот же процессор, который первоначально обрабатывал частицу. Если количество подчиненных процессоров меньше количества частиц, то следующим доступным процессором будет тот процессор, который окажется свободным, когда частица достигнет начала очереди задач.

1.3 Распаралеленная оптимизация роя частиц с использованием трансляции данных (Broadcast PPSO)

Как и в предыдущем методе, в модели широковегательной распаралеленной оптимизации роя частиц происходит разбивка частиц на несколько отдельных подгрупп. Однако, в отличие от предыдущего алгоритма, процессоры не синхронизируют всю свою дальнейшую работу с некоторым ведущим. Они обмениваются данными друг с другом и выполняют свои вычисления целевого функционала параллельно. [14] Информация о g_{best_k} ($k = 1, \dots, N$, где N — количество отдельных роев), получаемая каждой группой, транслируется остальным группам для вычисления наилучшего значения во всем рое, вследствие чего все узлы после определения лучшего значения роя g_{best} могут продолжать поиск оптимального значения.

Данный алгоритм выполняет следующую последовательность действий:

1. Главный процессор инициализирует начальные параметры и делится ими ведомым устройствам. К этим параметрам относится количество итерации, вес инерции, период связи (например, $t = 4$ итерации), популяция размеры и коэффициенты ускорения;

2. Каждая подгруппа развивается отдельно и получает свои p_i и g_{best_k} ;
3. Все подгруппы делят свои лучшие позиции g_{best_k} друг с другом для получения g_{best} роя в определенный период общения t ;
4. С обновленными p_i для отдельных роев и уже новым подсчитанным глобальным g_{best} по всему рое, каждый рой обновляет позиции и скорости своих частиц;
5. Повторение шага 3 до тех пор, пока не будет достигнут критерий останова (достигнута необходимая точности), либо пока не пройдут все итерации алгоритма.

2. Используемые функции обработки данных и метрики

2.1 Подготовка датасетов

Для данной работы были выбраны следующие датасеты, информация о которых имеется в таблице 1.

Количество экземпляров по каждому из классов в каждом из датасетов следующее:

1. *Vehicles*: 1 класс — 199, 2 класс — 217, 3 класс — 218, 4 класс — 212
2. *Wireless Indoor Localization*: 1 класс — 500, 2 класс — 500, 3 класс — 500, 4 класс — 500
3. *Wireless Indoor Localization*: 1 класс — 20, 2 класс — 163, 3 класс — 1457, 4 класс — 2198, 5 класс — 880, 6 класс — 175, 7 класс — 5

Таким образом, в последнем датасете также имеется проблема несбалансированных данных.

Входные признаки в наборах данных нормализованы для упрощения работы НС в заданной границами области. Начальные значения весов (измерений частиц) генерируются по закону равномерного распределения, используя для положений частиц границы b_{low} и b_{um} , а для скоростей — границы из формулы v_{min} и v_{max} . Каждый датасет будет разбит в соотношении 80 на 20 для обучающей и тестовой выборок.

Таблица 2. Распределение нейронов на каждом из слоев нейронной сети

№ датасета	Количество входных нейронов	Количество нейронов скрытого слоя			Количество выходных нейронов
		1 слой	2 слой	3 слой	
1	18	20	15	10	4
2	7	10	8	6	4
3	11	15	11	9	7

Количество слоев в НС равно пяти: входной, три скрытых и выходной. Количество нейронов на каждом из слоев сети представлено в таблице 2.

В соответствии с известным количеством нейронов на каждом слое НС можно определить количество весовых коэффициентов сети для каждого из датасетов:

1. *Vehicles*: 899
2. *Wireless Indoor Localization*: 250
3. *Wireless Indoor Localization*: 534

2.2 Выбор используемых функций обработки данных и метрик

Так как в каждом из датасетов представлена задача множественной классификации, то в данной статье в качестве функции потерь рассматривается перекрестная энтропия (Cross-Entropy) [15]:

$$H_{(p_n, q_n)} = - \sum_{i=1}^N p_i * \log(q_i)$$

где p_i — известное значение i -го выхода для соответствующего набора входных признаков, q_i — значение, подсчитанное функцией активации для i -го нейрона выходного слоя.

В соответствии с выбранной функцией потерь требуется определить функцию активации для скрытых слоев и для последнего слоя, результаты которого и будут анализировать:

1.1. Для слоёв скрытого уровня — гиперболический тангенс:

$$f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

где x — взвешенная сумма, поступающая на вход нейрона следующего слоя.

1.2. Для нейронов выходного слоя — Softmax:

$$f(\bar{x}) = \frac{e^{x_i}}{\sum_{i=1}^N e^{x_i}}$$

где x_i — значение выходного нейрона, отвечающего за i -й класс.

Таким образом, значения, преобразованные гиперболическим тангенсом, будут преобразовывать выходные значения в пределе, допустимом для Softmax, а значения, поступающие на выходной слой, будут преобразованы функцией Softmax в связанные вероятности, наглядно показывающие наличие того или иного класса на определенном наборе входных признаков.

2.3 Выбор оптимальных параметров

Для PSO, PAPSO и Broadcast PPSO были выбраны следующие общие параметры:

4. $N = 10 / 25$;
5. D = количество весовых коэффициентов нейронной сети;
6. $t_{max} = 500$ итераций (эпох);
7. $b_{lo} = -0.3$;
8. $b_{up} = 0.3$;
9. $c_1 = c_2 = 1.49445$;
10. $w_0 = 0.9$;
11. $w_1 = 0.4$;
12. $alpha = 0.2$.

Для Broadcast PPSO был выбран период общения $m = 4$ эпохи.

Количество независимых запусков обучения и тестирования нейронной сети для каждого из датасетов = 50.

Количество процессоров для PAPSO и Broadcast PPSO — 4 / 8.

3 Обсуждение результатов

3.1 Результаты первого эксперимента

Для первого эксперимента начальное количество эпох обучения выбрано равным 500, количество частиц (наборов весовых коэффициентов) N — равным 10, количество процессоров для распараллеленных методов — 4. После усреднения результатов, подсчитанных

в независимых запусках, была получена следующая информация:

1. Для датасета 1 при использовании PSO точность классификации на тренировочной выборке перешла порог в 72% на обучающей выборке и 71% на тестовой, для PAPSO — 71% на обеих выборках, для Broadcast PPSO — результат, аналогичный PSO. Среднее время работы метода PPSO составило 39,41% от времени PSO; у Broadcast PPSO — 51,06%.
2. Для датасета 2 при использовании PSO точность классификации на тренировочной и тестовой выборке перешла порог в 97%, для PPSO — 97% на обеих выборках, для Broadcast PPSO — 97% на обучающей выборке и 96% на тестовой. Среднее время работы метода PPSO составило 42,29% от времени PSO; Broadcast у PPSO — 47,13%.
3. Для датасета 3 при использовании PSO точность классификации на тренировочной и тестовой выборке перешла порог в 54%, для PPSO и Broadcast PPSO — 53% на обеих выборках. Среднее время работы метода PPSO составило 49,30% от времени PSO; у Broadcast PPSO — 54,75%.

3.2 Результаты второго эксперимента

Для второго эксперимента были выбран те же параметры, что и в первом, за исключением количества процессоров для распараллеленных методов, которое в данном случае равно 8. После усреднения результатов, подсчитанных в независимых запусках, была получена следующая информация по распараллеленным методам:

1. Для датасета 1 при использовании PPSO точность на обеих увеличилась на 0,07% на обучающей выборке и на 0,04% на тестовой выборке, при использовании Broadcast PPSO — упала на 0,065% на обучающей выборке и на 0,05% на тестовой выборке. Среднее время работы метода PPSO составило 39,68% от времени PSO; у Broadcast PPSO — 43,21%.
2. Для датасета 2 при использовании PPSO точность увеличилась на 0,05% на обеих выборках, для Broadcast PPSO — упала на 0,06% на обучающей выборке и 0,02% на тестовой. Среднее время работы метода PPSO составило 42,48% от времени PSO; у Broadcast PPSO — 44,84%.
3. Для датасета 3 при использовании PPSO точность на обеих увеличилась на 0,03% на обучающей выборке и на 0,06% на тестовой выборке, при использовании Broadcast PPSO — упала на 0,03% на обучающей выборке и на 0,07% на тестовой выборке. Среднее время работы метода PPSO составило 49,40% от времени PSO; у Broadcast PPSO — 52,07%.

3.3 Результаты третьего эксперимента

Для третьего эксперимента начальное количество эпох обучения выбрано равным 500, количество частиц N — равным 25, количество процессоров для распараллеленных методов — 4. После усреднения результатов, подсчитанных в независимых запусках, была получена следующая информация:

1. Для датасета 1 при использовании PSO точность классификации на тренировочной выборке перешла порог в 75% на обучающей и 74% на тестовой выборке, для PPSO — 74% на обеих выборках, для Broadcast PPSO — 74% на обучающей и 73% на тестовой выборке. Среднее время работы метода PPSO составило 45,96% от времени PSO; у Broadcast PPSO — 45,24%.
2. Для датасета 2 при использовании PSO точность классификации на тренировочной выборке перешла порог в 98% на обучающей и тестовой выборке, для PPSO — 98% на обучающей и 97% на тестовой, для Broadcast PPSO — результат, аналогичный PSO. Среднее время работы метода PPSO составило 51,97% от времени PSO; у Broadcast PPSO — 50,8%.
3. Для датасета 3 при использовании PSO точность классификации на тренировочной и тестовой выборке перешла порог в 54%, для PPSO — 53% на обеих выборках, для Broadcast PPSO — 53% на тренировочной и 52% на обучающей. Среднее время работы метода PPSO составило 49,98% от времени PSO; у Broadcast PPSO — 50,12%.

3.4 Результаты четвертого эксперимента

Для четвертого эксперимента были выбран те же параметры, что и в третьем, за исключением количества процессоров для распараллеленных методов, которое в данном случае равно 8. После усреднения результатов, подсчитанных в независимых запусках, была получена следующая информация по распараллеленным методам:

1. Для датасета 1 при использовании PPSO точность на обеих уменьшилась на 0,05% на обучающей выборке и на 0,01% на тестовой выборке, при использовании Broadcast PPSO — уменьшилась на 0,01% на обучающей выборке и на 0,05% на тестовой выборке. Среднее время работы метода PPSO составило 45,93% от времени PSO; у Broadcast PPSO — 47,84%.
2. Для датасета 2 при использовании PPSO точность увеличилась на 0,05% на обеих выборках, для Broadcast PPSO — упала на 0,06% на обучающей выборке и 0,02% на тестовой. Среднее время работы метода PPSO составило 51,87% от времени PSO; у Broadcast PPSO — 51,79%.

3. Для датасета 3 при использовании PAPSО точность на обоих увеличилась на 0,02% на обучающей выборке и на 0,01% на тестовой выборке, при использовании Broadcast PPSO — упала на 0,01% на обучающей выборке и на 0,02% на тестовой выборке. Среднее время работы метода PAPSО составило 49,88% от времени PSO; у Broadcast PPSO — 51,11%.

Заключение

Была решена задача классификации, проверяющая качество работы методов, основанных на оптимизации роя частиц, а также являющихся его распараллеленными версиями. В процессе были продемонстрированы результаты их применения, разница в сравнении со стандартным алгоритмом. Данные методы обладают хорошей сходимостью на сбалансированных датасетах, а также требуют меньше времени на вычисление целевого функционала каждой части-

цы. При этом как время, так и точность классификации с использованием данных методов варьируются в зависимости от общего количества частиц в рое, а также от синхронных, либо асинхронных операций в алгоритмах. В случае несбалансированного датасета все методы показали невысокие результаты точности классификации данных, в связи с чем для решения данной проблемы может потребоваться выбрать другие, более подходящие метрики для оценки точности предсказания и использовать соответствующие взвешенные функции потерь.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что данные методы могут быть использованы в задачах классификации наборов данных, имеющих сбалансированное количество классов, в качестве обучающего метода НС. Вместе с тем, эти методы требуют значительных вычислительных мощностей, а также большего объема памяти для вычислений при увеличении количества входных признаков и размера датасета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sarangi S., Sharma P. *Artificial Intelligence*. Routledge India, 2018.
2. Kubat M. *Artificial Neural Networks // An Introduction to Machine Learning*. Cham: Springer International Publishing, 2021. P. 117–143.
3. Rojas R. *Neural Networks — A Systematic Introduction*. 1996.
4. McClarren R.G. *Feed-Forward Neural Networks // Machine Learning for Engineers*. Cham: Springer International Publishing, 2021. P. 119–148.
5. Ketkar N., Moolayil J. *Feed-Forward Neural Networks // Deep Learning with Python*. Berkeley, CA: Apress, 2021. P. 93–131.
6. Rafisovich Gapsalamov A. et al. *Approaches to Information Security in Educational Processes in the Context of Digitalization // TEM Journal*. 2020. P. 708–715.
7. Kennedy J., Eberhart R.C. *Particle swarm optimization // Proceedings of ICNN'95 — International Conference on Neural Networks*. 1995. Vol. 4. P. 1942–1948 vol.4.
8. Van den Bergh F., Engelbrecht A.P. *Cooperative learning in neural networks using particle swarm optimizers // South Afr. Comput. J.* 2000. Vol. 26. P. 84–90.
9. Eberhart R.C., Shi Y. *Comparing inertia weights and constriction factors in particle swarm optimization // Proceedings of the 2000 Congress on Evolutionary Computation*. CEC00 (Cat. No.00TH8512). 2000. Vol. 1. P. 84–88 vol.1.
10. Liang J.J. et al. *Particle swarm optimization algorithms with novel learning strategies // 2004 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (IEEE Cat. No.04CH37583)*. 2004. Vol. 4. P. 3659–3664 vol.4.
11. Li Z. et al. *PMSM parameter identification based on improved PSO // Journal of Physics: Conference Series*. 2021. Vol. 1754, № 1. P. 012235.
12. Venter G., Sobieszcanski-Sobieski J. *Parallel Particle Swarm Optimization Algorithm Accelerated by Asynchronous Evaluations*. *Journal of Aerospace Computing Information and Communication — J AEROSP COMPUT INF COMMUN*. 2006. Vol. 3, P. 123–137.
13. Koh B.I., George A.D., Haftka R.T., Fregly B.J. *Parallel asynchronous particle swarm optimization // International journal for numerical methods in engineering*. 2006. Vol. 67, № 4. P. 578–595.
14. Lalwani S., Sharma H., Satapathy S.C. *A Survey on Parallel Particle Swarm Optimization Algorithms // Arabian Journal for Science and Engineering*. 2019. Vol. 44, P. 2899–2923.
15. Shie M., Dori P., Reuven R. *The cross entropy method for classification. // Proceedings of the 22nd international conference on Machine learning (ICML '05)*. Association for Computing Machinery. 2005. P. 561–568.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОНФЛИКТА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В КИБЕРПРОСТРАНСТВЕ

MATHEMATICAL MODEL OF THE CONFLICT OF SPECIAL-PURPOSE INFORMATION AND TELECOMMUNICATION SYSTEMS IN CYBER SPACE

**K. Lukin
A. Sagdeev
I. Staheev
O. Titova**

Summary. A mathematical model of the ITCS SN conflict in cyberspace is presented, which allows for various values of periods of conflict interaction, parameters of the initial state of the ITCS SN, system performance and the implementation of information technology impacts by the enemy to investigate the effectiveness of combat cybernetic complexes.

Keywords: information and telecommunication system, cyberspace, information warfare, combat cybernetic system.

Лукин Константин Игоревич

*К.т.н., генеральный директор, ОАО «Супертел»,
Санкт-Петербург
ki@supertel.ru*

Сагдеев Александр Константинович

*К.т.н., доцент, Санкт-Петербургский
государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
brother-aks@yandex.ru*

Стахеев Иван Геннадиевич

*К.т.н., доцент, Санкт-Петербургский
государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
kisasig@yandex.ru*

Титова Ольга Викторовна

*К.т.н., доцент, Санкт-Петербургский
государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
olga1110.spb@mail.ru*

Аннотация. Представлена математическая модель конфликта ИТКС СН в киберпространстве, которая позволяет для различных значений периодов конфликтного взаимодействия, параметров начального состояния ИТКС СН, производительности системы и реализации противником информационно-технических воздействий исследовать эффективность боевых кибернетических комплексов.

Ключевые слова: информационно-телекоммуникационная система, киберпространство, информационное противоборство, боевая кибернетическая система.

При применении ИТКС СН {К} (стратегия «красных»), актуальной является задача обеспечения заданной эффективности их функционирования в условиях реализации противоборствующей стороной программно-аппаратных воздействий (ПАВ). Предполагается, что из состава ИТКС СН {К} выделяется ресурс организационно объединяемый в боевые кибернетические системы (БКС). БКС включает совокупность функционально объединенных единством цели элементов информационно-телекоммуникационной инфраструктуры (ИТКИ), которые обеспечивают управление, добывание информации, создание, хранение, передачу исполнительного элемента (ИЭ) (программного кода)

и средства и комплексы защиты информации (СКЗИ) (для общности — оборонительный элемент (ОБЭ)) для обеспечения действий ИТКС СН {К} в конфликте методами и средствами информационного противоборства в киберпространстве. [1]

ИТКС СН {С} (стратегия «синих») для обеспечения своих действий симметрично применяет БКС, структурно включающую:

- ♦ подсистему управления (ПУ);
- ♦ подсистему добывания информации (ПДИ), использующей множество различного типа ИС добывания информации об элементах ИТКС СН {К};

$$a_{sj} = \begin{cases} n_j, & \text{если } n_j \text{ элементов } j\text{-го типа работоспособны в } s\text{-ом состоянии} \\ \text{ИТКС СН } \{K\}, & n_j \overline{1}, \overline{N}_j, j = \overline{1}, \overline{J}, s = \overline{1}, \overline{S}; \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Рис. 1

- ♦ подсистему наступательных действий (ПНД), использующей множество различного типа ИЭ для воздействия на элементы ИТКС СН {K};
 - ♦ подсистему оборонительных действий (ПОД), использующей множество различного типа ОБЭ для пресечения ИЭ противника.

В условиях случайностей начала, продолжительности и исхода конфликта процесс функционирования ИТКС СН {K} оказывается стохастическим на конечном интервале времени до достижения одной из сторон минимального уровня эффективности функционирования. Для исследования этого требуется разработка модели функционирования ИТКС СН {K} в условиях использования для обеспечения эффективных действий БКС, эффект применения которой состоит в воздействии на элементы управляющей, информационной и исполнительной подсистем ИТКС СН {C} и ее БКС на различных этапах конфликта для неустановившегося переходного стохастического процесса конфликтного взаимодействия противоборствующих систем. [2]

Предлагается гипотеза: эффективность функционирования ИТКС СН применительно к условиям конфликта в киберпространстве возможно оценить через эффективность обеспечивающей ее системы — БКС. Причем оценке подлежит как «внешняя» эффективность БКС по показателям, характеризующими способность ИТКС СН выполнять функциональные задачи в условиях реализации противником информационно-технического воздействия (ИТВ) (в частности ПАВ), так и «внутренняя» эффективность БКС по показателям, характеризующими степень достижения цели функционирования при реализации оборонительных и наступательных действий. Полученные оценки позволят научно обосновывать оперативно-технические требования (ОТТ) непосредственно к ИТКС СН.

Состав и структуру ИТКС СН — К представим из виде совокупности N элементов различного целевого назначения:

$$N1\text{-ИЭ}, N2\text{-ОЭ} \text{ и } N3\text{-УЭ}, N = \sum_{j=1}^J N_j j = \overline{1}, \overline{J}.$$

ИТКС СН — К применяется в конфликте в течение времени T, состоящего из K этапов. Каждый этап вклю-

чает получение информации и принятие решений на применение ИЭ и обеспечивающего элемента (ОЭ) (функционируют управляющие элементы (УЭ)), обеспечение применения ИЭ (функционируют ОЭ), реализацию действий по подавлению средств ПДИ и защиты от средств ПНД ИТКС СН — С (функционируют ИЭ и СКЗИ) и смену конфигурации (участвуют УЭ, ОЭ, ИЭ и СКЗИ) ИТКС СН — К.

На всех этих этапах эффективно применению ИТКС СН — К противодействует БКС {C}, состоящая из двух последовательно функционирующих подсистем. Первая подсистема — ПДИ производит на основе Z информационных средств (ИС) добывания информации вскрытие (поиск, обнаружение и распознавание) элементов ИТКС СН — К с вероятностями p_{1j} , $j = \overline{1}, \overline{J}$ и передает эти данные на ПНД, которая, в свою очередь, осуществляет распределение ограниченного ресурса ИЭ по вскрытым элементам ИТКС СН — К согласно их места и роли (функциональному назначению) в обеспечении действий ИТКС СН — К. На основе информации от ИС добывания информации ПНД производит применение ИЭ по вскрытым элементам ИТКС СН — К, которое приводит к нарушению их работоспособности с вероятностью p_{2j} , $j = \overline{1}, \overline{J}$ и снижению эффективности действий ИТКС СН — К или прекращению её функционирования вовсе. ПНД, обладая ограниченным количеством Y ИЭ, стремится так их распределить по K, $k = \overline{1}, \overline{K}$ этапам функционирования Y_k и на y_{kj} элементы j-го типа, чтобы свести к минимуму эффективность выполнения задач ИТКС СН — К за время T или вовсе прекратить ее функционирование. Разработка модели осуществляется в предположении, что:

- ♦ в течение времени T восстановление нарушенной работоспособности элементов ИТКС СН — К не происходит и отсутствует возможность их замены; [3]
- ♦ одним ИЭ может нарушиться работоспособность только одного элемента;
- ♦ функционирование ИТКС СН — К определяется её состоянием, под которым понимается наличие определенного количества работоспособных элементов каждого типа и каналов связи между ними. [4]

Представим состояние ИТКС СН — К в виде вектора A_s , состоящего из J составляющих

$$F_K(i, A_s, Y) = \min_{\{y_{kj}\}} \left\{ \sum_{l=1}^K \left\{ \prod_{k=1}^l \left[\sum_{r=1}^S P_B(A_s(k), A_r(k), P_1(i)) \times \left[\sum_{m=1}^S P_{II}(A_s(k), A_r(k), A_m(k), P_2(i), Y_k) \times \left[b(k) f(A_m(k) + (1-b(k))) \right] \right] \right] \right\} \right\} \quad (1.1)$$

$$\sum_{j=1}^J y_{kj} = Y_k; \quad \sum_{k=1}^K Y_k = Y; \quad y_{kj} > 0 \forall a_{rj} > 0 \text{ и } y_{kj} = 0 \forall a = 0 \quad (1.2)$$

$$A_s = \|a_{sj}\|_J, a_{sj} \geq 0 \forall s = \overline{1, S},$$

где a_{sj} — целочисленный параметр, характеризующий количество работоспособных элементов j -го типа в s -ом состоянии ИТКС СН — K (рис. 1).

где S — возможное количество состояний, в которых может пребывать ИТКС СН — K за K периодов функционирования

$$S = \prod_{j=1}^J (1 + N_j).$$

Для сохранения в работоспособном состоянии элементов ИТКС СН — K применяет методы и средства ПАВ на ИС ИТКС СН — C , снижая вероятности p_{1j} и p_{2j} до значений $\overline{p_{1j(i)}}$, $\overline{p_{2j(i)}}$ на основе применения i -ых вариантов БКС, $j = \overline{1, J}$, $i = \overline{1, I}$, где I — возможное количество вариантов БКС $\{K\}$.

В этих условиях в качестве показателя эффективности (ПЭ) в модели информационного противоборства целесообразно исходя из физической сущности исследуемого процесса принять среднее количество задач (переданных сообщений, оказанных услуг связи) $F_k(i, A_s, Y)$, выполненных ИТКС СН — K за все K этапов функционирования при A_s начальном её состоянии и оптимальном использовании БКС $\{C\}$ Y ИЭ в условиях применения i -го, варианта БКС $\{K\}$ (формула 1.1) при ограничениях (формула 1.2).

Данный ПЭ фактически отражает все основные особенности функционирования ИТКС СН в условиях конфликта, являясь функцией этапов функционирования, начального состояния и распределения по этапам Y ИЭ противостоящей стороны, переводящих ее в каждом периоде из начального состояния $A_s(k)$ в любое $A_m(k)$ состояние, что приводит к ветвящемуся затухающему стохастическому процессу функционирования ИТКС СН. [5]

В выражении (1) приняты следующие условные обозначения:

P_B — вероятность вскрытия ПДИ противника состояния ИТКС СН, находящейся в состоянии $A_s(k)$ в k -ый, $k = \overline{1, K}$ этап;

$A_s(k) = \|a_{sj}(k)\|_J$ — начальное состояние ИТКС СН на k -ом этапе функционирования,

$$A_s(1) = A_s, s = \overline{1, S}, a_{sj}(k) \geq a_{sj}(k+1), k = \overline{1, K}, i = \overline{0, I}, j = \overline{1, J};$$

$A_r(k)$ — вектор состояния ИТКС СН, вскрытой ПДИ на k -ом этапе

$$A_r(k) = \|a_{rj}(k)\|_J, r = \overline{1, S}, k = \overline{1, K};$$

$A_{rj}(k)$ — количество вскрытых ПДИ противника элементов ИТКС СН j -го типа на k -ом этапе, по которым применяется Y средств ПНД противника в этом же этапе, $0 \leq a_{rj}(k) \leq a_{sj}(k)$;

$P_1(i)$ — эффективность функционирования Z средств ПДИ противника в условиях применения i -го варианта БКС $\{K\}$,

$$P_1(i) = \|p_{1j}(i)\|_J \forall i = \overline{0, I}; [6]$$

P_{II} — вероятность перехода ИТКС СН из состояния $A_s(k)$ в состояние сохраненных работоспособных элементов $A_m(k)$ к концу k -го этапа;

$A_m(k)$ — состояние ИТКС СН на k -ом, $k = \overline{1, K}$ периоде после применения по вскрытым элементам средств ПНД противника (Y_k),

$$A_m(k) = \|a_{mj}(k)\|_j;$$

$$A_s(k) = A_m(k-1) \quad (2)$$

$A_{mj}(k)$ — количество элементов j -го типа, сохраненных в работоспособном состоянии на k -ом этапе функционирования ИТКС СН после воздействия по ним средств ПНД противника:

$$P_{II} (A_s(k), A_r(k), A_m(k), P_2(i), Y_k) = \begin{cases} \prod_{j=1}^J \psi_j (a_{sj}(k), a_{rj}(k), a_{mj}(k), p_{2j}(i), y_{kj}) \\ \text{если } a_{sj} \geq a_{rj} \geq a_{mj} \geq y_{kj}; \\ 0, \text{ в противном случае,} \end{cases} \quad (5.1)$$

$$\psi_j (a_{sj}(k), a_{rj}(k), a_{mj}(k), p_{2j}(i), y_{kj}) = \left[\sum_{\xi=\xi_0}^{a_{mj}^*} C_{y_{kj}}^{\xi} \left(1 - (1 - p_{2j}(i))^{y_{kj}^0 + 1} \right)^{\xi} \times (1 - p_{2j}(i))^{(y_{kj}^0 + 1)(y_{kj} - \xi)} \times \right. \\ \left. \times C_{a_{rj} - y_{kj}}^{a_{mj}^* - \xi} \left(1 - (1 - p_{2j}(i))^{y_{kj}^0} \right)^{a_{mj}^* - \xi} \times (1 - p_{2j}(i))^{y_{kj}^0 (a_{rj} - y_{kj} - a_{mj}^* + \xi)} \right] \times \\ \times y_{kj}^* + (1 - y_{kj}^*) \times C_{y_{kj}}^{a_{mj}^*} (1 - p_{2j}(i))^{y_{kj} - a_{mj}^*} \times p_{2j}^{a_{mj}^*}(i) \quad (5.2)$$

$$a_{mj}(k) = a_{sj}(k) - a'_{mj}(k) \quad (3)$$

$a'_{mj}(k)$ — количество j -го типа элементов, потерявших работоспособность в результате воздействия по ним ПНД противника на k -ом этапе, $0 \leq a'_{mj}(k) \leq a_{rj}(k)$;

$P_2(i)$ — эффективность функционирования средств ПНД противника в условиях применения i -го варианта БКС {K},

$$P_2(i) = \|p_{2j}(i)\|_J \quad \forall i = \overline{0, I};$$

$f(A_m(k))$ — количество задач, выполненных ИТКС СН в k -ом этапе, оказавшейся в состоянии $A_m(k)$ $A_m(k)$:

$$f(A_m(k)) \geq 0 \quad \forall k = \overline{1, K}, m = \overline{1, S} \quad (4)$$

$b(k)$ — бинарная переменная,

$$b(k) = \begin{cases} 1, & \text{если } k = l, \\ 0, & \text{если } k < l. \end{cases}$$

Вероятность вскрытия $A_r(k)$ состояния ИТКС СН, находящейся в $A_s(k)$ состоянии при $P_1(i)$ эффективности функционирования средств ПДИ противника определяется зависимостью:

$$P_B (A_s(k), A_r(k), P_1(i)) = \begin{cases} \prod_{j=1}^J C_{a_{sj}}^{a_{rj}} p_{1j}^{a_{rj}} (1 - p_{1j}(i))^{a_{sj} - a_{rj}}, \\ \text{если } 0 \leq a_{rj} \leq a_{sj} \quad \forall j = \overline{1, J}; \\ 0, \text{ в противном случае,} \end{cases}$$

где $C_{a_{sj}}^{a_{rj}}$ — число сочетаний из a_{sj} по a_{rj} , причем $C_{a_{sj}}^{a_{sj}} = 1$.

Вероятность перехода ИТКС СН из состояния $A_s(k)$ в состояние $A_m(k)$ при оптимальном использовании ИТКС СН — С Y_k ИЭ на k -ом этапе по $A_r(k)$ вскрытым элементам при $p_2(i)$ эффективности функционирования средств ПНД противника в условиях применения i -го варианта БКС {K} рассчитывается в соответствии с выражением (формула 5.1), где (формула 5.2)

$$\text{если } a_s \geq a_r \geq a'_m > y_{kj},$$

где y'_{kj} — количество j -го типа элементов, на которые назначено по $(y_{kj}^0 + 1)$ ИЭ, а на остальные $(a_{rj} - y'_{kj})$ из вскрытых j -го типа элементов назначено по y_{kj}^0 ИЭ, $y_{kj}^0 = E[y_{kj}/a_{rj}]$, $y'_{kj} = y_{kj} - a_{rj} \times y_{kj}^0$;

$E[a]$ — целая часть числа a ;

y_{kj} — количество ИЭ, назначенных ПНД противника на k -ом этапе на вскрытые средствами ПДИ противника j -го типа элементы ИТКС СН {K}; [7–8]

a'_{mj} — количество элементов j -го типа, потерявших работоспособность, $a'_{mj} = a_{sj} - a_{mj}$

$$y_{kj}^* = \begin{cases} 1, & \text{если } y_{kj} > a_{rj} \text{ (то есть } y_{kj}^0 > 0); \\ 0, & \text{если } y_{kj} \leq a_{rj}; \end{cases}$$

$$a_{mj}^* = \min\{y_{kj}^*, a'_{mj}\}; \quad \xi_0 = \max\{0, a'_{mj} + y'_{kj} - a_{rj}\}.$$

Таким образом, разработанная математическая модель ИП в киберпространстве на основе методов оптимального распределения ресурсов и стохастического динамического программирования позволяет для различных значений периодов конфликтного взаимодействия, параметров начального состояния ИТКС СН — К, производительности системы и реализации противником информационно-технических воздействий исследовать эффективность i -ых вариантов БКС {К} в прямой

постановке задачи и, соответственно, задавая значения эффективности i -ых вариантов БКС {К} предъявлять требования к производительности ИТКС СН — К, например, по своевременности доставки сообщений и/или обеспечиваемой пропускной способности, в зависимости от различных значений периодов конфликтного взаимодействия, параметров начального состояния и реализации противником информационно-технических воздействий, в обратной постановке задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сагдеев А.К., Чукариков А.Г. Обоснование оперативно-технических требований к информационно-телекоммуникационным сетям специального назначения, функционирующих с использованием ресурсов ЕСЭ РФ, в условиях конфликта в киберпространстве // Труды учебных заведений связи: сб. науч. ст. том 2 № 4/ под ред. С.В. Бачевского, М.В. Буйневич, Е.А. Аникевич — СПб.: Санкт-Петербургский университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2016. — 103 с. С. 99–103.
2. Кощеев А.В., Лашин Ю.Ф., Сагдеев А.К., Халепа С.Л. Вопросы конфликтологии в системах военного назначения // Научно-практический журнал. Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки № 1–2 2022. С. 27–31.
3. Горбачева М.А., Сагдеев А.К. Проблемы обеспечения защищенности инфотелеком-муникационной сети военного назначения при ведении информационной войны // Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики, часть I. — Ростов-на-Дону: ПЦ «Университет» СКФ МТУСИ, 2015, 552с. С. 426–429.
4. Лепешкин М.О., Лепешкин О.М., Сагдеев А.К. Анализ возможности реализации ролевого разграничения доступом в системах государственного управления // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. V Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 3 т./ под ред. С.В. Бачевского, сост. А.Г. Владыко, Е.А. Аникевич, Л.М. Минаков. — СПб.: Санкт-Петербургский университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2016. — 550 с. С. 290–294.
5. Лепешкин М.О., Лепешкин О.М., Сагдеев А.К. Методологический подход оценки функциональной безопасности критической социотехнической информационной системы // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. V Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. ст. в 3 т./ под ред. С.В. Бачевского, сост. А.Г. Владыко, Е.А. Аникевич, Л.М. Минаков. — СПб.: Санкт-Петербургский университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2016. — 550 с. С. 294–299.
6. Назарова О.Ю., Сагдеев А.К., Стахеев И.Г., Титова О.В., Шилина А.Н. Совершенствование методики количественной оценки угроз информационной безопасности телекоммуникационных систем и сетей // Научно-практический журнал. Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки № 2 2021. С. 77–84.
7. Дробяскин А.Н., Сагдеев А.К., Сидоренко Е.Н., Ямбулатова К.И. Модель воздействия технической компьютерной разведки и деструктивных программных воздействий на информационно-телекоммуникационную сеть военного назначения // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. IX Международная научно-техническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т. / Под. ред. С.В. Бачевского; сост. А.Г. Владыко, Е.А. Аникевич. СПб.: СПбГУТ, 2020. Т. 4. 503 с. С. 125–129.
8. Новак А.В., Сагдеев А.К., Сидоренко Е.Н., Суюндукова А.А. Методика мониторинга информационно-телекоммуникационной сети военного назначения во время техносферной борьбы // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. VII Международная научно-техническая и научно-методическая конференция; сб. науч. ст. в 4 т. / Под. ред. С.В. Бачевского; сост. А.Г. Владыко, Е.А. Аникевич. СПб.: СПбГУТ, 2018. Т. 4. 746 с. С. 367–370.

© Лукин Константин Игоревич (ki@supertel.ru), Сагдеев Александр Константинович (brother-aks@yandex.ru),

Стахеев Иван Геннадиевич (kisasig@yandex.ru), Титова Ольга Викторовна (olga1110.spb@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

DOI10.37882/2223–2966.2022.07.26

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ

RESEARCH ON THE APPLICATION OF ROBOTIC TECHNOLOGIES IN PRODUCTION

**S. Orekhov
N. Zaichikov
K. Petrukhin
E. Shiryaeva
A. Skadin**

Summary. The purpose of this work is to study the application of robotic technologies in production. In this paper analyzes the structure and values of the global robotics market, discusses ways to automate production, and provides advantages of using robotic systems in production.

Keywords: robotic systems, flexible production modules, flexible production complexes, flexible automated production, computer-aided design systems, automated production management system, robotic technological complexes.

Орехов Сергей Юрьевич

Старший преподаватель, Калужский филиал
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана (национальный
исследовательский университет)
serg31057@mail.ru

Зайчиков Никита Евгеньевич

Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский
государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский
университет)
zanik.2000@inbox.ru

Петрухин Константин Андреевич

Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский
государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский
университет)
farlatov.maxim@yandex.ru

Ширяева Елизавета Дмитриевна

Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский
государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский
университет)
lady.eliza99@yandex.ru

Скадин Артём Владимирович

Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский
государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский
университет)
a.skadin@mail.ru

Аннотация. Цель данной работы заключается в исследовании применения робототехнических технологий в производстве. В работе анализируется структура и показатели мирового рынка робототехники, рассматриваются способы автоматизации производства, приводятся преимущества применения робототехнических систем в производстве.

Ключевые слова: робототехнические системы, гибкие производственные модули, гибкие производственные комплексы, гибкие автоматизированные производства, системы автоматизированного проектирования, автоматизированная система управления производством, роботизированные технологические комплексы.

Широкое распространение в производственной деятельности человека получили сегодня промышленные роботы. Они служат одним из эффективнейших средств механизации и автоматизации транспортных и погрузочных работ, а также многих технологических процессов[2].

Идея замены человеческого труда машиной известна с древних времен. Промышленный робот стал еще одним шагом в развитии гибкой автоматизации для оптимизации производства с возможностью не только постоянно повторять одни и те же операции с гарантированной точностью, но и с возможностью простого перепрограммирования в случае изменения производственной программы пользователя.

Концепция начинается с простых рабочих мест, где робот оснащен позиционером для размещения приспособлений и позиционирования деталей на двух или более станциях, для всей роботизированной производственной линии, где функция приспособлений, включая загрузку и разгрузку деталей, решается роботами.

Важными помощниками в мире современной автоматизации в настоящее время являются широко используемые вспомогательные системы, такие как системы визуализации или камеры, которые позволяют роботам удалять и манипулировать крупными деталями.

Автоматизация промышленности во многом связана с процессом интеграции робототехнического оборудования, позволяющего автоматически выполнять разные операции.

Сварка и резка. Роботы используются в металлургической сфере и на автомобильных предприятиях. Пока человеческие операторы делают подготовительную работу, машины регулируют и выполняют сварку (Рис. 1). При этом исключены человеческие риски ожогов и отравлений.

Сборка. Агрегаты на сборочных линиях встречаются в пищевой, автомобильной промышленности, машиностроительных предприятиях и т.д. Роботы уменьшают время ожидания и производства, увеличивают скорость и точность сборочного конвейера.

Упаковка и паллетизация продукции. Более быстрой и эффективной считается упаковка товаров тогда, когда они только сходят со сборочного конвейера. У роботов не теряется сноровка и гибкость при выполнении сотни последовательных действий. Поэтому такая техника востребована в обрабатывающих отраслях промышленности (Рис. 2).

Машины могут выполнять и другие задачи. В тех отраслях, где важна чистота окружающей среды, задействованы роботы-уборщики. Космическая и текстильная промышленности используют водоструйную робототехнику для того, чтобы отрезать и просверлить материалы.

Уровень и способы автоматизации производства существенно зависят от его вида и масштабов, и если в массовом и крупносерийном производстве наиболее оправданным является использование автоматических линий, то в среднесерийном и мелкосерийном и единичном производстве комплексная автоматизация стала возможной с появлением ПК, станков с ПУ и промышленных роботов.

На базе технологического оборудования с ПУ и промышленных роботов komponуются многономенклатурные линии, участки, цеха, получившие название гибкого автоматизированного производства (ГАП).

Основным принципом построения таких гибких производств является модульность. Автоматизация гибкого производства развивается от простого к сложному — первоначально создаются и внедряются гибкие производственные модули (ГПМ), на их основе строятся гибкие производственные комплексы (ГПК) и, наконец, ГАП.

Дальнейшим их развитием является создание практически безлюдного автоматического производства, где гибкие автоматизированные производства дополняются системами автоматизированного проектирования (САПР) выпускаемых изделий и технологической подготовки их производства, планирования и диспетчерского управления (АСУП).

Основной структурной единицей гибких производственных модулей любой сложности являются роботизированные технологические комплексы (РТК), которые могут быть образованы на основе одного промышленного робота, обеспечивающего индивидуальное или групповое обслуживание состыкованного с ним оборудования или законченный цикл обработки изделия (например, сварки), либо на базе нескольких промышленных роботов, выполняющих взаимосвязанные операции.

По оценке аналитического агентства по исследованию рынка «Research and Markets» [3], мировой рынок промышленных роботов (не включающий стоимость компонентов, программного обеспечения и системный инжиниринг) в 2018 году достиг объема в 16,9 млрд. долл. Ожидается, что среднегодовые темпы роста рынка в период с 2019 по 2024 гг. составят 12%, а объем достигнет 31,7 млрд. долларов. По объемам отгруженной продукции в 2018 году в мире установлено 420 тысяч ро-



Рис. 1. Плазменная резка с использованием робота Fanuc

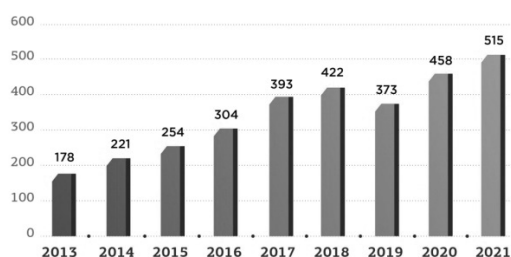


Рис. 3. Количество устанавливаемых промышленных роботов в мире (2013—2019 гг., 2020–2021 гг.— прогноз, тыс. ед.)



Рис. 2. Упаковочный процесс с использованием ПТС

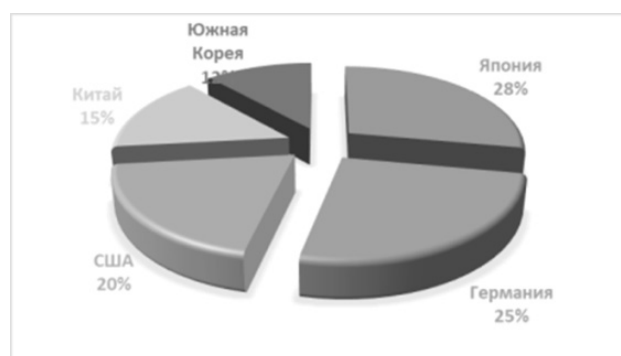


Рис. 4. Данные PwC

ботов. Данный показатель, по оценкам экспертов, будет расти в темпе 12,7% в год и достигнет 774 тысяч роботов в 2024 году.

Объем мирового рынка промышленной робототехники в целом в 2018 году составил 45,7 млрд. долларов. По прогнозам аналитиков, в 2024 году этот показатель достигнет отметки в 69,8 млрд. долларов, с темпом роста 7,8% в год.

Однако в конце 2019 года также «Research and Markets» скорректировали оценку и прогноз, согласно которым объем рынка индустриальных роботов в 2018 году составил 48,7 млрд. долл., в 2024 году объем увеличится до 75,6 млрд. долл. при среднегодовом темпе роста 9,2%, согласно новому прогнозу. По мнению аналитиков, ключевым драйвером рынка станет сокращение квалифицированных кадров на производствах, что приведет к росту автоматизации и популярности коллаборативных роботов.

В конце 2020 года, по оценке Всемирной ассоциации робототехники (International Federation of Robotics (IFR)) (Рис. 3), количество промышленных роботов, установленных в 2018 году, составило 422 271 единицу, а объем

рынка достиг 16,5 млрд. долл. (без учета компонентов и системного инжиниринга). Продажи промышленных роботов в 2019 году сократились в количественном выражении на 12% по отношению к 2018 году, с 422 до 373 тысяч единиц. При этом суммарное количество роботов, находящихся в эксплуатации, составило 2,7 млн. единиц.

Внедрение робототехники в промышленное производство — всемирная тенденция, которая лежит в основе четвертой промышленной революции или индустрии 4.0. По данным «PricewaterhouseCoopers» (PwC)[1], Япония и Германия лидируют по количеству патентов и лицензий на робототехнику и автономные системы (24% и 22% соответственно), в то время как в США сосредоточено 17% патентов всего мира, а в Китае и Южной Корее — 13% и 10% соответственно. Основными производителями на рынке Германии в сфере роботизации и автоматизации выступают Siemens, FestoRobotics и KUKARobotics (Рис. 4).

Выводы

В результате роботизация становится основным инновационным процессом современной экономики, уве-

личивая не только объемы производства развитых стран, но и снижая издержки при изготовлении промышленной продукции (автомобилей, стали, пластмассы и т.д.). Согласно исследованиям группы «BostonConsultingGroup» (BCG) происходит процесс снижения издержек на рабочую силу, и, наоборот, увеличивается уровень KPI сотрудников компаний, где используются роботы.

Многочисленные обследования условий труда показывают, что около 30% работающих испытывают неблагоприятное воздействие шума; 30% должны работать по строго регламентированному режиму; 25% подвергаются воздействию сырости, жары или холода; 20% трудятся в физически неудобном положении или находятся в условиях дыма и испарений; 20% вынуждены затрачивать большие физические усилия; 15% работают в ночное время.

Указанные стресс-факторы часто действуют в совокупности, поэтому около 40% рабочих испытывают одновременное воздействие двух, а около 25% — трех и более факторов. Соответственно внедрение робототехники дает существенное сокращение доли ручного, тяжелого, вредного и утомительного труда (социальный фактор).

Кроме того, изменился характер производства — около 80% изделий изготавливается малыми сериями. Автоматизация производства, поэтому становится одним из существенных рычагов повышения производитель-

ности труда в мелкосерийном производстве (экономический фактор).

Робототехника позволяет решить проблемы двух- и трехсменной работы, повысить коэффициент загрузки оборудования и ритмичность его работы, улучшить качество изделий и снизить их себестоимость, в первую очередь при мелкосерийном производстве.

Она создает предпосылки для перехода к качественно новому уровню — созданию гибких автоматизированных производственных систем, допускающих возможность быстрой переналадки для выполнения операций с другой последовательностью и характером действий и работающих с минимальным участием человека.

Также исследования показывают, что при использовании на отдельных операциях один промышленный робот в зависимости от сменности работы заменяет 1–3 рабочих, повышает производительность труда на 60–80% и снижение затрат на подготовку производства на 45–50%.

При групповом использовании эффективность промышленных роботов резко возрастает: производительность увеличивается не менее чем в 3–5 раз, а в отдельных случаях в 8–10 раз, относительно уменьшаются капитальные вложения и расходы на обслуживание, повышаются интенсивность и ритмичность производства, сменность, качество продукции, сокращается количество брака.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова, А.Д. Экономическая эффективность внедрения роботов-манипуляторов в промышленное производство в развитых странах / А.Д. Кузнецова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 40 (278). — С. 58–60. — URL: <https://moluch.ru/archive/278/62770/> (дата обращения: 20.03.2022).
2. Применение робототехники в промышленности // Техника и системы автоматизации URL: <https://tsa.su/news/primenenie-robototekhniki-v-promyshlennosti/> (дата обращения: 19.01.2022).
3. Использование промышленных роботов: обзор рынка робототехники в России и мире // DelovoyProfil URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/ispolzovanie-promyshlennykh-robotov-obzor-rynka-robototekhniki-v-rossii-i-mire/> (дата обращения: 25.02.22).

© Орехов Сергей Юрьевич (serg31057@mail.ru), Зайчиков Никита Евгеньевич (zanik.2000@inbox.ru),
Петрухин Константин Андреевич (farlamov.maxim@yandex.ru), Ширяева Елизавета Дмитриевна (lady.eliza99@yandex.ru),
Скадин Артём Владимирович (a.skadin@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ ПЛАТФОРМАМИ

Орехов Сергей Юрьевич

Старший преподаватель, Калужский филиал
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана (национальный
исследовательский университет)
serg31057@mail.ru

Цепуркин Александр Михайлович

Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский
государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский
университет)
tsepurkin00@mail.ru

Цепуркин Николай Михайлович

Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский
государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский
университет)
nikser@mail.ru

Сахаров Владимир Валентинович

Старший преподаватель, Калужский филиал
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана (национальный
исследовательский университет)
vlad.saharov2011@yandex.ru

Гайгеров Максим Алексеевич

Калужский филиал ФГБОУ ВО «Московский
государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский
университет)
kolljei@gmail.com

DEVELOPMENT OF A MOBILE PLATFORMS MANAGEMENT SYSTEM

**S. Orekhov
A. Tsepurkin
N. Tsepurkin
V. Sakharov
M. Gaygerov**

Summary. Purpose of the work: to develop a control algorithm that can improve the accuracy, which can be compared with a positioning system. The objectives of this study are to find ways to find an acceptable solution and an algorithm for following a mobile robot along a constructed path using an absolute navigation system. The hypothesis of this study is that programming and design took place in the Matlab environment, a physical model of a mobile robot, an ultrasonic navigation system, as well as methods for finding the optimal path. Conclusions: A mobile platform control algorithm has been developed that can minimize the positioning error at a certain point. Conclusion. The proposed composition of the system and the control algorithm can increase the positioning accuracy of a mobile robot by considering relative positioning systems.

Keywords: algorithms, navigation, optimal path, mobile robot.

Аннотация. Цель работы: разработать алгоритм управления, которая сможет повысить точность, которую можно сравнивать с системой позиционирования. Задачи данного исследования нахождение способов поиска приемлемого решения и алгоритм следования мобильного робота по построенному пути с применением абсолютной системы навигации. Гипотеза данного исследования заключается в том, что программирование и проектирование происходило в среде Matlab, физической модели мобильного робота, ультразвуковой навигационной системы, а также методов поиска оптимального пути. Выводы: Разработан алгоритм управления мобильной платформой, который сможет минимизировать погрешность позиционирования в определенной точке. Заключение. Предложенные состав системы и алгоритм управления сможет увеличить точность позиционирования мобильного робота рассматривая относительные системы позиционирования.

Ключевые слова: алгоритмы, навигация, оптимальный путь, мобильный робот.

Прямая задача о траектории

Зная начальные и конечные координаты точек, лежащие в системе, можно определить законы изменения обобщенных координат. Для каждой

$$|\dot{q}_i| < \dot{q}_i^{max}; \quad |q_i| < q_i^{max}; \quad |\ddot{q}_{i,T}| < \ddot{q}_{i,T}^{max}$$

точки создадим предельные значения на скорость и ускорение.

Так как приводы не могут двигаться с постоянной скоростью, траекторию можно поделить на три участка: траектория на разгон, перемещение с постоянной максимальной скоростью и траектория на торможение. (Рисунок 1)

Нужно определить минимально время всей траектории, связанное с разгоном, торможением и постоянной скоростью.

Возьмем механизм с 1 степенью свободы и рассмотрим задачу.

Определим время разгона, торможения и время движения с максимальной скоростью. Формулы указаны соответственно:

$$t_b = \frac{\dot{q}^{max}}{\ddot{q}^{max}}; \quad t_e = \frac{\dot{q}^{max}}{\ddot{q}_T^{max}}; \quad t_m = \frac{q}{\dot{q}^{max}} - \frac{t_b + t_e}{2}$$

Из формул выше видно, что время движения приводов будет различны из-за того, что графики движения приводов от обобщенных координат будет иметь вид трапеции. Пути решения данных проблем:

1. Заменяем время определения обобщенной координаты к максимальному определенному значению времени, сравнивая время движения всех координат:

$$t^i = \max(t_b^i, t_e^i, t_m^i), \quad i = \overline{1 \dots N}$$

2. Увеличиваем время при движении с максимальной постоянной скоростью, из-за этого преобразуется время разгона и время торможения точек.
3. Определяем новые пересчитанные значения скоростей разгона, торможения и движение с постоянной скоростью:

$$\begin{cases} t_{b_{new}}^i = \frac{\dot{q}_i^{val}}{\ddot{q}_i^{max}} \\ t_{e_{new}}^i = \frac{\dot{q}_i^{val}}{\ddot{q}_{i,T}^{max}} \\ q^i = \frac{2t^i - t_{b_{new}}^i - t_{e_{new}}^i}{2} \dot{q}_i^{val} \end{cases}$$

Также иногда изменение обобщенной координаты при торможении и разгоне могут увеличить значение торможения. Из этого следует, что приводные справляться, не успевают принять максимальное значение скорости до момента торможения. Поэтому график будет иметь вид треугольника (Рисунок 2).

Из рассмотренного графика выше, можно отметить, что время движения с постоянной скоростью будет равно нулю, и поэтому система заметно упрощается:

$$\begin{cases} t_b = \frac{\dot{q}^{val}}{\ddot{q}^{max}} \\ t_e^i = \frac{\dot{q}^{val}}{\ddot{q}_T^{max}} \\ q^i = \frac{t_b^i + t_e^i}{2} \dot{q}^{val} \end{cases}$$

Система динамических уравнений

Система динамических уравнений, определяющая промежуточные и постоянные (при бесконечной работе двигателя) процедуры. Они создают уравнения, которые включают все уравнения токов и уравнения динамики.

1. Уравнения по току имеют вид:

$$L \cdot \frac{dI_{on}}{dt} + I_{on} \cdot R_1 = U_0 \cdot f_2 + \Delta U \cdot f_1 - E_0 \cdot f_2 + \Delta E \cdot f_1$$

$$L \cdot \frac{dI_{off}}{dt} + I_{off} \cdot R_1 = -2\Delta U \cdot f_1 - 2\Delta E \cdot f_1$$

$$f_1 = \begin{cases} 1, I_{off} \text{sign} U > 0, \quad I_{off}^{(0)} \text{sign} U > 0; \\ 0, \quad I_{off} \text{sign} U \leq 0 \end{cases}$$

$$f_2 = 1(n \cdot \frac{\pi}{3} - \vartheta) = \begin{cases} 1, n \cdot \frac{\pi}{3} > \vartheta \\ 0, n \cdot \frac{\pi}{3} \leq \vartheta \end{cases}$$

$$U_0 = \frac{1}{2} U; \quad \Delta U = \frac{1}{6} U;$$

$$E_0 = \frac{\sqrt{3}}{2} C_E \Omega \cos\left(\vartheta + \frac{\pi}{6} - n \cdot \frac{\pi}{3}\right),$$

$$\Delta E = \frac{1}{2} C_E \Omega \cos\left(\vartheta + \frac{2\pi}{3} - n \cdot \frac{\pi}{3}\right).$$

$$C_E = k_{01} \cdot p \cdot \Phi \cdot \omega_1.$$

2. Электромагнитный момент двигателя определяется по формуле:

$$M = \sqrt{3} C_M \left[I_{on} \cos\left(\vartheta + \frac{\pi}{6} - n \cdot \frac{\pi}{3}\right) + I_{off} \cos\left(\vartheta + \frac{\pi}{3} - n \cdot \frac{\pi}{6}\right) \right].$$

3. Также рассматривается уравнение динамики:

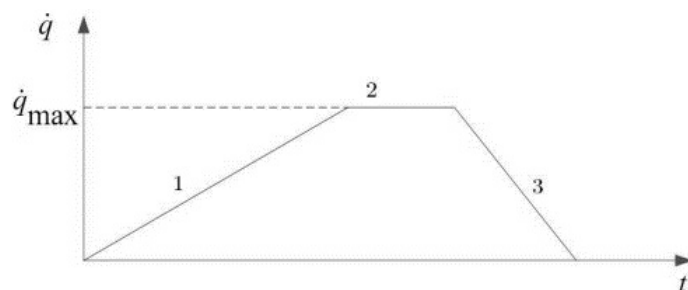


Рис. 1. Минимальное время перевода мобильной платформы

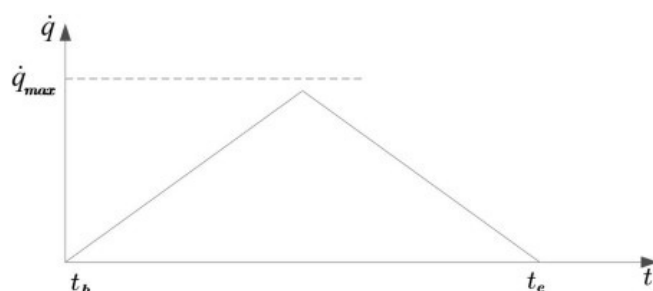


Рис. 2. Получение максимального времени разгона и торможения

$$J \frac{d\Omega}{dt} = M - M_H$$

Момент нагрузки может иметь следующий характеристики:

$$M_H = M_H^0 \operatorname{sign} \Omega;$$

$$M_H = k_{11} \Omega;$$

$$M_H = k_{11} \Omega^2;$$

4. Рассматривается уравнение угла поворота ротора:

$$\vartheta = p \int_0^t \Omega dt.$$

Текущий угол поворота должен определяться при удовлетворении условия:

$$(n - 1) \frac{\pi}{3} \leq \vartheta \leq n \frac{\pi}{3},$$

Где n — порядковый номер периода.

Если же не удовлетворяет условию пределы текущего угла поворота, тонужно увеличивать на одну единицу порядковый номер периода, чтобы условие приняло верные пределы.

$$n \frac{\pi}{3} \leq \vartheta \leq (n + 1) \frac{\pi}{3}$$

Обратная задача кинематики

$$L = a^\circ \frac{2\pi r}{360}$$

Выше рассмотрена формула для расчета пройденного расстояния L от радиуса колеса (при синхронной работе обоих двигателей).

Принимая во внимание геометрические особенности механизма, то есть сдвиг центра масс получаем формулу:

$$B^\circ = \frac{A}{r + s} \cdot a^\circ,$$

где A — расстояние до центра масс, r — радиус колеса, s — толщина колеса, B° — угол поворота привода, a° — угол поворота колеса.

Пусть $A = 0.25$ м, $r = 0.1$ м, $s = 0.002$ м; то $B^\circ = 2,49 \cdot a^\circ$

Ограничения по скорости и ускорению для приводов механизма при рассчитанной массе в 9.5 кг. Расчет производится на основе пустой платформы коэффициента трения резиновых покрышек. Система имеет вид:

$$\begin{cases} q_i^{\dot{M}ax} = \frac{60 \text{ об}}{\text{м}} = \frac{19 \text{ м}}{\text{с}} \\ q_i^{\ddot{M}ax} = 4 \text{ м/с}^2 \\ q_{i,t}^{\ddot{M}ax} = 8 \text{ м/с}^2 \end{cases}$$



Рис. 3. Основной алгоритм управления мобильной платформы

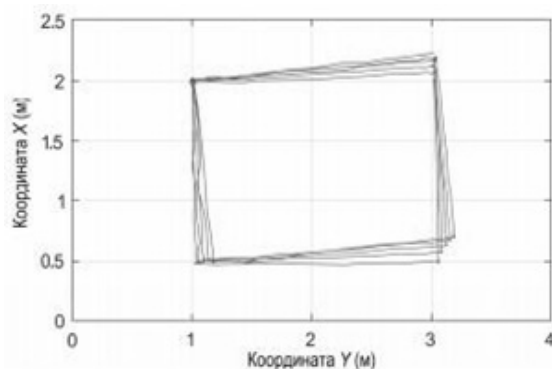


Рис. 4. Путь робота без изменения в системе

Проверка созданного алгоритма на материальном роботе

Основной алгоритм управления мобильной платформы представлен на рисунке 3.

Проверка без изменений будет произведена с помощью USS. Рассматриваем вариант, что приводы двига-

ются без обратной связи с контроллером. Измеряются количество импульсов с шагового двигателя и считается угол поворота. Его можно рассчитать с помощью BNO080. Робот будет иметь путь в виде прямоугольника, который имеет размеры 1500*2000 мм по оси X и по оси Y соответственно. С помощью USS можно сказать, что робот проедет этот путь 5 раз. И данный путь показан на рисунке 4.

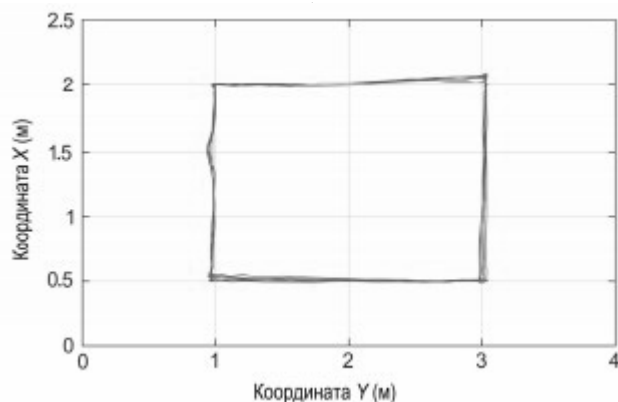


Рис. 5. Путь робота с изменениями в системе

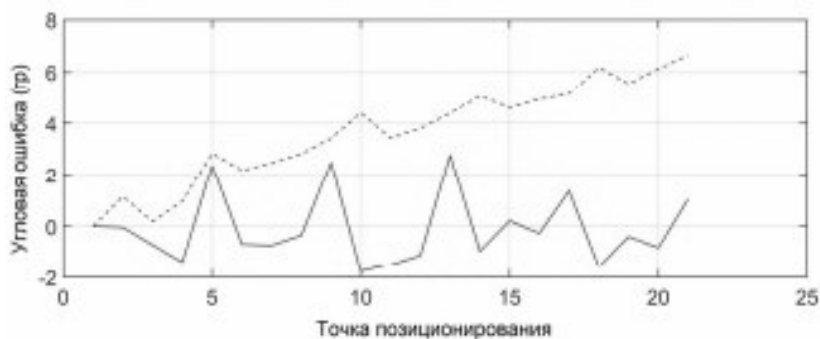


Рис. 6. Угловое искажение

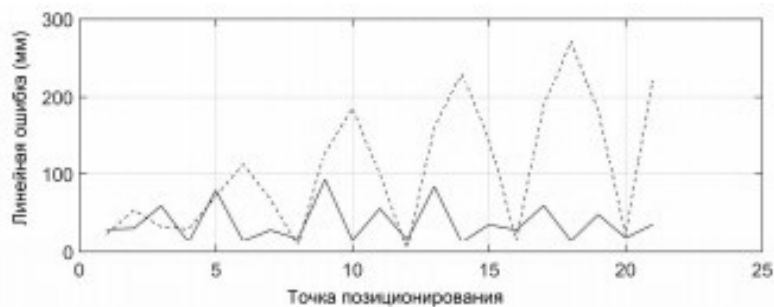


Рис. 7. Линейное искажение

На рисунке 4 показано, что путь робота состоит в линии, которая в определенное время поворачивается на определённый угол (берется с помощью погрешности позиционирования). Так же можно сказать, что линейная погрешность не является большим значением. Погрешность, которая возникает из-за поворота линии траектории, сохраняется и суммируется в датчике BNO080. Чтобы избежать данные недочеты по поводу погрешности, нужно использовать совершенную систему позиционирования.

Если ввести изменения в систему, то погрешность угла и местоположения будет значительно лучше. (рисунок 5)

Бывают линейные и угловые искажения. Рассмотрим угловое искажение. На Рисунке 6 изображены два графика: робот, идущий без изменения в системе — штрихпунктирная линия; робот, идущий с изменениями в системе — сплошная линия. Аналогично рассмотрим линейное искажение, которое изображено на рисунке 7.

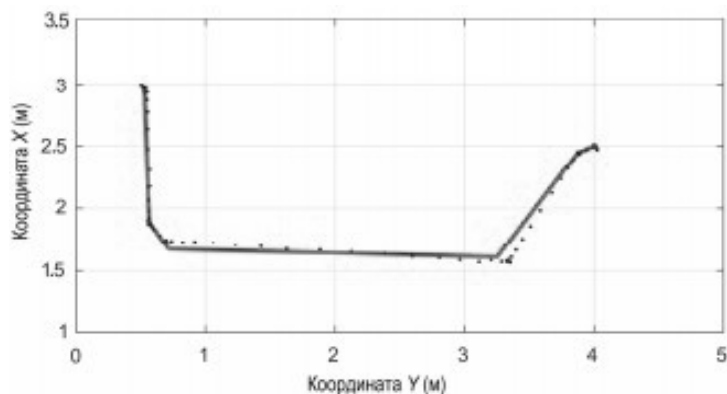


Рис. 8. Путь робота по координатам

Исходя из графиков можно сделать вывод, что после изменений в системе погрешности не исчезли, но, по крайней мере, не увеличиваются, как было без изменений.

Путь робота можно увидеть на рисунке 8. (Вычисленный путь — сплошная линия; линия, состоящая из точек — путь мобильной платформы).

В ходе работы определили отклонение позиционирования, равной 19 мм. Данное значение получилось таким малым, потому что отрезок заключающего пути слишком мал. Чем больше отрезок, тем больше угловое отклонение. Это наносит значительный ущерб ошибке позиционирования. Тогда логичнее всего поставить механизм, состоящий из 2 двигателей, чтобы они избавляли от отклонения до конечного значения 20 мм.

Приведенные данные являются теоретическим описанием исследования этой системы, измерения были получены на основе моделирования эксперимента в среде SolidWorks и Matlab. Эксперимент проводился по известным законам. В настоящее время производится подбор технических и аппаратных средств для достоверной оценки этих параметров для мобильных платформ и проверки полученной теоретической базы.

В результате исследований были определены значения скоростей и параметров платформы. Зависимости от скорости определены экспериментально. Был разработан алгоритм управления, который позволяет этой системе повысить точность по сравнению с системой, использующей систему относительного позиционирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богатенков В.А., Масюк В.М. Концепция стенда на гусеничном ходу исследование его преимуществ и недостатков. Сборник материалов. Всероссийской НТК Научные технологии в приборостроении и машиностроении развитие инновационной деятельности в вузе. Калуга, МГТУ им. Н.Э. Баумана. — 2018. — С.196–198.
2. Лобова А.И., Кандаурова К.И., Масюк В.М., Орехов С.Ю. Исследование и натурное моделирование инерциальной системы позиционирования мобильной платформы, конференция: XXXI международная инновационная конференция молодых ученых и студентов по проблемам машиноведения. Микмус. — 2019. — С. 783–786.
3. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB.SimPowerSystems и Simulink [Текст]. - ДМК Пресс. — 2007. — 156 с.
4. Ощепков, А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB. [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Ю. Ощепков. — СПб.: Лань, 2013. — 208 с.

© Орехов Сергей Юрьевич (serg31057@mail.ru), Цепуркин Александр Михайлович (tsepurkin00@mail.ru),
Цепуркин Николай Михайлович (nikсер@mail.ru), Сахаров Владимир Валентинович (vlad.saharov2011@yandex.ru),
Гайгеров Максим Алексеевич (kolljei@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

DOI10.37882/2223–2966.2022.07.28

АНАЛИЗ ПОЧТИ-ПЕРИОДИЧЕСКИХ И ПОЧТИ-ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ЛОКАЛЬНЫХ МИНИМУМОВ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОЙ ВЫБОРКИ

ANALYSIS OF ALMOST-PERIODIC AND ALMOST-PROPORTIONAL CHARACTERISTICS OF TIME SERIES OF LOCAL MINIMA OF A REPRESENTATIVE SAMPLE

**A. Paramonov
V. Kuzmin
R. Dzerzhinsky**

Summary. The problem of methods for analyzing nonlinear oscillations is now a general scientific, fundamental one, especially in the field of information systems with a large amount of data. In this paper, the analysis takes place on a test example of exchange data to identify hidden connections, general patterns, trends and fluctuations. According to the results of the analysis, it is expected to identify the desired ergodic dependence, as well as distinctive features of data behavior in the identified areas of almost-periods and almost-proportions.

Keywords: nonlinear dynamics, economics, data analysis, stock data, time series, nonlinear fluctuations with trend, trend exclusion, almost-periods, almost-proportions, development cell.

Парамонов Александр Александрович

Ассистент, ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский технологический университет»
paramonov_a_a99@mail.ru

Кузьмин Виктор Иванович

Д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский технологический университет»

Держинский Роман Игоревич

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский технологический университет»

Аннотация. Проблема методов анализа нелинейных колебаний является сейчас общенаучной, фундаментальной, особенно в области информационных систем с большим объёмом данных. В данной работе анализ проходит на тестовом примере биржевых данных по выявлению скрытых связей, общих закономерностей, трендов и колебаний. По результатам проведения анализа, ожидается выявление искомой эргодической зависимости, а также отличительных черт поведения данных на выявленных участках почти-периодов и почти-пропорций.

Ключевые слова: нелинейная динамика, экономика, анализ данных, биржевые данные, временные ряды, нелинейные колебания с трендом, исключение тренда, почти-периоды, почти-пропорции, ячейка развития.

Введение

Проблема анализа методов нелинейных колебаний с трендом является сейчас общенаучной, фундаментальной, особенно в области информационных систем с большим объёмом данных.^[1] В данной работе анализ проходит на тестовом примере биржевых данных по выявлению скрытых связей, общих закономерностей, трендов и колебаний. По результатам проведения анализа, ожидается выявление искомой эргодической зависимости, а также отличительных черт поведения данных на выявленных участках почти-периодов и почти-пропорций.^[2]

Специфика временных рядов состоит в том, что в них представлен результат взаимодействия процессов, происходящих в принципиально разных временных масштабах. Это приводит к необходимости разделения исходного временного ряда на составляющие, характеризующие, так называемые, быстрые и медленные движения. В результате чего, анализ быстрых

движений позволяет определить иерархию временных интервалов, наиболее близких к периодам (почти-периодам).

Знание почти-периодов позволяет использовать их в качестве интервалов сглаживания исходного ряда для определения иерархии трендов, соответствующих полученным значениям почти-периодов.

Медленные движения, как основные тенденции (тренды), анализируются также непосредственно, без исключения быстрых движений, на основе нелинейных преобразований (анаморфоз), которые переводят исходные данные в кусочно-линейные зависимости. В результате, общая структура временного ряда определяется при сопоставлении характеристик почти-периодов и трендов. Помимо этого, существует проблема почти-пропорций, которые могут быть выявлены, как при помощи алгоритмов нахождения почти-пропорций, так и способны воспроизводиться через соотношения почти-периодов.^{[3][4][5]}

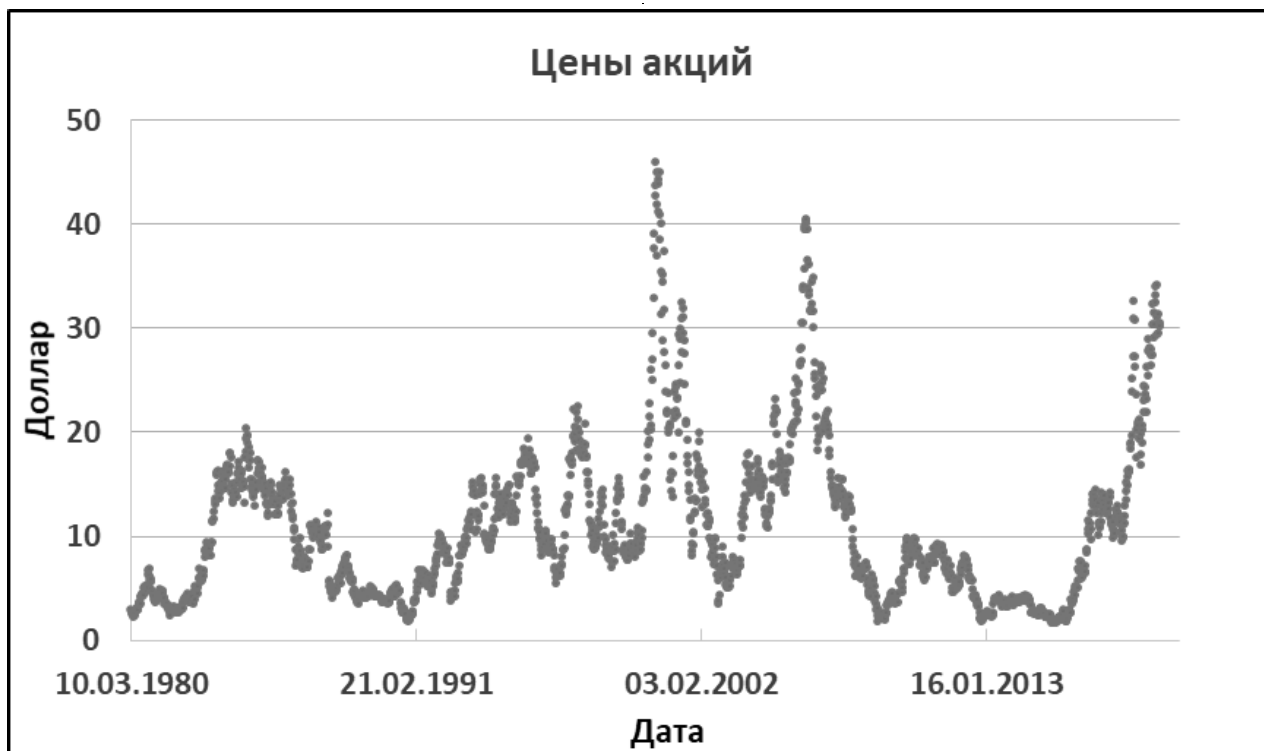


Рис. 1. Данные стоимости акций компании AMD

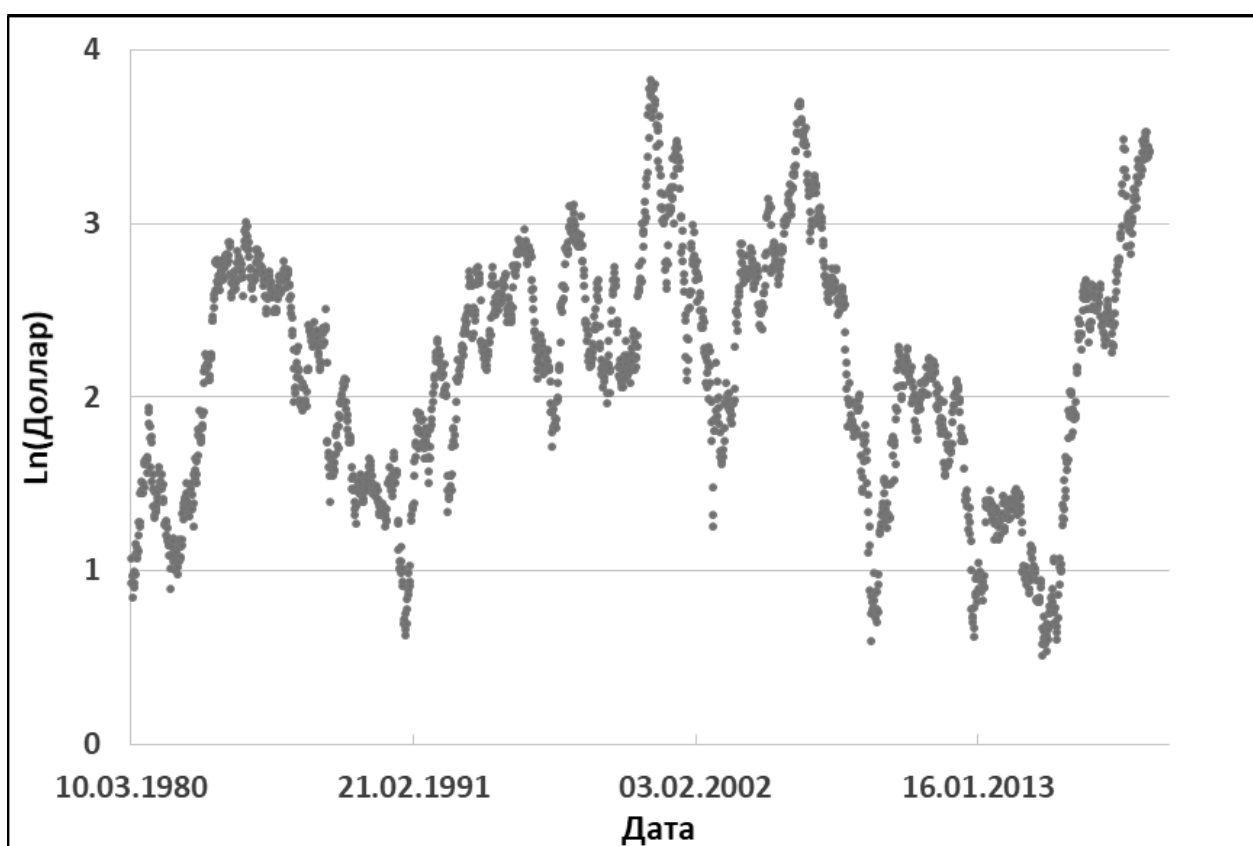


Рис. 2. Данные стоимости акций компании AMD в координатах $\ln(y) \sim t$

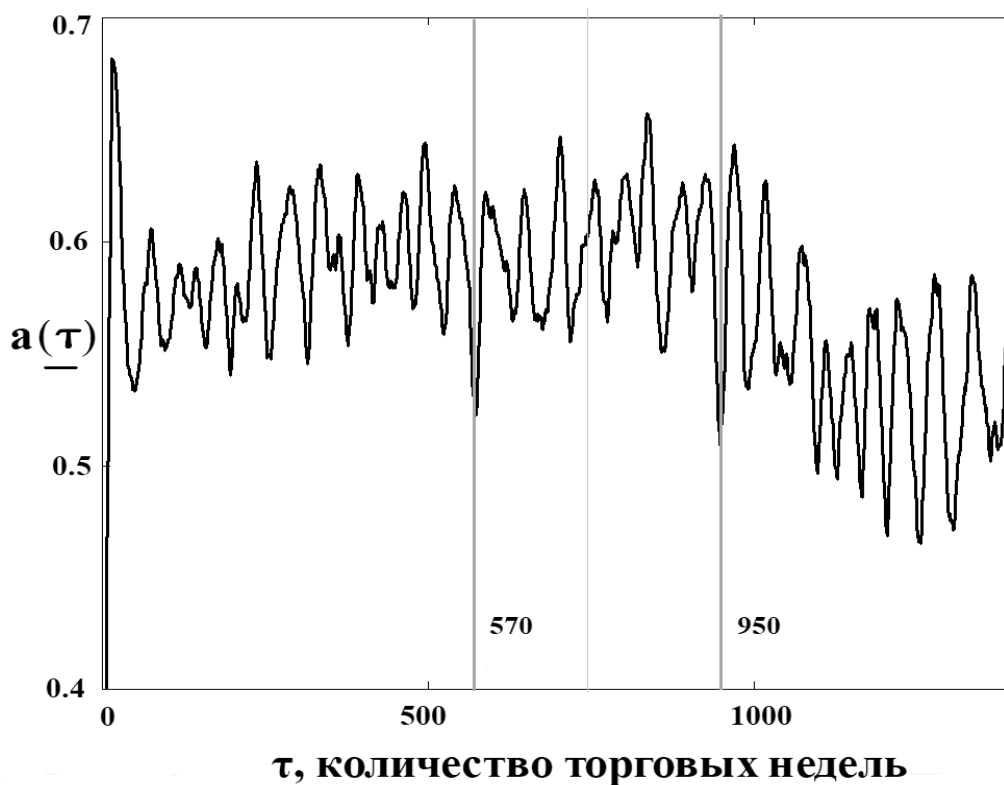


Рис. 3. Сдвиговая функция для стоимости акций компании AMD

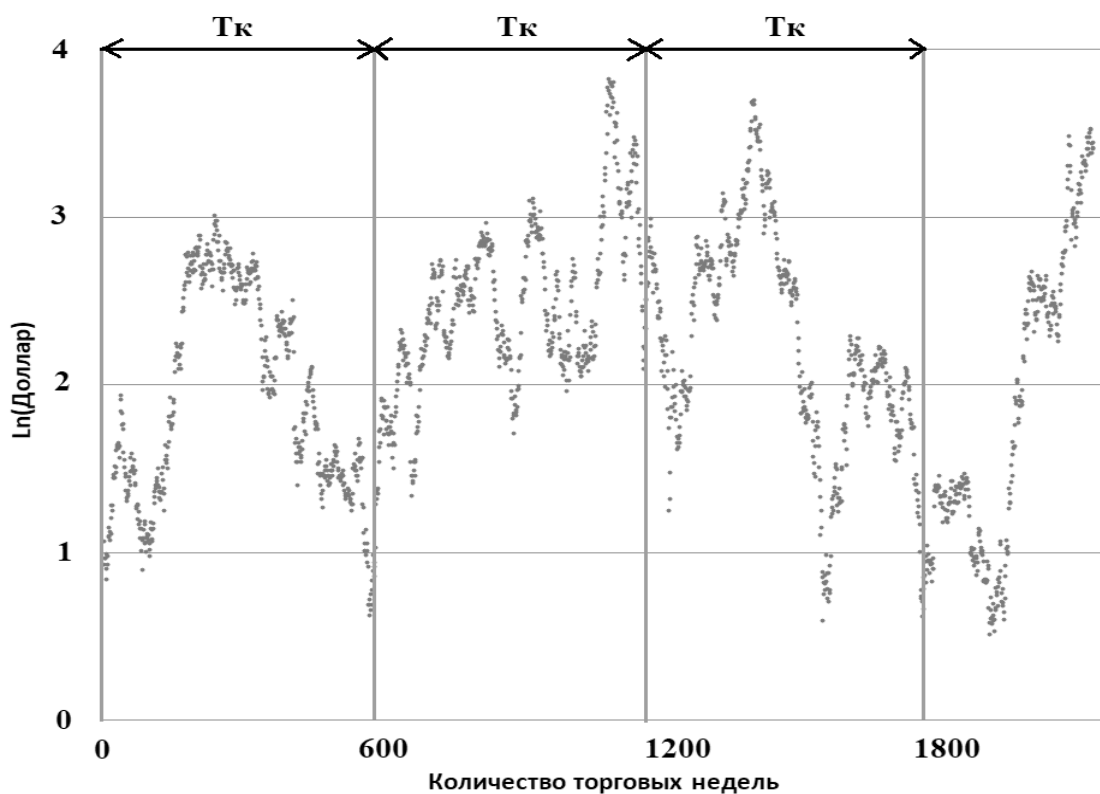


Рис. 4. Проявленность почти-периода 570

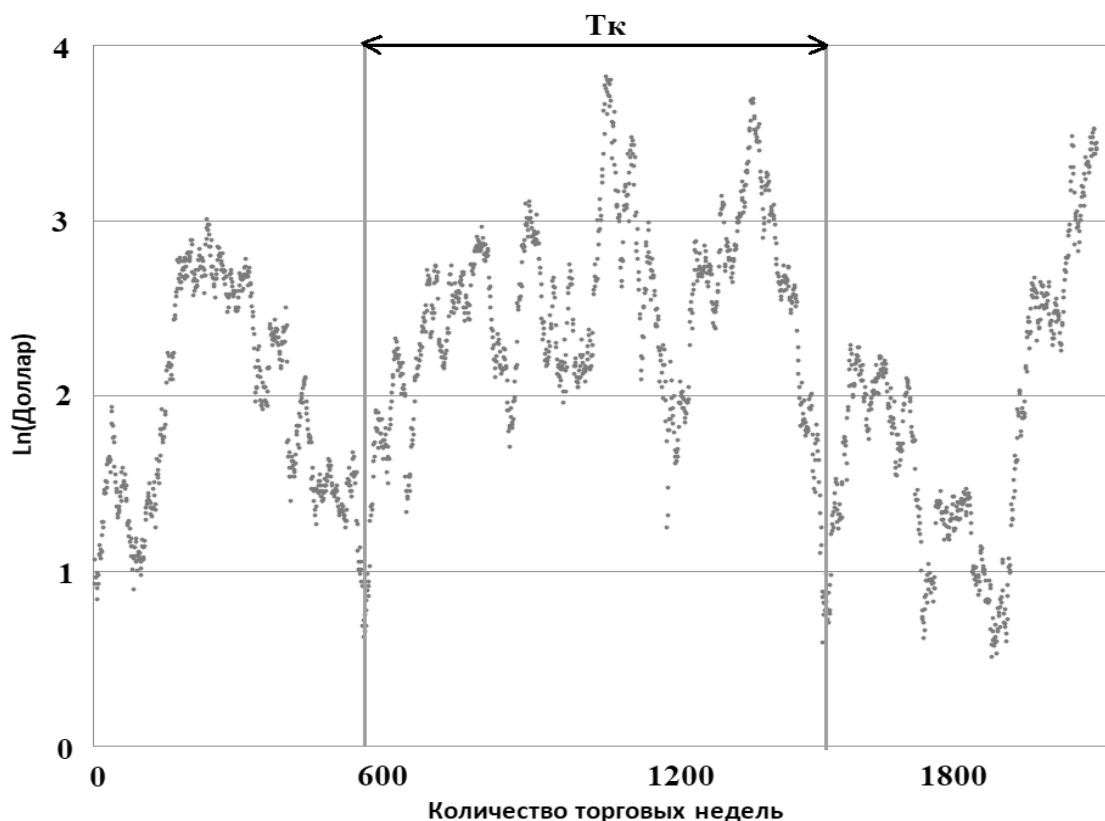


Рис. 5. Проявленность почти-периода 950

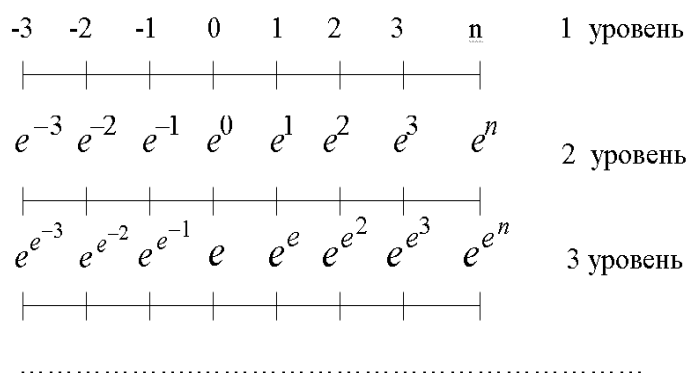


Рис. 6. Иерархия критических констант, определяемых числом Непера

В качестве объекта для нахождения и подтверждения решения поставленной задачи возьмём еженедельные данные стоимости закрытия акций компании AMD с начала её выхода на биржу (март 1980 года) по сентябрь 2019 года. Источником данных является сайт <https://finance.yahoo.com/>. Стоимость акций считается в долларах. Advanced Micro Devices (AMD) — производитель интегральной микросхемной электроники. Один из крупнейших производителей центральных и графических процессоров и чипсетов для материнских плат.

Исходные данные представлены на рис. 1.

Как видно, данные обладают разным порядком, чтобы провести качественную оценку, потребуется свести данные к масштабу, где данные больших и малых значений курса акций могли оцениваться одинаково. Для этого, воспользуемся анаморфозой вида $\ln(y) \sim t$, где y — исходные данные, t — время. Такие координаты ещё носят названия полулогарифмические. На рис. 2 представлены данные в полулогарифмическом масштабе. Можно за-

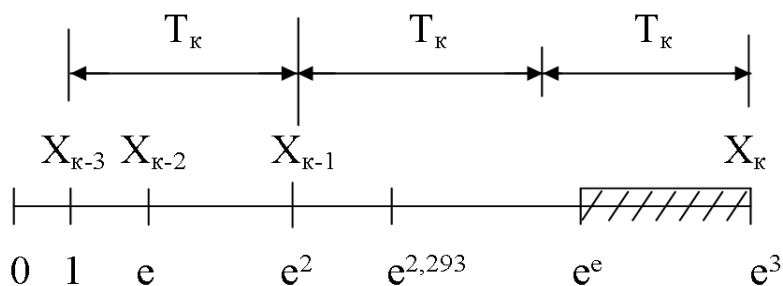


Рис. 7. Ячейка развития

метить, что такой масштаб растягивает диапазон малых значений курса и сжимает большие значения, что принципиально меняет восприятие анализируемых данных.

Начнём анализ с того, что для представленных данных найдём характерные почти-периоды. Но для начала, ознакомимся с некоторыми понятиями.

Период функции, это такое положительное число, свойство которого состоит в повторении значений функции через интервал изменения независимой переменной равный периоду, т.е. $f(t+\tau)-f(t)=0$. Однако поскольку в реальных данных приходится иметь дело с нелинейными колебаниями, в связи с чем, чистые периоды встречаются достаточно редко. То в результате, стоит задача по выявлению значений, наиболее близких к периодам. Такие значения называются почти-периодами. То есть, τ — почти-период, если для него выполняется неравенство, $|f(t+\tau)-f(t)| < \epsilon$, где $\epsilon > 0$ — смещение. Тогда для дискретного случая, если n — общее число отсчётов функции $f(t)$, заданной экспериментальными значениями, получаем функцию, которая носит название сдвиговой функцией и имеет вид:

$$a(\tau) = \frac{1}{n - \tau} * \sum_{t=1}^{n-\tau} |f(t + \tau) - f(t)|$$

Тогда выявление почти-периодов τ функции $f(t)$ может быть определена, как совокупность локальных минимумов функции $a(\tau)$. Причём, чем больше глубина минимумов на графике сдвиговой функции, тем ближе к истинному периоду значение временного интервала, соответствующего этому минимуму, и тем выше его значимость среди всех почти-периодов данного временного ряда.^[6]

Воздействуя сдвиговой функцией на исследуемый ряд (рис. 3), получим значения почти-периодов, равные 570 и 950. Наличие данных почти-периодов в анализируемых данных, показаны на рис. 4 и рис. 5, соответственно. Используя полученные значения почти-периодов, возьмём их за основу для построения ячейки развития.

В ходе анализа данных нередко можно столкнуться с использованием шкал отношений. При построении таких шкал проблема состоит в определении таких чисел, которые единым образом определяют структуру систем. Известно, что такие числа связаны, в частности, с числом Непера $e=2,71828\dots$, она же экспонента, которая является основанием натуральных логарифмов.

В природных системах реализована иерархия взаимодействующих структурных уровней (рис. 6), порождаемых по следующему правилу — каждый следующий более высокий уровень имеют члены предыдущего показателем степени у числа Непера.

Взаимосвязь между равномерными интервалами 1 уровня и членами геометрической прогрессии 2 уровня определяется синхронизацией их рубежей в соответствии с соотношением:

$$X_k = \frac{2e}{e-1} T_k$$

Здесь T_k — равномерные единичные такты арифметической прогрессии (1 уровень), X_k — рубеж геометрической прогрессии с модулем e (2 уровень). Такую взаимосвязь и называют ячейкой развития (рис. 7).^[7]

На рис. 8 и рис. 9 представлены ячейки развития с $T_k = 570$ и $T_k = 950$, соответственно. Как можно заметить, в выделенных рубежах можно смену тенденций цен акций. При этом, для $T_k = 950$ найти и наглядно показать наличие тактов на уровень меньше. Значение такта T_{k-1} можем найти, поделив значение такта предыдущего уровня — 950 на e . Проведя соответствующие вычисления, получаем, что $T_{k-1} = 350$. Расстановка данных тактов, в соответствии ячейкой развития предыдущего уровня, представлена на рис. 9 внизу графика. Видно, что в каждом из тактов, систем имеет индивидуальное поведение.

Как можно заметить, влияние ритмов арифметических прогрессий сопровождается ритмами геометрических прогрессий на функционирование самых различных систем. Для выявления ритмов геометрической

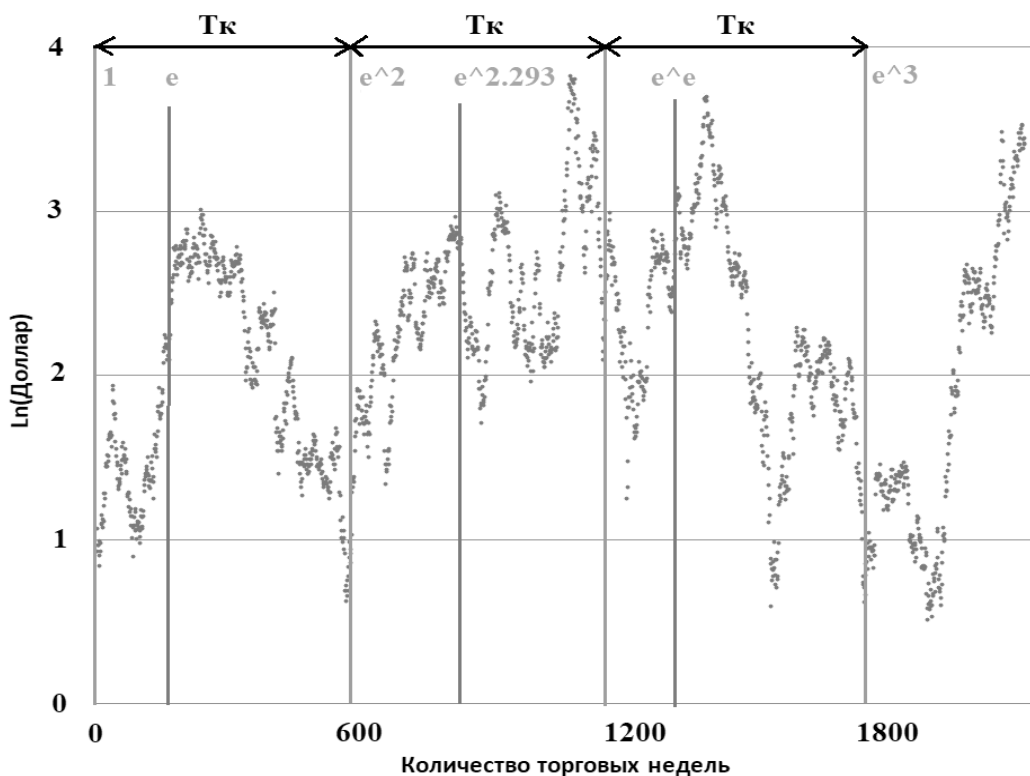


Рис. 8. Ячейка развития по почти-периоду $T_k=570$

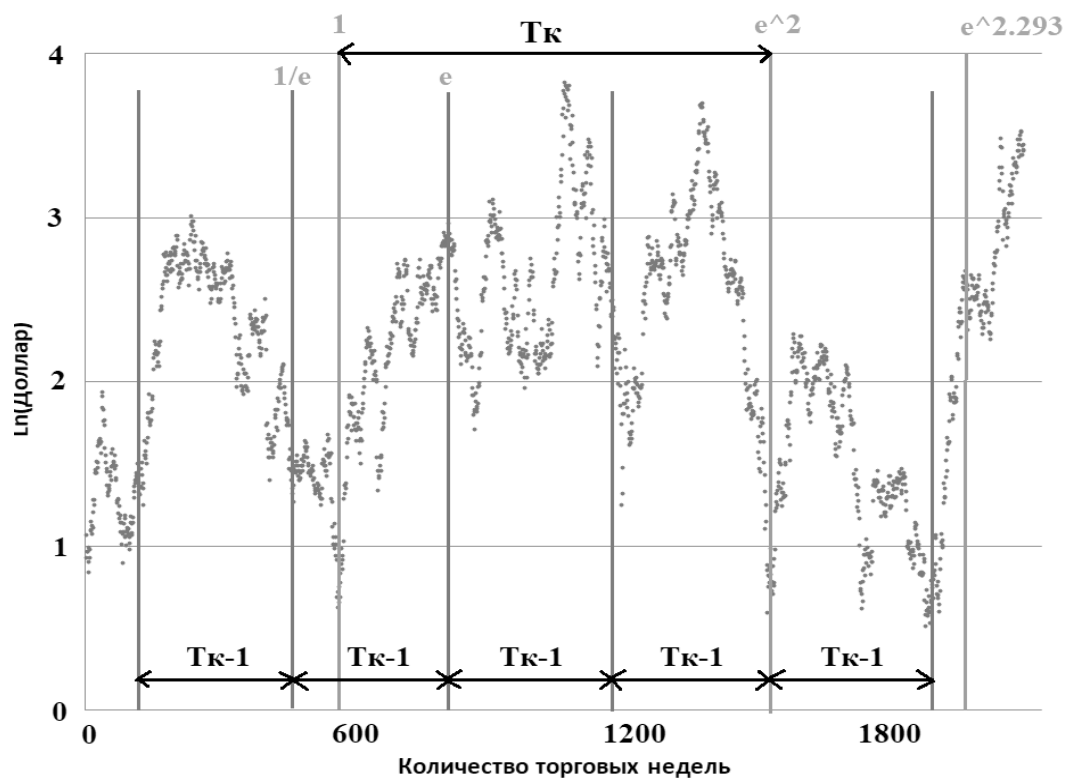


Рис. 9. Ячейка развития по почти-периоду $T_k=950$

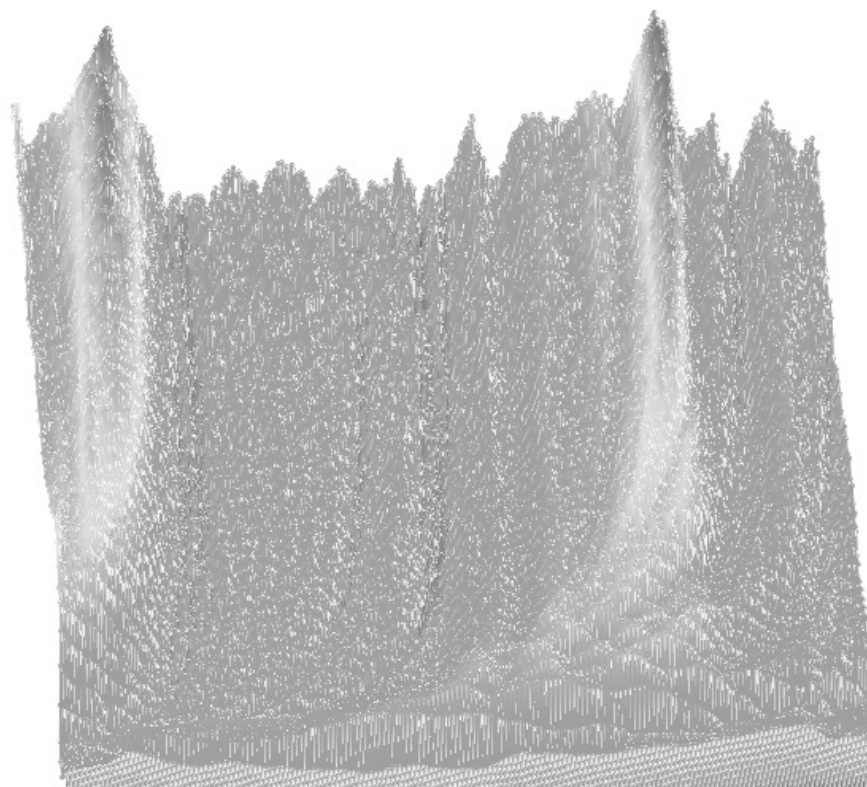


Рис. 10. Результат обработки данных рис. 2 функцией (1)

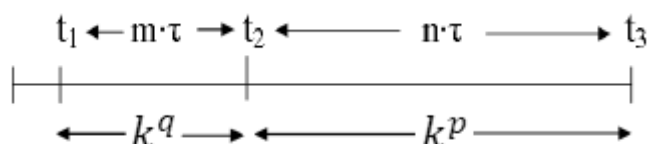


Рис. 11. Синхронизация арифметической и геометрической прогрессий

прогрессии будем опираться на тот факт, что они удовлетворяют соотношению $f(t \cdot k) - f(t) = 0$, где $f(t)$ — значение исследуемого ряда в момент времени t , k — модуль геометрической прогрессии. Тогда, почти-пропорцией будем называть такое число k , если для него выполняется неравенство $|f(t \cdot k) - f(t)| < \epsilon$, где $\epsilon > 0$ — смещение. Для дискретного случая, если N — общее число отсчётов функции $f(t)$, заданной экспериментальными значениями, получаем функцию, для определения почти-пропорций, которая имеет вид:

$$b(k) = \frac{1}{N/k} * \sum_{t=1}^{N/k} |f(t * k) - f(t)|.$$

Для идентификации геометрической прогрессии необходимо знать положение нуля отсчёта t_0 , который может находиться внутри или за пределами исследуемых

данных. Поэтому, с учётом определения, нуля отсчёта, формула для поиска почти-пропорций принимает следующий вид:

$$b(k, t_0) = \frac{1}{N/k} * \sum_{t=1}^{N/k} |f(t * k + t_0) - f(t + t_0)|. \quad (1)$$

В таком случае, система почти-пропорций k функции $f(t)$ может быть определена как совокупность локальных минимумов представленной функции. При этом, как и в случае с почти-периодами, чем глубже будут минимумы на графике функции, тем ближе к истинному значению модуля геометрической прогрессии временного интервала, соответствующего этому минимуму, и тем выше его значимость в данном временном ряде.^[1]

Применим этот алгоритм идентификации ритмов геометрической прогрессии на данных стоимости акций компании AMD. Результат обработки данных рис. 2 функ-

цией (1) представлен на рис. 10. Здесь хорошо проявлены локальные минимумы при значениях $t_0 = 130$ и $k = 30-31$, а при значении $t_0 = 270$, $k = 10-11$. Стоит отметить, что полученные числа k отличаются приблизительно в e раз. Что говорит о взаимосвязи полученных знаменателей геометрической прогрессии.

Рассмотрим условия синхронизации арифметической и геометрической прогрессии. Обозначим k — модуль геометрической прогрессии, τ — величина почти-периода, t_1, t_2, t_3 — числа, являющиеся одновременно членами арифметической и геометрической прогрессий, n — количество τ между t_2 и t_1 , m — количество τ между t_3 и t_2 (рис. 11). Тогда выполняется равенство:

$$\frac{t_1 * k^{p+q} - t_1 * k^q}{t_1 * k^p - t_1} = \frac{n * \phi}{m * \phi}$$

Тоже самое, что:

$$\frac{t_3 - t_2}{t_2 - t_1} = \frac{n * \phi}{m * \phi} \quad (2)$$

Отсюда, получаем, что по известному модулю геометрической прогрессии можно определить величину периода и наоборот.

В качестве знаменателей геометрической прогрессии, возьмём найденные значение k , равное 11, а также, значение, которое в e раз меньше 11 — $k = 4$. В качестве нуля отсчёта возьмём $t_0 = 130$. Подставляя поочередно в формулу (2) возможные значения синхронизации прогрессий t_1, t_2, t_3 , учитывая значение t_0 , получим следующие значения почти периодов. Для $k=11$, значения выявленных почти-периодов T_k : 11, 121. Для $k=4$, значения выявленных почти-периодов T_k : 4, 16, 64, 256.

Таким образом, получили почти-периоды, кратные соответствующим знаменателям геометрической прогрессии. Помимо этого, можно заметить, что полученные T_k равные 4 и 11, отличаются от ранее найденного почти-периода 570 в e^4 и e^5 раз соответственно.

Заключение

Полученная система оценок почти-периодов для процессов с нелинейными колебаниями с трендом на примере биржевых данных, показывает, что разделение медленных и быстрых характеристик процесса позволяет эффективно определять его периодические компоненты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмин В.И., Гадзаов А.Ф. Технический анализ. — М.: МИРЭА, МГУПИ 2015. — 71 с.
2. R.I. Dzerjinsky, E.N. Pronina, M.R. Dzerzhinskaya. The Structural Analysis of the World Gold Prices Dynamics// Computer Science On-line Conference (CSOC) 2020/ R. Silhavy (Ed): Artificial Intelligence and Bioinspired Computational Methods, AISC1225, pp. 352–365, 2020. Springer Nature Switzerland AG 2020 [Режим доступа]: https://doi.org/10.1007/978-3-030-51971-1_29
3. Кузьмин В.И., Самохин А.Б. Почти периодические функции с трендом. — М.: «ВЕСТНИК МГТУ МИРЭА» № 4 2015 Том II, 2015.
4. Кузьмин В.И., Гадзаов А.Ф. Методы построения моделей по эмпирическим данным. — М.: МИРЭА, 2012. — 94 с.
5. Дзержинский Р.И., Самохин А.Б., Чердынцев В.В. Вычислительная математика [Электронный ресурс]: учебное пособие — М.: МИРЭА, 2018. — Электрон. опт. диск (ISO)
6. Кузьмин В.И., Гадзаов А.Ф. Математические методы анализа периодических компонент нелинейных процессов и прогнозирования динамики ограниченного роста на их основе. — М.: «ВЕСТНИК МГТУ МИРЭА» № 4 2015 Том II, 2015.
7. Кузьмин В.И., Гадзаов А.Ф. Модели и методы научно-технического прогнозирования. — М.: МИРЭА, 2016. — 90 с.

© Парамонов Александр Александрович (paramonov_a_a99@mail.ru), Кузьмин Виктор Иванович,

Дзержинский Роман Игоревич.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МЕТОДИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ РЕГИСТРАЦИИ КИНЕМАТИКИ ДВИЖЕНИЯ ОПЕРАТОРА ЭКЗОСКЕЛЕТА

METHOD FOR AUTOMATED REGISTRATION OF THE KINEMATICS OF THE MOVEMENT OF THE EXOSKELETON OPERATOR

*I. Samsonov
I. Taratonov*

Summary. The article is devoted to the consideration of the methodology for automated registration and monitoring of the kinematics of the movement of the operator of the exoskeleton of the lower extremities. The requirements for the developed software and hardware complex are described, the applied hardware solutions are described. The developed software and hardware complex is described for automated monitoring and evaluation of the kinematics of the movement of the operator of the passive exoskeleton of the lower extremities. The applied solutions for the hardware implementation of an autonomous recording module, focused on obtaining the current values of the position sensors and storing them in the database, are described. The article presents the main provisions of the methodology for registering the position angle of the musculoskeletal system of the exoskeleton operator. The complex includes an accelerometer and a gyroscope as position angle sensors. During the approbation of the method, the values of the angles of the position of the waist, lower leg and thigh of the exoskeleton operator during the step were obtained and recorded. The results made possible to determine the critical values of the angle of deviation of the center of gravity of the exoskeleton operator.

Keywords: automated monitoring, exoskeleton, monitoring, motion kinematics, software and hardware registration system.

Самсонов Илья Владимирович

Аспирант, ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»

i.v.samsonov@bk.ru

Таратонов Илья Александрович

Старший преподаватель, ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению методики автоматизированной регистрации и мониторинга кинематики движения оператора экзоскелета нижних конечностей. Описаны требования к разрабатываемому программно-аппаратному комплексу, описаны применяемые аппаратные решения. Описан разрабатываемый программно-аппаратный комплекс, для автоматизированного мониторинга и оценки кинематики движения оператора пассивного экзоскелета нижних конечностей. Описаны применяемые решения аппаратной реализации автономного модуля регистрации, ориентированного на получение текущих значений датчиков положения и сохранение их в базе данных. В статье приводятся основные положения методики проведения регистрации угла положения опорно-двигательного аппарата оператора экзоскелета. В состав комплекса, в качестве датчиков углов положения включены акселерометр и гироскоп. В ходе апробации методики были получены и зарегистрированы значения углов положения поясницы, голени и бедра оператора экзоскелета при шаге. Полученные результаты позволили определить критические значения угла отклонения центра тяжести оператора экзоскелета.

Ключевые слова: автоматизированный мониторинг, экзоскелет, мониторинг, кинематика движения, программно-аппаратный комплекс регистрации.

Введение

На сегодняшний день, в промышленности активно применяются экзоскелеты нижних конечностей. Они служат для компенсации нагрузки, повышения производительности труда, работы в положениях, создающих высокую нагрузку на опорно-двигательный аппарат. Для повышения безопасности эксплуатации экзоскелетов необходимо контролировать положение центра тяжести, поскольку его отклонение может привести к падению оператора. Для предупреждения аварийных ситуаций возможно производить постоянную

автономную регистрацию углов положения опорно-двигательного аппарата, сравнивая значения положения центра масс в сочетании с ускорением, что позволит предугадывать приближение к критическим значениям при стрессе, утомлении, нарушении функционального состояния оператора или повышении загрузки внимания при использовании.

Осуществление мониторинга углов положения опорно-двигательного аппарата одновременно с психофизиологическими параметрами может позволить выявить признаки наступления неблагоприятного функциональ-

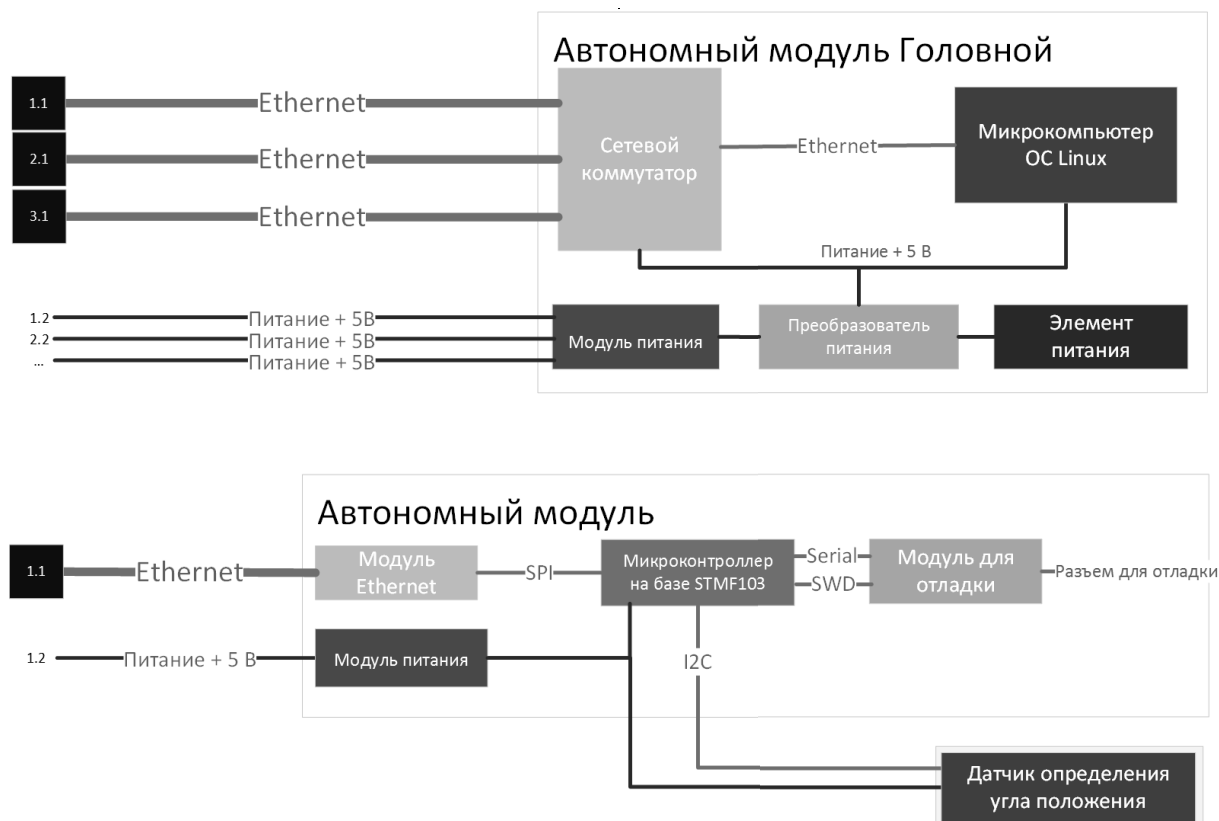


Рис. 1. Архитектура системы регистрации

ного состояния оператора, например, приближение к критическим значениям положения общего центра масс, что может привести к падению.

Материалы и методы

Автономный модуль регистрации показателей датчиков выполнен с использованием отладочной платы на базе микроконтроллера STM32F103. Она позволяет получать значения при наличии у подключаемых датчиков следующих интерфейсов: CAN, I2C, SPI, UART, USB. Есть возможность оцифровывать получаемые значения с помощью АЦП 12 бит. На рис. 1, представлена архитектура системы регистрации.

В качестве элемента питания используется Li-Ion аккумулятор, для повышения напряжения используется модуль питания на базе bq2407x [4]. Данное решение позволяет подключать модули от напряжения 5 В.

Для регистрации углового положения и ускорений использовались следующие датчики: модуль MPU6050 и HMC5883L [2,3]. Подключение датчиков к микроконтроллеру осуществляется по интерфейсу I2C, их питание осуществляется через микроконтроллер. Они являются функциональными измерительными системами, вклю-

чающими в себя гироскоп, магнитометр, акселерометр и датчик температуры.

В используемых датчиках частота записи новых данных внутренним аналогово-цифровым преобразователем зависит от выбранного пользователем диапазона измерений, что ограничивается исключительно чувствительностью сенсора. Как следствие, нужно правильно подбирать необходимую частоту для получения искомого результата. Установка многоосевого компаса используется для фильтрации и обработки данных с применением альфа-бета фильтра. Регистрируемые микроконтроллером параметры с датчика формируют пакет, содержащий тайм-код, получаемый с аппаратных часов реального времени микроконтроллера, который используется для синхронизации регистрируемых значений, а также значение регистрируемого в этот момент времени параметра датчика. Для представления данных использован 16-битный целый знаковый тип (int16). Угол положения регистрируется в диапазоне от -90° до 90° , при необходимой точности измерения в 0,1 долю, получаемое значение угла передается в виде $M \cdot 10$, где M — значение угла. Угол наклона фиксируется относительно оси 0X. Показания температуры предполагается регистрировать в диапазоне от 0°C до 50°C , точность датчика составляет $\pm 1^\circ\text{C}$.

Таблица 1. Формат пакета регистрируемых значений

	ID (1 байт)	TIMECODE (2 байта)	DATA1 (2 байта)	DATA2 (2 байта)	DATA3 (2 байта)
MPU6050			0X	0Y	0Z
			TEMPERATURE	-	-
HMC5883L			0X	0Y	0Z

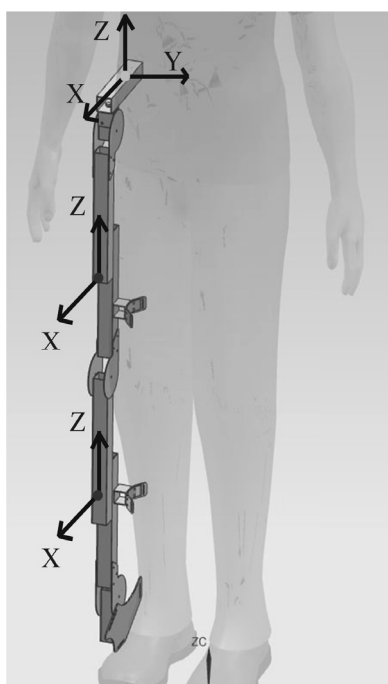


Рис. 2. Схема расположения автономных модулей регистрации кинематики движения

Формат пакета регистрируемых данных имеет следующий вид (Таблица 1): ID — уникальный номер датчика, TIMECODE — показания аппаратных часов реального времени.

Модуль Ethernet выполнен на базе W5500 [5]. В качестве транспортного протокола используется UDP; для обеспечения более быстрой передачи большого объема информации на головной модуль — микрокомпьютер на базе ОС Linux с основным пользовательским приложением, осуществляющее управление остальными модулями, для регистрации и обработку получаемых значений. Модульная реализация программного обеспечения и наличие открытого протокола обмена данными позволяет получать значения и из других систем, регистрирующих положение опорно-двигательного аппарата [6,7,8].

Сформированный пакет, представлен в табл. 3, поступает в модуль регистрации, пользовательского приложения и заносится в базу данных.

Автономные модули, с интегрированным трехосевым гироскопом и акселерометром, фиксируются, на каждый подвижный элемент экзоскелета: бедро, голень, поясница, расположение приведено на рис. 2. Ось Z должна быть направлена перпендикулярно поверхности земли, а вектора X и Y — параллельно земли.

Перед началом измерения, оператору необходимо произвести точную регулировку элементов крепления экзоскелета с учетом индивидуальной антропометрии. Основные элементы экзоскелета должны в точности повторять углы наклона оператора. Фиксация системы крепления не должна иметь люфтов. Оси изгиба коленного сустава оператора должны находиться на одной прямой с осью изгиба элемента системы экзоскелета. Для более точного позиционирования необходимо перед началом эксплуатации экзоскелета, задать нулевое положение углов: надев экзоскелет, оператору необходимо занять позу стоя, чтобы ноги были выпрямлены и находились на одной линии и нажать кнопку “ЗАДАТЬ НОЛЬ”, таким образом текущие значения, получаемые с гироскопа, будут взяты за нулевую точку отсчета.

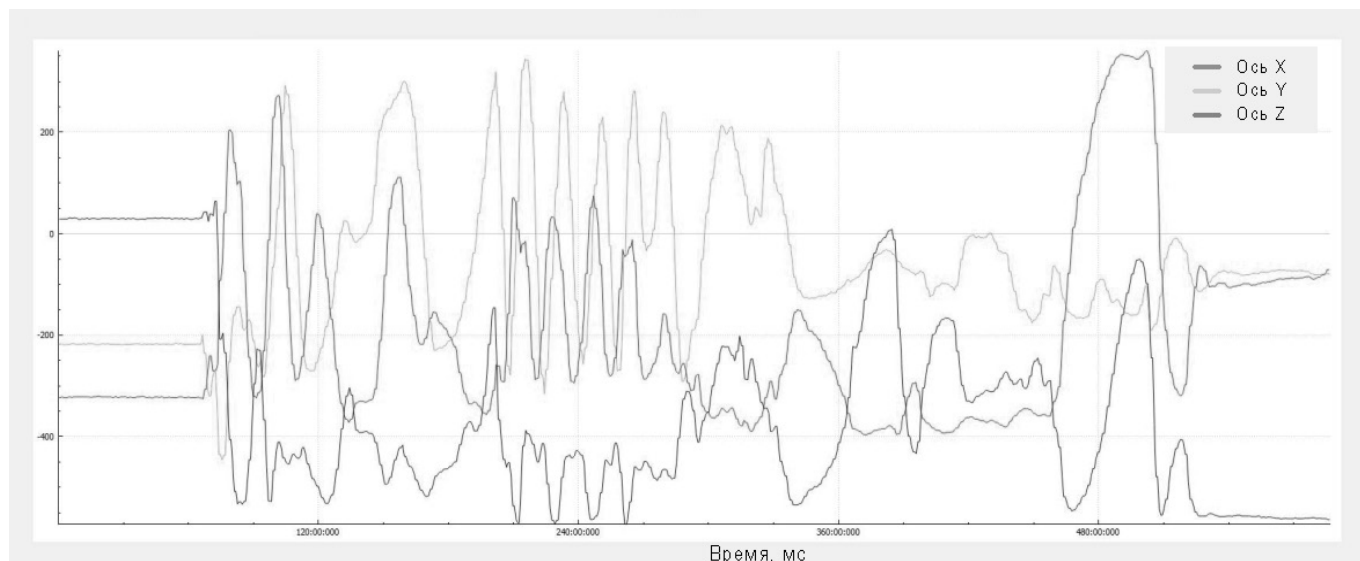


Рис. 3. Отображение регистрируемых значений датчиков, определяющих положение, после работы модуля фильтрации

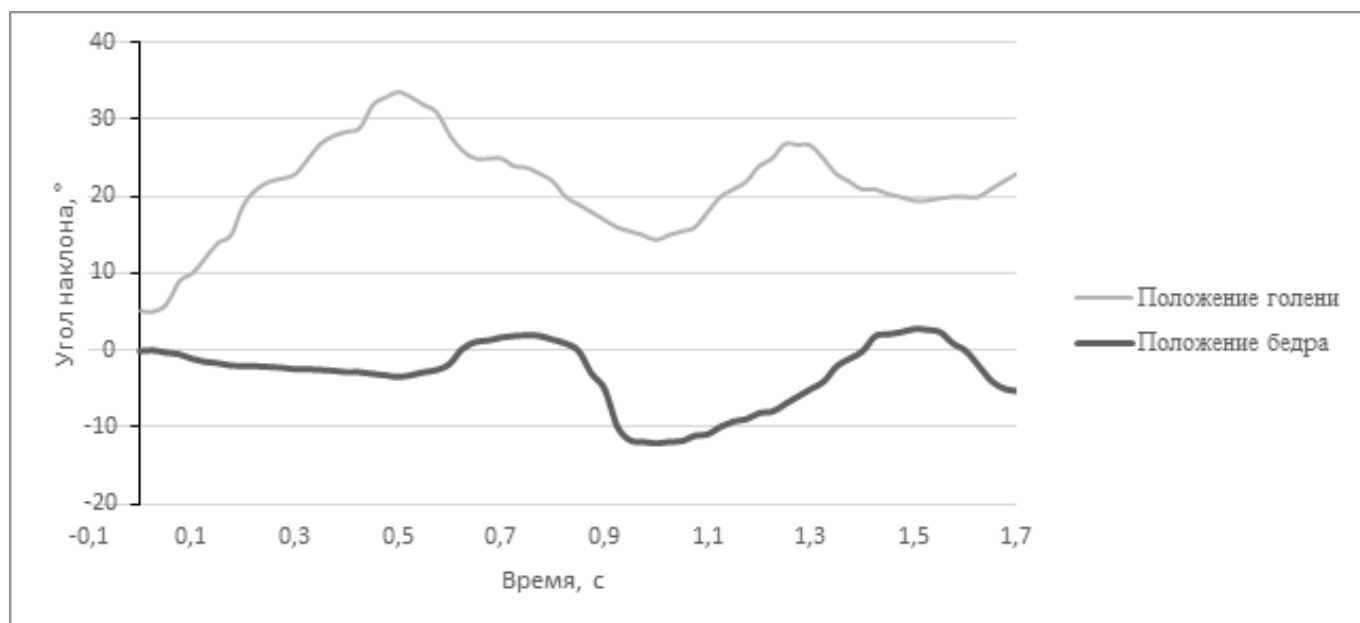


Рис. 4. Угол положения голени и бедра

При начале движения оператор нажимает аппаратную кнопку, расположенную на автономном модуле “СТАРТ”. Программное обеспечение формирует команду старта о начале измерений.

Данные с микроконтроллера поступают на основной вычислитель в программный модуль обработки поступающих сигналов для их фильтрации с последующим отображением текущих значений в виде графиков, отображаемые значения, в режиме тестирования,

показаны на рис. 3, и их регистрацией в файл в формате.csv.

В состоянии покоя измеряемые гироскопом значения имеют шум в 40 отсчетов из допустимых 65536, таким образом, уровень шума составляет $\pm 0,06\%$, что оказывает незначительное воздействие на полезный сигнал.

Из полученных данных при ходьбе по прямой, значения положения бедра, показаны на рис. 4, находятся

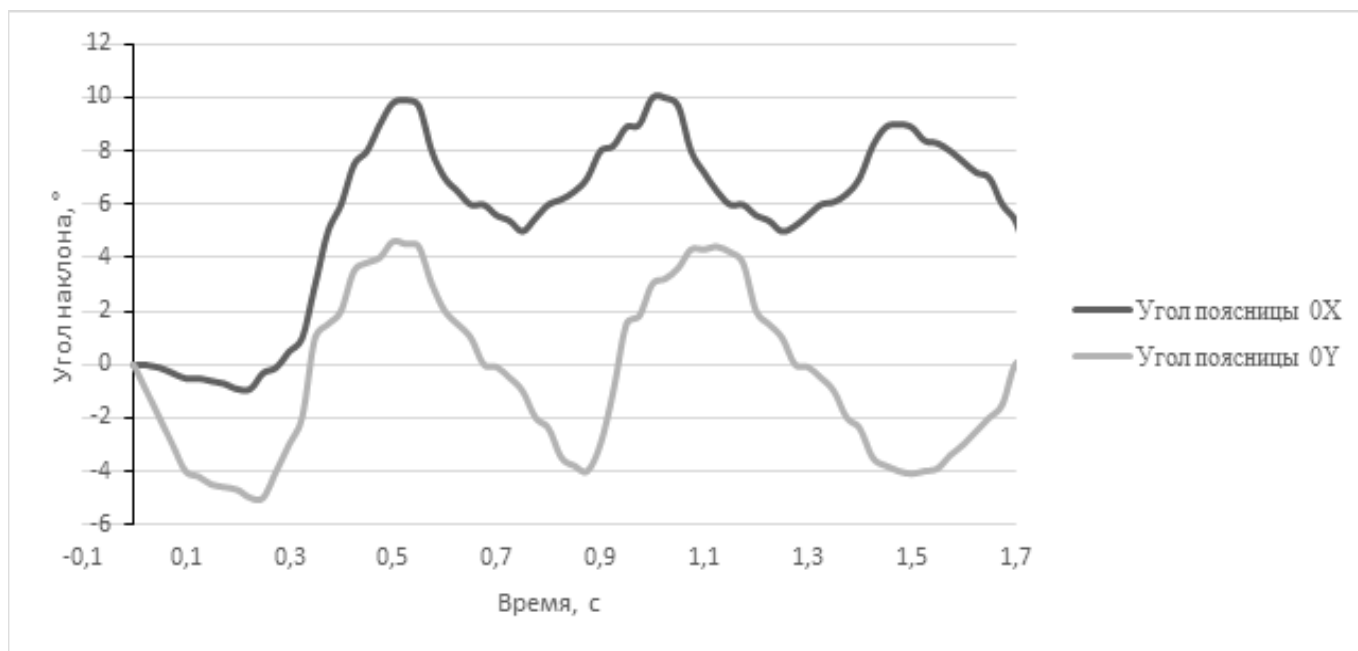


Рис. 5. Угол положения поясницы

в интервале от $-12,2^\circ$ до $2,9^\circ$, значения положения голени, показаны на рис. 4, находятся в интервале от 5° до $33,7^\circ$, значения положения поясницы, показаны на рис. 5 по оси OX находятся в интервале от $-0,9^\circ$ до 10° , преимущественно значения находятся в интервале от 5° до 10° , поскольку при движении прямо оператору необходимо значительно сместить центр масс вперед для загрузки системы пневмоупоров экзоскелета, когда значения положения поясницы по оси OY находятся в интервале от -5° до $4,6^\circ$.

Опытным путем было установлено, что при превышении 10° по оси OX и 15° по оси OY, центр масс оператора смещается на критические значение, что может привести к потере равновесия.

Значения температуры на протяжении всего эксперимента составляли 21°C , что позволяет свидетельствовать о комфортных условиях температуры микроклимата помещения при проведении эксперимента.

Представленная система регистрации параметров является функциональной измерительной системой, включающей в себя гироскоп, акселерометр, датчик температуры, программное обеспечение, благодаря которым возможно производить мониторинг и запись углов положения в пространстве: определить угловую скорость и линейные ускорения. Вычисление угла путем интегрирования угловой скорости является неточным из-за накопления ошибки (низкочастотный шум). Показания акселерометра поступают с высокочастотной по-

мехой. Для получения более точных показателей необходимо получать значения с акселерометра и гироскопа с последующей их обработкой фильтром Калмана или альфа-бета фильтром.

Заключение

Разработанный программно-аппаратный комплекс позволяет регистрировать значения угла, получаемые от акселерометров и гироскопов, для определения положения нижних конечностей оператора экзоскелета.

Описана архитектура применяемых аппаратных решений разработанного экспериментального образца программно-аппаратного комплекса.

Методика

апробирована на примере получения значений углов положения поясницы, голени и бедра оператора экзоскелета при шаге. Было выявлено: при превышении 10° по оси OX и 15° по оси OY, центр масс оператора смещается на критические значение, что может привести к потере равновесия.

Теоретические и экспериментальные исследования разработанного экспериментального образца программно-аппаратного комплекса свидетельствуют о возможности его применения в качестве инструмента объективного контроля количественных характеристик движения опорно-двигательного аппарата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаль А.В. Технологии больших данных в статистике // Учет и статистика. 2017. № 2 (46) [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-bolshih-dannyh-v-statistike> (дата обращения: 19.01.2022).
2. MPU-6050 Datasheet (PDF) — List of Unclassified [Электронный ресурс]. URL: <https://invensense.tdk.com/wp-content/uploads/2015/02/MPU-6000-Datasheet1.pdf> (дата обращения: 22.03.2022).
3. HMC5883L Datasheet (PDF) — 3-Axis Digital Compass IC [Электронный ресурс]. URL: https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/HMC5883L_3-Axis_Digital_Compass_IC.pdf (дата обращения: 01.02.2022).
4. bq2407x Single-Chip Li-Ion Charge and System Power-Path Management IC [Электронный ресурс]. URL: https://www.ti.com/lit/ds/symlink/bq24070.pdf?ts=1651838257095&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FBQ24070 (дата обращения: 01.02.2022).
5. W5500 Datasheet [Электронный ресурс]. URL: https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Dev/Arduino/Shields/W5500_datasheet_v1.0.2_1.pdf (дата обращения: 23.04.2022).
6. Лобанов А.А., Провоторов Н.В., Самсонов И.В. Платформенный подход как средство объединения исследовательских систем // Техника и технологии, политика и экономика: проблемы и перспективы: материалы V Международной научно-практической конференции, Коломна, 30 апреля 2018 года. — Коломна: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет», 2018. — С. 134–142.
7. Taratov, I.A. Development of engineering-ergonomic requirements for design of multi-phase controls for helicopters // 38th European Rotorcraft Forum 2012, ERF 2012, Amsterdam, 04–07 сентября 2012 года. — Amsterdam, 2012. — P. 671–681.
8. Провоторов, Н.В., Таратов И.А. Алгоритмы управления экзоскелетной системой нижних конечностей человека // Материалы XII международной научной конференции «Системный анализ в медицине» (САМ 2018), Благовещенск, 18–19 октября 2018 года / Под общ. ред. В.П. Колосова. — Благовещенск: Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания, 2018. — С. 68–72.

© Самсонов Илья Владимирович (i.v.samsonov@bk.ru), Таратов Илья Александрович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский политехнический университет

DOI10.37882/2223–2966.2022.07.35

РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВЫХ МЕХАНИЗМОВ И ИНСТРУМЕНТОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ И РЕГИСТРАЦИИ ЖИВОТНЫХ

IMPLEMENTATION OF DIGITAL MECHANISMS AND TOOLS FOR IDENTIFICATION AND REGISTRATION OF ANIMALS

**N. Semichevskaya
L. Petrosyan**

Summary. The article presents approaches to the implementation and application of modern digital technologies for the identification and registration of animals for the implementation of the functions of accounting and control of livestock in a single information system. The technology of using.

Keywords: automation of animal husbandry, information system, identification of animals, RFID tag, microchip.

Семичевская Наталья Петровна

ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет технологий и управления имени
К.Г. Разумовского (ПКУ)» г. Москва
n.semichevskaya@mgutm.ru

Петросян Лусинэ Эдуардовна

ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет технологий и управления имени
К.Г. Разумовского (ПКУ)» г. Москва
l.petrosyan@mgutm.ru

Аннотация. В статье представлены подходы реализации и применения современных цифровых технологий идентификации и регистрации животных для реализации функций учета и контроля поголовья в единой информационной системе. Описана технология использования RFID-меток для чипирования или маркировки животных и включение радиочастотных меток в информационную систему по учету животных.

Ключевые слова: автоматизация животноводства, информационная система, идентификация животных, RFID-метка, микрочип.

Научно-технический прогресс во всех отраслях народного хозяйства неизбежно приводит к повышению производительности и улучшению качества всех сфер деятельности человека, не является исключением и животноводство. В последние годы в этой отрасли случился прорыв в сфере внедрения информационных систем и технологий.

RFID — это технология автоматической радиочастотной идентификации объектов. С ее помощью можно проследить не только продукцию и ТМЦ (торгово-материальные ценности), но и мобильность людей. RFID-системы широко применяются для контроля доступа персонала — на территорию предприятия, гостей и посетителей — на различные мероприятия. RFID-метка защищена от внешних воздействий специальной оболочкой и заключена в миниатюрный пластиковый корпус с креплениями к объекту. По тегам, нанесенным на ТМЦ, товар, груз, их можно идентифицировать и отследить все перемещения.

На транспондер записываются:

- ◆ уникальный номер — EPC или UUI. По нему идентифицируется объект;

- ◆ дополнительные сведения — аналоги штрихкодов символики EAN-128 или стандарта ANSI MH 10.8.2;
- ◆ пароль для доступа к транспондеру или его обнуления.

EPC (electronic product code) — это и электронный код продукта, и способ нумерации каждого изделия, упаковок, документов или ячеек для их хранения по стандарту ISO/IEC 18000–6. Его использует EPCglobal GS1 — организация, которая занимается стандартизацией и продвижением маркировки товаров.

UUI (unique item identifier) — уникальный идентификатор объекта. Этот код используется при маркировке ТМЦ радиометками по различным стандартам ISO/IEC.

Дополнительные данные, зашифрованные по ANSI MH 10.8.2, могут включать:

- ◆ срок годности;
- ◆ номера накладной, заказа или упаковочного листа;
- ◆ код сотрудника или ответственного лица;
- ◆ дату производства;



Рис. 1. Пример импланта RFID для животных Destron Fearing TX1400L; транспондеры FDX-B для имплантации под кожу домашних животных (1.4 x 10 мм)



Рис. 2. Вид метки микрочип в полный размер



Рис. 3. Вид FRID меткок: UHF FRID S-Tag 3D дальность 3м, FRID SIL TECH.RU

- ◆ «серийник»;
- ◆ количество товаров в упаковке;
- ◆ вес нетто;
- ◆ автомобильный номер и другую информацию.

Общие тенденции автоматизации сельскохозяйственных, аграрных и животноводческих комплексов

на современном этапе составляют широкий спектр систем автоматизации технологических процессов сельскохозяйственного и животноводческого производства. К таким системам можно отнести производственные автоматические системы транспортировки кормов для животных, контроля качества сельскохозяйственной и животноводческой продукции и учета поголовья животных.

Цифровизация животноводческой отрасли позволяет на сегодняшний день получить приемлемые решения по содержанию, учету и мониторингу большого количества поголовья крупного рогатого скота, внедрению эффективных программ по откорму скота, получению оптимальных программ выбора и комплектованию кормовой базы, повышению производительности труда административных работников агропромышленного комплекса.

В Российской Федерации и Республике Казахстан проводятся меры по обязательной идентификации сельскохозяйственных животных, что позволит вести учет и наблюдение за каждым животным, с целью контроля и мониторинга за осуществлением ветеринарных обработок по профилактике и диагностике болезней животных. Все животные, рожденные или ввезенные на территорию Российской Федерации должны быть учтены различными способами до конца 2023 г. В проекте Федерального закона «Об учете животных и продукции животного происхождения» введены следующие понятия:

- ◆ **идентификатор** — составная кодированная часть идентификационного номера;
- ◆ **постановка животных на учет** — внесение в специальную информационную систему сведений о животном с присвоением ему уникального идентификационного номера и выдачей документа о проведении учета животного или проставление соответствующих отметок в паспорт животного, а также мечение животного;
- ◆ **специальная информационная система** — совокупность содержащейся в базах данных информации об учете животных и сырья животного происхождения и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и др.

Единая национальная база идентифицированных животных содержит в БД более 400000 идентифицированных животных.

Технология чипирования маркирования животных представляет собой совокупность технических средств (оборудования) и методов идентификации субъектов мониторинга, которая позволяет присвоить уникальный идентификационный номер, маркировать животное, а в дальнейшем отслеживать (идентифицировать) его. Сами устройства идентификации можно подразделить на внешние и внутренние.

Микрочипы — носители уникального цифрового кода, обеспечивающие безошибочную идентификацию животного.

Микрочип ANIMAL-ID (1,4×8,5мм) — устройство стандарта ISO11784/11785 применяется для электронной идентификации некрупных животных и птиц. Микрочип

выпускается в индивидуальной упаковке, которая содержит 15-значный цифровой код и буквенный код, чипы используются в России RUS (код страны 643) и в Казахстане KAZ (код страны 398). Структура кода: трехзначный код страны, четырехзначный код страны производителя и восьмизначный код животного. Микрочип — энергетически пассивное устройство, без источника питания, активируется с помощью сканера с рабочей частотой 134,2 КГц, соответствует международному стандарту ISO 11784/11785, универсален и совместим с электронными системами, используемыми в Европе и в Америке.

Иглы с микрочипом ANIMAL-ID (1,4 мм, 2,0 мм, 3,0 мм) стандарта ISO11784/11785 применяется для электронной идентификации животных и птиц различных видов в том числе КРС, свиней, овец, коз, зоопарковых и диких животных.

Микрочип Destron Life Chip — стандарта ISO11784/11785 применяется для электронной идентификации животных и птиц различных видов, уникальная запатентованная технология Bio Bond — способ фиксации микрочипа и препятствие миграции у мобильных животных.

Микрочип Destron Life Chip Био-Термо — стандарта ISO11784/11785 применяется для электронной идентификации животных и птиц различных видов, наделен встроенным термометром, для термометрии животного, при сканировании микрочипа температура выводится на экране сканера, ноу-хау запатентовано Destron.

FRID-метка (ушные бирки для сельскохозяйственных животных) — есть технология радиочастотной идентификации, бренд UNI.

Ушные бирки для сельскохозяйственных животных производятся в России и в Казахстане как совместные разработки в области технологии сохранности. В России метки UNI используются крупными сельскохозяйственными холдингами.

Метки UHF FRID S-Tag 3D Animal предназначены для маркировки животных, обеспечивают идентификацию 50 меток в минуту на расстоянии 3–4 метров. Производятся компаниями «Микрон» и Силтэк, модернизированной версией FRID-меток старого технологического образца в низкочастотном диапазоне (LF), что не позволяло идентифицировать более одного животного на расстоянии. Новые метки UHF FRID S-Tag 3D реализуют технологию «электронный пастух», т.е. по этим меткам возможно отслеживать животных на расстоянии.

Конструктивно бирка состоит из сердечника, антенны, UHF чипа и позволяет сохранять радиофизи-



Рис. 4. Ручные считыватели меток на стенде ISBC представлены моделями Biocontrol HHR3000Pro (на фото) и Agrident AWR300. Оба считывателя совместимы с программным комплексом Селэкс, разработки РЦ «Плинор». | MForum.ru Все иллюстративные материалы взяты и переработаны из статьи «RFID в животноводстве. Ветеринария и RFID — Применение RFID»

ческие свойства метки, обеспечивает стабильное считывание данных на теле животного, крепится на ухе животного с помощью биркача-аппликатора. Компактная пассивная FRID UHF бирка для идентификации животных

Компактная пассивная RFID UHF бирка для животных с высокой дальностью считывания с помощью мобильных и стационарных ридеров (считывателей). Диаметр — 34 мм, объем программируемой памяти EPC — 128 бит. Этой памяти достаточно для идентификации особей и медицинских показателей. Данные могут быть интегрированы в **единую информационную базу фермы**.

Мобильные считыватели содержат такие основные компоненты: антенна, микропроцессор и ПО микропроцессора. В зависимости от правильности подбора параметров оборудования зависит его продуктивность.

Мобильные RFID считыватели отличаются по рабочей частоте, причем они должны работать в одной частоте с остальным оборудованием.

Варианты частоты:

- ◆ LF (low frequency) — это низкочастотный считыватель. Его рабочий диапазон 125–134 КГц. Дальность до 10 см.

- ◆ HF (high frequency) — высокочастотный считыватель. Рабочий диапазон 13,56 МГц. Максимальная дальность считывателя для мобильных устройств 30 см, в других типах может достигать 1 м.
- ◆ UHF (ultra-high frequency)- ультра-высоко частотные считыватели. Имеют рабочий диапазон 865–868 МГц. Дальность считывания достигает 15 м.

Понятие единой информационной базы фермы (ЕИБФ)

Единая информационная база фермы представляет собой автоматизированную информационную систему для учета и контроля животных.

Техническое обеспечение ЕИБФ представляет собой систему сбора и обработки информации: микрочипы, радиочастотные метки, FRID-метки; мобильные и стационарные считыватели для меток, генераторы штрих кодов и считыватели штрих кодов, ПК или ЭВМ в сети передачи данных.

Информационное обеспечение ЕИБФ представляет собой базу данных или банк данных, собранных с устройств регистрации и внесенных в базу, а также все документационные массивы по маркированию и регистрации животных, нормативно-правовая база в области идентификации и регистрации животных

Существенной проблемой в технологии идентификации и регистрации животных является создание единой информационной базы, посредством которой осуществляется хранение и обработка информации и выполняются функции централизованного учета животных, их идентификацию, распознавание и цифровое сопровождение. На сегодняшний день существуют базы данных, содержащие информацию по маркированным животным, например, это Единая национальная база

идентифицированных животных Animal-ID, содержащая более 400 тысяч зарегистрированных животных. Создание Всероссийской единой базы данных чипированных животных реализовано компанией GlobalVet group, является зарегистрированным торговым знаком Animal-ID. Но остается проблемой создание Единой Государственной Информационной системы для контроля и учета в области ветеринарии, что дает разработчикам информационных систем большие возможности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куткова, А.Н. Обзор современных информационных решений автоматизации животноводческих предприятий / А.Н. Куткова, М.А. Казьмина, Н.В. Польшакова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 4 (138). — С. 167–169. — URL: <https://moluch.ru/archive/138/38744/> (дата обращения: 21.04.2022).
2. Белов, Д.Е. Обзор программного обеспечения Business Intelligence and Reporting Tools (BIRT) project / Д.Е. Белов, А.Е. Мищенко // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2013. Т. 2. № 6 (1). С. 348–353
3. Белов, Д.Е. Применение систем облачных вычислений для повышения экономической эффективности сельскохозяйственного производства / Д.Е. Белов, А.Ф. Шалин // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2014. Т. 1. № 7 (1). С. 226–230.
4. Белов, Д.Е. Разработка кросс-платформенного, кросс-браузерного модулей ввода информации в базу данных / Д.Е. Белов, А.Ф. Шалин, И.Н. Воронкина // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2013. Т. 2. № 6 (1). С. 307–315.
5. Костюков К.И., Щеголев А.А., Мищенко А.Е., Шалин А.Ф. Технологии радиочастотной идентификации животных ГОУ ВПО «Московский государственный гуманитарный университет имени М.А. Шолохова», ГНУ СНИИЖК Россельхозакадемии
6. Коровин Г.Б. Проблемы цифровизации промышленности в России // Известия Уральского государственного экономического университета. 2018. [Т. 19, № 3. С. 100–110. DOI: 10.29141 / 2073–1019–2018–19–3–9]
7. Новикова Н.В. Новая индустриализация России в контексте теорий регионального экономического развития // Известия Уральского государственного экономического университета. 2018. [Т. 19, № 4. С. 79–93. DOI: 10.29141 / 2073–1019–2018–19–4–6]
8. Фалько С.Г., Орлов А.И. «Шесть сигм» как подход к совершенствованию бизнеса // Контроллинг. 2004. №.4(12). С. 42–46.
9. Орлов А.И. Контроллинг организационно-экономических методов // Контроллинг. 2008. №.4(28). С. 42–46.
10. Орлов А.И. Экспертные оценки // Заводская лаборатория. — 1996. — Т. 62. — № 1. — С. 54–60.
11. Орлов А.И. Математическое обеспечение сертификации: сравнительный анализ диалоговых систем по статистическому контролю // Заводская лаборатория. — 1996. — Т. 62. — № 7. — С. 46–49.

© Семичевская Наталья Петровна (n.semichevskaya@mgutm.ru), Петросян Лусинэ Эдуардовна (l.petrosyan@mgutm.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РЕФЛЕКСНАЯ ВЗАИМОСВЯЗЬ ЦВЕТОВ В ЭЛЕМЕНТАХ ИНТЕРФЕЙСА С НИЗКОЙ АХРОМАТИЧНОСТЬЮ

REFLEX RELATIONSHIP OF COLORS IN INTERFACE ELEMENTS WITH LOW ACHROMATICITY

N. Tarasova

Summary. All kinds of design affect user behavior. The article discusses design at the physiological level and contains information about the behavioral level of users. The influence of color reflexes on a positive user experience is considered.

Keywords: interface, reflexes, achromatic colors, physiological level, design, behavioral level.

Тарасова Наталья Анатольевна

Член Союза Дизайнеров России, ведущий арт-директор, компания Proscot, г. Москва
nnatalia0212@yandex.ru

Аннотация. Все виды проектирования влияют на поведение пользователей. В статье рассмотрено проектирование на физиологическом уровне и содержатся сведения о поведенческом уровне пользователей. Рассмотрено влияние цветовых рефлексов на положительный пользовательский опыт.

Ключевые слова: интерфейс, рефлекс, ахроматические цвета, физиологический уровень, проектирование, поведенческий уровень.

Человеческое восприятие по природе своей синтетично. Мы раскладываем визуальный образ по составляющим размера, формы, цвета в подсознании.

Органы чувств передают нам все изображение целиком, со всеми искажениями и неточностями, благодаря взаимовлиянию элементов.

Умело сочетая различные оттенки цветов, чистые тона, хроматические цвета дизайнеры могут создать правильное впечатление о сайте у посетителей. Но многие дизайнеры довольно часто используют в создании интерфейса ахроматические цвета. Это плохо влияет на пользовательский опыт, так как ахроматические цвета не способны передать природную цветовую гармонию изображения и игру света и тени, а впечатление от интерфейса складывается у пользователей еще на этапе первого знакомства, до того, как они начнут взаимодействовать с внутренней составляющей.

Одним из важных средств в создании гармонии и единства является рефлекс [1]. Рефлексы присущи нашей окружающей действительности, так как чистых локальных цветов в природе нет, мы видим все предметы контрастными и объемными, понимаем формы и размер предметов.

Для того чтобы создать на экране иллюзию реального мира и оказать влияние на создание положительного пользовательского опыта от восприятия интерфейса, дизайнерам необходимо использовать

цветовые рефлексы, тем самым создавать изображения в соответствии с закономерностями, присущими отражению реальной действительности в ее зрительном образе.

Рассмотрим, как работают цветовые рефлексы.

Рефлекс — (с латинского слово *reflexus* означает отражение) это отраженный свет от находящихся рядом предметов, дающий цвет основному предмету [1].

Например, если рядом с красным перцем будет стоять голубой кувшин, то его цвет окажет влияние и изменит локальную окраску перца [2].

Чтобы понять, что означает рефлекс, рассмотрим рисунок 1.

Благодаря рефлексам разноокрашенные предметы заимствуют цвета соседних объектов меняя свой локальный цвет, таким образом создается цветовая взаимосвязь и визуальное единство. Исаак Левитан говорил: "Ищите общее". Это подтверждает мысль, что цвета должны объединяться друг с другом, иметь общий оттенок, чтобы предмет на изображении выглядел натуральным, как в реальном восприятии [8].

Важность рефлексов заключается в том, что без использования приема заимствования соседних цветов изображение (в нашем случае интерфейс) визуальные элементы будут отождествляться от других, «выпадать» из цельного графического решения [3].

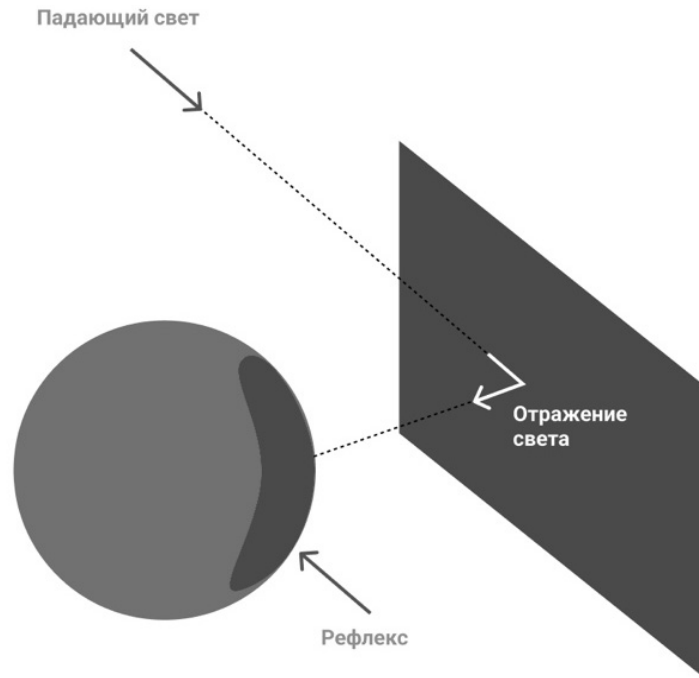


Рис. 1. Принцип происхождения рефлекса

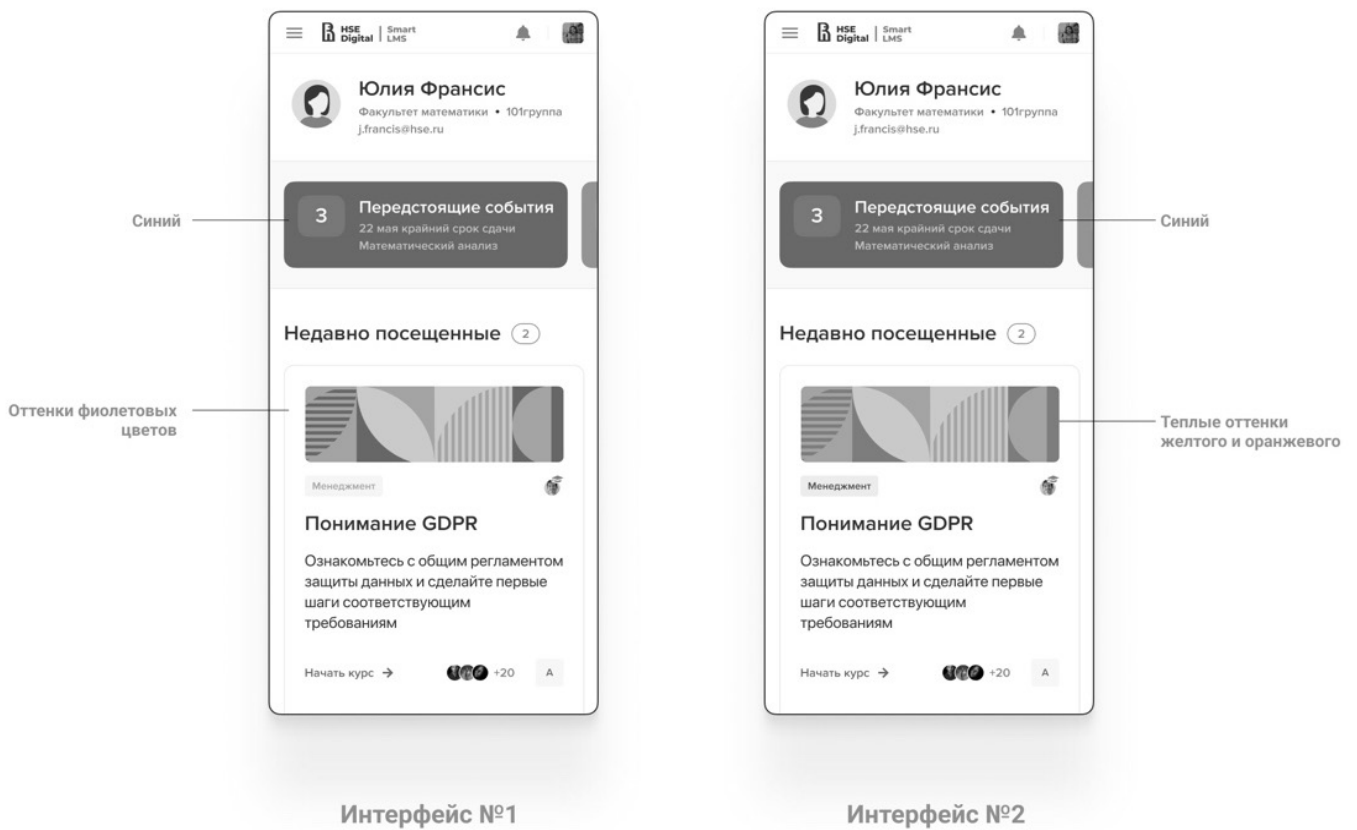


Рис. 2. Использование рефлексов в элементах интерфейса

Наглядно видно на рисунке 2, как паттерн в интерфейсе № 1 заимствует оттенки синего цвета верхних элементов. Цветовое решение паттерна в интерфейсе № 2 не имеет схожего цвета с окружающими элементами.

Визуальные элементы — первое, что видит посетитель сайта и использованные цвета также влияют на восприятие и позволяют создать интуитивно понятный интерфейс для пользователей, создать ощущение качественного продукта, сформировать доверие и направить к действию.

Исходя из этих мыслей, обратим внимание на черный цвет. Это ахроматический цвет. Его относят к нейтральной цветовой гамме и называют бесцветным, безразличным.

В природе нет как такового черного цвета, поэтому при создании интерфейса, чтобы выстроить гармоничное ощущение у пользователей, дизайнерам нужно перевести черный цвет в хроматический и придать оттенок, который в цветовом смысле соотносится с другими элементами интерфейса. Добиться этого также можно с принципов рефлексов в живописи — заимствовать соседние цвета.

Цветовые рефлексы обогащают зрительный образ изображения разнообразием оттенков и тонкими переходами от ахроматических цветов в хроматические, тем самым объединяя элементы в целостный образ.

Так дизайнер может мотивировать пользователя продуктом, создавая ощущение естественности, который удовлетворяет гедонистические потребности и стимулирует их вступать во взаимодействие с продуктом.

Исходя из исследований Дона Нормана, которые он опубликовал в книге “Motion Design” [4], в первую очередь человек реагирует на визуальные аспекты продукта на физиологическом уровне. Обработка на физиологическом уровне позволяет пользователям быстро принимать решение нравится им или нет, плохо это или хорошо. Это одна из основных особенностей человеческого поведения. Поэтому дизайнерам необходимо проектировать на физиологическом уровне, создавая ощущение интерфейса как чего-то целостного и органичного, что входит в число важных задач при создании цифровых продуктов [5].

Проектирование для физиологического уровня означает проектирование того, что изначально человек воспринимает эмоционально, через органы чувств, как часть своей жизни.

Большинство дизайнеров сводят это к проектированию внешнего облика и динамики. Действительный смысл проектирования на физиологическом уровне в том, чтобы произвести впечатление, то есть вызвать уместную психическую или эмоциональную реакцию путем создания поведенческих реакций, которые возникают в процессе зрительного восприятия.

ВЫВОД

Резюмируя все вышесказанное, можно сделать вывод, что для проектирования физиологической реакции, необходимо давать ахроматическим цветам оттенок выводя их тем самым в хроматические цвета и объединяя элементы интерфейса, создавая целостный образ продукта и мотивируя использовать продукт на поведенческом уровне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рефлекс (отсвет). Wikipedia. [Электронный ресурс]. URL: [http://https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D1%84%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81_\(%D0%BE%D1%82%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%82\)](http://https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D1%84%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81_(%D0%BE%D1%82%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%82)) (дата обращения: 07.2021).
2. И.П. Гуляйкина. Аналитический метод изображения натюрмортов в живописи. БПОУ ВО «Череповецкое областное училище искусств и художественных ремесел им. В.В. Верещагина», 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42422990> (дата обращения: 07.2021).
3. Д. Ахметова, Д. Зиатдинова, Наиль Тимербаев. Методики составления цветофактурных схем / Учебное пособие. — Казань: Издательство КНИТУ, 2014.
4. Дон Норман. Emotional Design, 2005.
5. Алан Купер, Роберт Рейман, Дэвид Кронин. Алан Купер об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия. СПб.: Символ-Плюс, 2010. — с. 125, 326.
6. Иттен И. Искусство цвета [Электронный ресурс]. URL: <https://colorscheme.ru/art-of-color/abstract.html> (дата обращения: 07.2021).
7. Брусенцова Т.П. Проектирование интерфейсов пользователя: пособие для студентов специальности 1–47 01 02 «Дизайн электронных и веб-изданий» / Т.П. Брусенцова, Т.В. Кишкурно. — Минск: БГТУ, 2019. — с. 172.
8. А.А. Федоров-Давыдов. Исаак Ильич Левитан. Жизнь и творчество. 1860–1900. Levitan / Levitan / Lewitan. Искусство. Отдельное издание, 1976.
9. М. Гладуэлл Blink: The Power of Thinking Without Thinking. Penguin Books Ltd., 2006.

КОРРЕЛЯЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИЗБЕГАНИЯ И ОБЩЕГО УРОВНЯ СОЦИАЛЬНОЙ ТРЕВОЖНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ПАРАНОИДНОЙ ШИЗОФРЕНИЕЙ

Баник Эрика Игоревна

Аспирант, ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им.

И.М. Сеченова»

banik.e@yandex.ru

CORRELATION OF AVOIDANCE RATES AND OVERALL SOCIAL ANXIETY IN PATIENTS WITH PARANOID SCHIZOPHRENIA

E. Banik

Summary. The relevance of the work is due to the growing number of cases of schizophrenia and similar disorders, as well as the low level of disclosure in the domestic scientific literature of issues related to the study of social anxiety in people with paranoid schizophrenia. Early studies by the author of this article found that the average total score of the Libowitz social anxiety scale, fear subscales and avoidance subscales in patients with paranoid schizophrenia is higher than in patients with a non-paranoid form of schizophrenia. The aim of this study is to investigate the correlation of avoidance rates and the overall level of social anxiety in patients with paranoid schizophrenia. The main research method: a survey of respondents according to the methods of the Libowitz Social Anxiety Scale and the Social Anxiety and Sociophobia Questionnaire (OSTiSF), followed by statistical processing of the obtained numerical data, is the calculation of Spearman correlation coefficients. The data processing allowed us to conclude that patients with paranoid schizophrenia (experimental group) have a significant correlation between the total Libowitz score, the Libowitz scale avoidance subscore and the contact avoidance subscore in expert situations (OSTiSF method). A promising direction of continued work is the repetition of experience on a larger sample with a comparison of results.

Keywords: paranoid schizophrenia; social anxiety; Libowitz scale; OSTiSF; avoidance; anxiety disorder.

Аннотация. Актуальность работы обусловлена растущим числом случаев шизофрении и сходных расстройств, а также низким уровнем раскрытия в отечественной научной литературе вопросов, связанных с изучением социальной тревожности у лиц с параноидной шизофренией. Ранние исследования автора данной статьи выявили, что среднее значение общего балла шкалы социальной тревожности Либовица, подшкалы страха и подшкалы избегания у пациентов с параноидной шизофренией выше, чем у пациентов с не параноидной формой шизофрении. Целью данного исследования является изучение корреляции показателей избегания и общего уровня социальной тревожности у пациентов с параноидной шизофренией. Основной метод исследования: опрос респондентов по методикам «Шкала социальной тревоги Либовица» и «Опросник социальной тревоги и социофобии» (ОСТиСФ) с последующей статистической обработкой полученных числовых данных — расчёт коэффициентов корреляции Спирмена. Обработка данных позволила сделать вывод о том, что у пациентов с параноидной шизофренией (опытная группа) наблюдается значимая корреляция между общим баллом шкалы Либовица, подшкалой избегания шкалы Либовица и подшкалой избегания контакта в экспертных ситуациях (методика ОСТиСФ). Перспективным направлением продолжения работы является повторение опыта на более крупной выборке со сравнением результатов.

Ключевые слова: параноидная шизофрения; социальная тревожность; шкала Либовица; ОСТиСФ; избегание; тревожное расстройство.

Введение

Шизофрения и связанные с ней расстройства, такие как шизоаффективные и аффективные расстройства, шизофреноподобные расстройства, кратковременные психотические расстройства, бредовые и общие психотические расстройства, а также иные расстройства личности являются наиболее изнурительными формами психических заболеваний во всем мире. Актуальность проблемы ослабления социальной адаптации при параноидной шизофрении обусловлена рядом эпидемиологических и клинических характеристик названного психического заболевания. В научных

публикациях широко представлен тезис о снижении при шизофрении способности эффективно справляться со стрессовыми ситуациями [1]. Связь между социальной тревогой и позитивными психотическими симптомами, особенно паранойей, привлекает значительное внимание; эмпирическими данными тщательно установлено взаимодействие между симптомами общей тревоги и параноидными идеями. Тревога, вероятно, играет фундаментальную роль в формировании и поддержании бреда преследования [2,3]. Однако социальная тревожность имеет несколько иное качество, и ее связь с паранойей и идеями преследования сложна [3]. При шизофрении часто встречаются сопутствующие трево-

Таблица 1. Результаты прохождения опросников

Опытная группа	(1)	(2)	(3)	Контрольная группа	(1)	(2)	(3)
Пациент 01	5	97	41	Пациент 01	5	86	43
Пациент 02	11	94	45	Пациент 02	3	92	47
Пациент 03	5	114	36	Пациент 03	3	64	32
Пациент 04	15	151	75	Пациент 04	16	123	66
Пациент 05	9	109	56	Пациент 05	1	55	30
Пациент 06	14	127	70	Пациент 06	14	105	47
Пациент 07	14	124	53	Пациент 07	10	57	21
Пациент 08	7	95	46	Пациент 08	11	53	23
Пациент 09	13	107	49	Пациент 09	7	56	22
Пациент 10	10	114	60	Пациент 10	6	38	12
Пациент 11	12	101	49	Пациент 11	9	38	9
Пациент 12	15	169	84	Пациент 12	13	47	19
Пациент 13	12	143	69	Пациент 13	8	100	48
Пациент 14	12	138	63	Пациент 14	17	173	85
Пациент 15	9	144	69	Пациент 15	3	60	35
Пациент 16	16	138	66	Пациент 16	5	72	47
Пациент 17	5	77	38	Пациент 17	12	112	57
Пациент 18	9	90	45	Пациент 18	16	136	66
Пациент 19	8	100	50	Пациент 19	9	123	61
Пациент 20	6	74	39	Пациент 20	9	148	73
Пациент 21	10	129	67	-	-	-	-
Пациент 22	11	160	80	-	-	-	-
Пациент 23	6	77	38	-	-	-	-
Пациент 24	7	76	38	-	-	-	-
Пациент 25	7	116	62	-	-	-	-
Пациент 26	9	85	44	-	-	-	-
Пациент 27	1	78	43	-	-	-	-
Пациент 28	3	79	53	-	-	-	-
Пациент 29	9	95	46	-	-	-	-
Пациент 30	9	112	55	-	-	-	-
Пациент 31	3	119	59	-	-	-	-
Пациент 32	13	120	58	-	-	-	-
Пациент 33	5	97	47	-	-	-	-
Пациент 34	7	84	42	-	-	-	-
Пациент 35	10	128	64	-	-	-	-
Пациент 36	12	105	52	-	-	-	-
Пациент 37	9	77	38	-	-	-	-
Пациент 38	10	85	47	-	-	-	-
Пациент 39	9	110	55	-	-	-	-
Пациент 40	7	116	61	-	-	-	-
Пациент 41	12	116	59	-	-	-	-
Пациент 42	7	88	45	-	-	-	-
Пациент 43	7	78	39	-	-	-	-
Пациент 44	4	78	41	-	-	-	-
Пациент 45	11	132	66	-	-	-	-
Пациент 46	14	112	54	-	-	-	-
Пациент 47	8	118	63	-	-	-	-
Пациент 48	9	139	67	-	-	-	-
Пациент 49	9	91	44	-	-	-	-

Таблица 2. Расчёт ранговой корреляции Спирмена

Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена	Опытная группа N=49	Контрольная группа N=20
Избегание непосредственного контакта при взаимодействии в субъективно экспертных ситуациях Общий балл шкалы Либовица	r = 0,6164	r = 0,4274
Избегание непосредственного контакта при взаимодействии в субъективно экспертных ситуациях Подшкала избегания Либовица	r = 0,5995	r = 0,3763
Критические значения коэффициентов корреляции, p ≤ 0,01	r = 0,3721	r = 0,5700

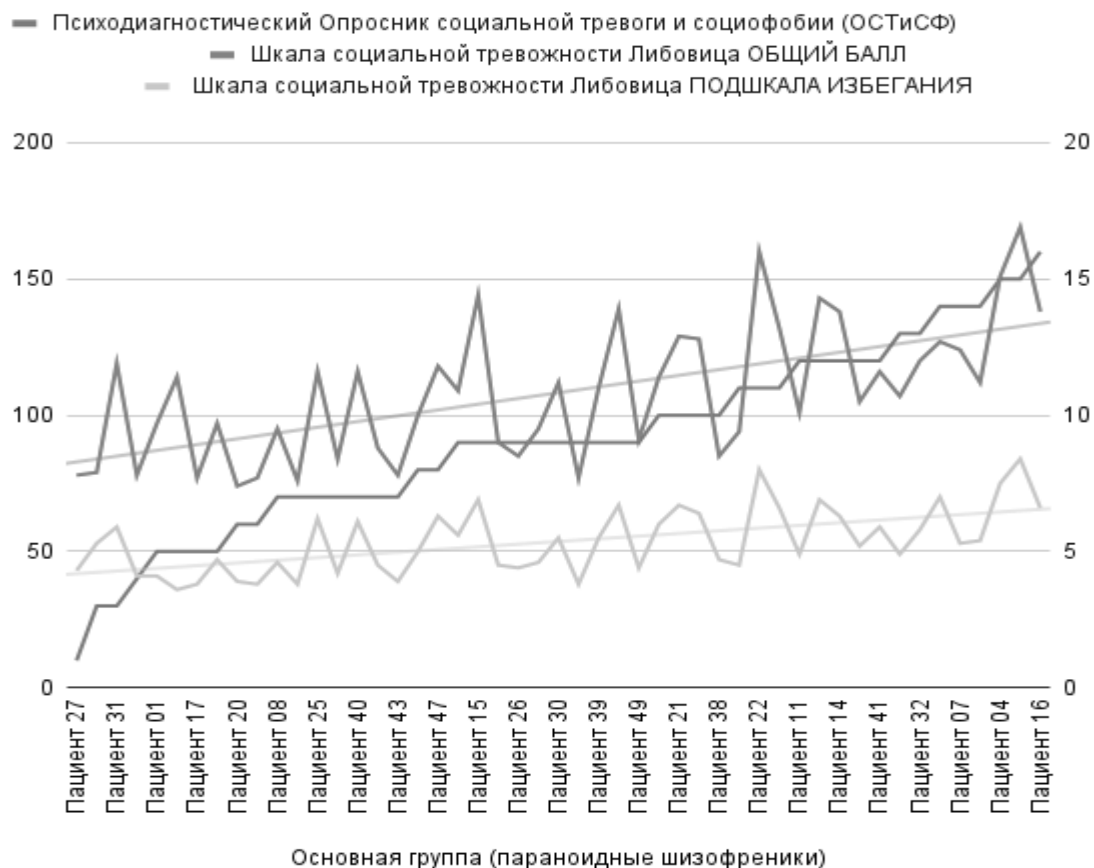


Рис. 1. Ранжирование результатов по отдельным шкалам

жные расстройства, в частности социальное тревожное расстройство. Тревожные расстройства все чаще признаются важными сопутствующими заболеваниями при шизофрении, и в недавнем мета-анализе сообщалось о среднем уровне распространенности в 38,3%. Среди этих коморбидных тревожных расстройств наиболее распространено социальное тревожное расстройство (СТР), которое ассоциируется со снижением функционирования и качества жизни [4].

В ходе проведенного нами ранее исследования было выявлено, что с вероятностью 95% среднее значение общего балла шкалы социальной тревожности Либовица, подшкалы страха и подшкалы избегания у пациентов с параноидной шизофренией выше, чем у пациентов с не параноидной формой шизофрении: среднее значение общего балла шкалы социальной тревожности Либовица 101,36–120,06 против 64,02–97,53; подшкалы страха 49,97–60,29 против 33,61–49,62; подшкалы избе-

гания 49,77–59,13 против 29,75–48,48. В продолжение начатой работы, целью данного исследования является изучение корреляции показателей избегания и общего уровня социальной тревожности у пациентов с параноидной шизофренией.

Материалы и методы

Шкала социальной тревоги Либовица (LSAS) является одной из наиболее часто используемых клинко-диагностических шкал для оценки социальной тревожности.

Опросник социальной тревоги и социофобии (ОСТИСФ) предназначен для дифференциальной диагностики, определения доминирующего типа социальной тревоги, выраженности отдельных аспектов проявления страха оценивания в разных ситуациях [5].

Для проведения данного исследования общая выборка больных шизофренией была разделена на две части:

1. основная группа (пациентов с параноидной шизофренией);
2. контрольная группа (пациентов с не параноидной шизофренией).

В Таблице 1 представлены первичные числовые данные результатов тестирования:

- ◆ психодиагностический опросник социальной тревоги и социофобии (ОСТИСФ) — Избегание непосредственного контакта при взаимодействии в субъективно экспертных ситуациях (1);
- ◆ шкала социальной тревожности Либовица — ОБЩИЙ БАЛЛ (2);
- ◆ шкала социальной тревожности Либовица — ПОДШКАЛА ИЗБЕГАНИЯ (3).

На этапе статистической обработки была реализована процедура расчёта такого статистического показателя как коэффициенты ранговой корреляции Спирмена. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена — это количественная оценка статистического изучения связи между явлениями, используемая в непараметрических методах. Непараметрические методы позволяют обрабатывать данные из выборок малого объёма с переменными, про распределение которых мало что или вообще ничего неизвестно.

Результаты представлены в следующем разделе (Таблица 2).

Результаты и обсуждение

Для выявления корреляции между показателями в шкалах использовался коэффициент ранговой корреляции

Спирмена. Удалось обнаружить, что в то время как в контрольной группе (не параноидная шизофрения) результаты исследуемых по Шкале социальной тревожности Либовица (Общий балл и Подшкала избегания) никак не коррелируют с результатами шкалы Избегания непосредственного контакта при взаимодействии в субъективно экспертных ситуациях психодиагностического опросника социальной тревоги и социофобии (ОСТИСФ), в опытной группе (параноидная шизофрения) эти корреляция между аспектами наблюдается и сильно выражена ($p \leq 0,01$).

Для наглядности приведено изображение графиков (рис. 1) всех трёх шкал:

Ранжирование проведено по результатам Шкалы избегания непосредственного контакта при взаимодействии в субъективно экспертных ситуациях. Прямые линии иллюстрируют линии трендов двух показателей Шкалы социальной тревожности Либовица: Общий балл и Подшкала избегания, соответственно.

Обращаясь к научным публикациям, раскрывающих аналогичные вопросы, хочется отметить, что в ряде исследований, пациенты с параноидной шизофренией показали более значительные нарушения в межличностных отношениях в реальном мире и социальной приемлемости по сравнению с пациентами с не параноидными формами шизофрении. Эти результаты позволяют выделить конкретные различия в социальной когниции между двумя группами и предположить, что параноидная форма может усугублять социальную дисфункцию, с которой обычно сталкиваются люди с шизофренией [6]. Среди копинг-стратегий пациенты с параноидной шизофренией отдадут предпочтение избеганию проблем и реже используют такие стратегии как разрешение проблем и поиск социальной поддержки [7].

Однако эти различия не распространялись на задания, основанные на оценке функциональных возможностей и социальной компетентности. Часть опубликованной литературы предполагает непропорционально большие нарушения у пациентов с параноидной шизофренией в ряде областей социального познания, но авторами одного из исследований были обнаружены различия только в оценках и восприятии надежности: пациенты с параноидной шизофренией делали больше враждебных и обвиняющих оценок и меньше оценивали людей как надежных. При выполнении заданий на определение уровня доверия пациенты с параноидной формой шизофрении проявляли большую склонность к интерпретации стимулов таким образом, который соответствует параноидному мышлению (например, оценивали больше людей как недостойных доверия и об-

винами других людей в негативных результатах). Такая картина групповых различий в социальных и когнитивных областях позволяет предположить, что параноидная форма шизофрении сильно связана с социальными когнитивными предубеждениями [6]. В программы реабилитации пациентов с параноидной шизофренией целесообразно включать обучение социальным и коммуникативным навыкам, а также необходимо разработать образовательные программы для пациентов с шизофренией в стадии ремиссии. [7].

Таким образом, наша гипотеза и результаты опыта подтверждаются и ранними исследованиями. Повышенная социальная тревожность и повышенный уровень избегания свойственен пациентам с параноидной формой шизофрении.

Выводы

У пациентов с параноидной формой шизофрении (опытная группа) выявлена значимая корреляция меж-

ду общим баллом шкалы Либовица и подшкалой избегания (шкалы Либовица), а вместе с этим и с подшкалой избегания контакта в экспертных ситуациях (ОСТИСФ). При критическом значении коэффициента корреляции ($p \leq 0,01$), равном 0,3721, результаты опытной группы демонстрируют показатели равные 0,6164 для общего балла Шкалы Либовица и 0,5995 для подшкалы избегания. Контрольная группа (пациенты с не параноидными формами шизофрении) показывают 0,4274 и 0,3763 соответственно при критическом значении 0,5700. Если полученные данные подтвердятся в дальнейших работах, то данное исследование внесет свой вклад в поиск оперативных рекомендаций и адекватных методов лечения социального тревожного расстройства у пациентов с шизофренией

На наш взгляд, изучение характеристик особенностей поведения в разрезе социальной тревожности и ситуаций избегания может расширить представление о механизмах социальной дезадаптации больных параноидной шизофренией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Назаркина, Д.М., Новиков, В.В. (2015) Внутренняя картина болезни пациентов с параноидной шизофренией. Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие: сетевой журнал, 4 (11), 44–47.
2. Ritsner, S.M. (2011) Handbook of Schizophrenia Spectrum Disorders. Phenotypic and Endophenotypic Presentations.— Vol.2.— NY: Springer Science Business Media, 2011.— 526 p.
3. Freeman, D, Garety, P.A, Kuipers, E. (2001) Persecutory delusions: developing the understanding of belief maintenance and emotional distress. Psychol Med.— 31, 1293–1306.
4. Achim, A., Sutliff, S., Samson, C. (2016) Attribution bias and social anxiety in schizophrenia. Schizophrenia Research: Cognition, 4, 24–28.
5. Сагалакова, О.А., Труевцев, Д.В. (2012) Опросник социальной тревоги и социофобии. Медицинская психология в России, 4, 171–176.
6. Pinkham, A., Harvey, P., Penn, D. (2016) Paranoid individuals with schizophrenia show greater social cognitive bias and worse social functioning than non-paranoid individuals with schizophrenia. Schizophrenia Research: Cognition, 3, 33–38.
7. Вишневская, О.А., Гвоздецкий, А.Н., Петрова, Н.Н. (2012) Социальное функционирование больных параноидной шизофренией в ремиссии. Социальная и клиническая психиатрия, 22 (4), 30–36.

© Баник Эрика Игоревна (banik.e@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖЕВАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ У ПАЦИЕНТОВ СО СКУЧЕННОСТЬЮ ЗУБОВ

ELECTROMYOGRAPHIC STUDIES OF MASTICATORY MUSCLES IN PATIENTS WITH CROWDED TEETH

S. Galstyan
M. Rozhkova
S. Fishchev
T. Smirnova
A. Sevastyanov
M. Puzdyreva
A. Orlov
A. Shtorina

Summary. The prevalence of dentoalveolar anomalies (DA) in the adult population is, according to various sources, from 30 to 50%. These AFs often lead to anomalies of occlusion, combined with the absence of individual teeth, the development of functional and aesthetic disorders. Variants of these defects vary quite widely. These patients are characterized by a lack of space in the dental arch and various types of misalignments of the teeth.

Keywords: crowding of teeth, electromyography, orthodontics, prosthetics.

Галстян Самвел Галустович

К.м.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
samvel.galstyan.2012@mail.ru

Рожкова Мария Геннадьевна

Ассистент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
rozmaria2010@yandex.ru

Фищев Сергей Борисович

Д.м.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
super.kant@yandex.ru

Смирнова Татьяна Александровна

Ассистент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ
famstom@mail.ru

Севастьянов Аркадий Владимирович

Д.м.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
ardy.dkr@mail.ru

Пуздырева Маргарита Николаевна

К.м.н., ассистент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
seven-spb@yandex.ru

Орлов Александр Евгеньевич

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
ernack1@mail.ru

Шторина Анастасия Александровна

К.м.н., ассистент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
nastiya78@mail.ru

Аннотация. Распространенность зубочелюстных аномалий (ЗЧА) во взрослой популяции составляет, по разным данным, от 30 до 50%. Эти ЗЧА нередко приводят к аномалиям окклюзии, сочетающимся с отсутствием отдельных зубов, развитием функциональных и эстетических нарушений. Варианты этих дефектов достаточно широко варьируют. [1,2] Для таких пациентов характерны недостаток места в зубной дуге и различные варианты неправильного расположения зубов.[5]

Введение

Механизм формирования скученности зубов в раннем возрасте связан, как правило, с прорезыванием резцов, что существенно уплотняет оба зубных ряда. В большинстве случаев на верхнем зубном ряду объем пространства достаточен для всех четырех резцов, однако на нижнем зубном ряду в этот период может обнаруживаться дефицит пространства, величина которого составляет в среднем 1,6 мм [2,4]. Это способствует скученности резцов на нижней челюсти. Развитие скученности зубов в более старшем возрасте часто совпадает с прорезыванием третьих моляров. Ряд исследователей полагает, что давление, возникающее при прорезывании третьих моляров, способствует возникновению поздней скученности резцов [3]. Однако эта патология может выявляться также у пациентов с полным отсутствием третьих моляров.

Скученность передних зубов осложняет патологии прикуса, сопровождаясь морфологическими, функциональными и эстетическими нарушениями челюстно-лицевой области [4]. При наличии вышеперечисленных факторов создаются неблагоприятные условия формирования зубной дуги, способствующие нарушениям прикуса, а также предпосылки к наличию эстетических нарушений [5]. Скученность передних зубов способствует возникновению функциональной перегрузке одних зубов наряду со снижением нагрузки на другие, а также ухудшению гигиены ротовой полости.

Цель исследования

Изучить амплитудные показатели собственно жевательных мышц у пациентов со скученностью зубов в переднем отделе верхней и нижней челюстей.

Материалы и методы

Обследовано 44 пациента в возрасте от 21–35 лет (женщин 30 человек, мужчин 14 человек) со скученностью зубов в переднем отделе верхней и нижней челюстей, которым проводили лечение несъёмными ортодонтическими аппаратами и сепарацией центральных резцов (1 группа) и 36 пациентов в возрасте 21–35 лет (женщин 19 человек, мужчин 17 человек) со скученностью зубов в переднем отделе верхней и нижней челюстей, которым проводили лечение несъёмными ортодонтическими аппаратами в сочетании с экстракцией зубов (2 группа). Группой сравнения являлись 55 человек в возрасте 21–35 лет (женщин 30 человек, мужчин 25 чело-

Ключевые слова: скученность зубов, электромиография, ортодонтия, протетическое лечение.

век), с интактными зубными рядами и физиологическими видами прикуса. Электромиографические исследования собственно жевательных мышц у пациентов группы сравнения проводили в состоянии: функционального покоя жевательных мышц, произвольного (право- и левостороннего) жевания кусочков серого хлеба, глотания и максимального напряжения жевательных мышц в положении центральной окклюзии. Качественный анализ электромиограмм показал, что независимо от возраста и пола состояние функционального покоя жевательных мышц характеризовалось их расслаблением.

Количественные показатели (мкВ/мм): Ан — наибольшая амплитуда биопотенциалов за весь период жевания; Ам — амплитуда биопотенциалов при максимальном напряжении мышц. Амплитудные показатели представлены в таблице 1.

Полученные результаты исследования показали, что 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 анализе полученных данных сопоставляли средние величины БЭА и БЭП. Временные параметры электромиограмм пациентов с физиологической окклюзией постоянных зубов представлены в таблице 2.

Результаты исследования

Показатели амплитуды биопотенциалов пациентов первой группой (мкВ/мм): Ан — наибольшая амплитуда биопотенциалов за весь период жевания; Ам — амплитуда биопотенциалов при максимальном напряжении мышц. Амплитудные показатели собственно жевательных мышц пациентов 1 группы до лечения в мкВ/мм представлены в таблице 3.

Результаты исследования первой группы показали, что наибольшая амплитуда биопотенциалов собственно-жевательных мышц, а также амплитуда биопотенциалов при максимальном их напряжении 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 4.

Сократительная способность мышц собственно жевательных, была незначительно снижена и выражалась

Таблица 1. Амплитудные показатели электромиографии

Показатели ЭМГ	Результаты показателей ЭМГ (мкВ) мышц:	
	Собственно жевательной мышцы	p
А н	372,9 ± 11,7	p ≤ 0,05
А м	423,4 ± 14,8	p ≤ 0,05

Таблица 2. Временные параметры электромиограмм пациентов с физиологическим прикусом

Показатели ЭМГ	Результаты временных показателей ЭМГ (в сек.) мышц:	
	собственно-жевательные	p
БЭА	0,36 ± 0,03	p ≤ 0,05
БЭП	0,41 ± 0,03	p ≤ 0,05
«К»	0,90 ± 0,08	p ≤ 0,05
ДЦ	0,77 ± 0,12	p ≤ 0,05
К-во ДЦ	18,3 ± 1,7	p ≤ 0,05
ППЖ	14,2 ± 1,6	p ≤ 0,05

Таблица 3. Амплитудные показатели собственно жевательных мышц пациентов 1 группы до лечения в мкВ/мм.

Показатели ЭМГ Группы 1	Результаты показателей ЭМГ собственно жевательных мышц	
А н	370,9 ± 10,7	p ≤ 0,05
А м	420,4 ± 12,8	p ≤ 0,05

Таблица 4. Временные показатели собственно жевательных мышц пациентов 1 группы до и после ортодонтического лечения в секундах.

Показатели ЭМГ Группы 1 До лечения	Результаты временных показателей ЭМГ (в сек.) собственно жевательных мышц:	
		p
БЭА	0,40 ± 0,04	p ≤ 0,05
БЭП	0,39 ± 0,03	p ≤ 0,05
«К»	0,98 ± 0,08	p ≤ 0,05
ДЦ	0,80 ± 0,13	p ≤ 0,05
К-во ДЦ	20,5 ± 1,8	p ≤ 0,05
ППЖ	17,4 ± 1,60	p ≤ 0,05
Показатели ЭМГ группы 1 после лечения	Результаты временных показателей ЭМГ (в сек.) собственно жевательных мышц:	
БЭА	0,35 ± 0,03	p ≤ 0,05
БЭП	0,40 ± 0,04	p ≤ 0,05
«К»	0,87 ± 0,07	p ≤ 0,05
ДЦ	0,75 ± 0,7	p ≤ 0,05
К-во ДЦ	18,1 ± 1,12	p ≤ 0,05
ППЖ	13,5 ± 1,7	p ≤ 0,05

Таблица 5. Амплитудные показатели собственно жевательных мышц пациентов 2 группы до лечения в мкВ/мм.

Показатели ЭМГ Группа 2	Результаты показателей ЭМГ собственно жевательных мышц	
А н	350,9± 10,7	p≤0,05
А м	399,4± 12,8	p≤0,05

Примечание: * при (p≤0,05).

Таблица 6. Временные показатели собственно жевательных мышц пациентов 2 группы до и после лечения в секундах.

Показатели ЭМГ Группы 2	Результаты временных показателей ЭМГ (в сек.) собственно жевательных мышц:	
		p
БЭА	0,44±0,02	p≤0,05
БЭП	0,38±0,04	p≤0,05
«К»	1,16+ 0,9	p≤0,05
ДЦ	0,82+ 0,14	p≤0,05
К-во ДЦ	28,5+ 1,4	p≤0,05
ППЖ	23,4+ 1,6	p≤0,05
Показатели ЭМГ Группы 2 после лечения	Результаты временных показателей ЭМГ (в сек.) собственно жевательных мышц:	
БЭА	0,36 ± 0,03	p≤0,05
БЭП	0,41 ± 0,04	p≤0,05
«К»	0,89 + 0,07	p≤0,05
ДЦ	0,77 + 0,7	p≤0,05
К-во ДЦ	18,2 + 1,12	p≤0,05
ППЖ	14,1 + 1,7	p≤0,05

низковольтными колебаниями амплитуды биопотенциалов, в связи с этим соотношение процессов возбуждения и торможения (коэффициент «К») был незначительно выше 0,98 + 0,08. Количество динамических циклов жевательных мышц незначительно увеличивалось. Время полного периода жевания (ППЖ) у пациентов 1 группы было выше, чем у лиц с физиологической окклюзией постоянных зубов на 3 с.

Амплитудные показатели собственно жевательных мышц пациентов 1 группы после лечения в мкВ/мм показатели первой группы после ортодонтического лечения закрепились с показателями группы сравнения, БЭА -0,35 ± 0,03 с, БЭП- 0,40 ± 0,04 с, «К»- 0,87 + 0,07 с, ДЦ- 0,75 + 0,7 с, К-во ДЦ- 18,1 + 1,12 с, ППЖ- 13,5 + 1,7 с.

Сократительная способность собственно жевательных мышц, была снижена и выражалась низковольтными колебаниями амплитуды биопотенциалов, в связи

с этим соотношение процессов возбуждения и торможения (коэффициент «К») был незначительно выше 0,98. Количество динамических циклов жевательных мышц увеличивалось и превышало 20. Время полного периода жевания (ППЖ) у пациентов 1 группы было незначительно выше, чем у лиц с физиологической окклюзией постоянных зубов. После проведения лечения первой группы сократительная способность собственно жевательных мышц приблизилась к группе сравнения, коэффициент «К» стал ниже 1,0. Количество динамических циклов жевательных мышц уменьшился и не превышал 18,1. Время полного жевания у пациентов первой группы приблизился к группе с физиологическим прикусом.

Показатели амплитуды биопотенциалов пациентов второй группы (мкВ/мм): Ан — наибольшая амплитуда биопотенциалов за весь период жевания; Ам — амплитуда биопотенциалов при максимальном напряжении мышц.

Амплитудные показатели собственно жевательных мышц пациентов 2 группы до лечения и после лечения в мкВ/мм представлены в таблице 5.

Результаты исследования второй группы показали, что наибольшая амплитуда биопотенциалов собственно-жевательных мышц, а также амплитуда биопотенциалов при максимальном их напряжении на электромиограммах была ниже в среднем на $48,5 \pm 12,1$ мкВ, чем у группы сравнения.

Временные показатели собственно жевательных мышц пациентов 2 группы представлены в таблице 6.

Сократительная способность мышц собственно жевательных, была снижена и выражалась низковольтными колебаниями амплитуды биопотенциалов, в связи с этим соотношение процессов возбуждения и торможения (коэффициент «К») был выше $1,16 + 0,9$. Количество динамических циклов жевательных мышц увеличивалось и превышало 28. Время полного периода жевания (ППЖ) у пациентов 2 группы было выше, чем у лиц с физиологической окклюзией постоянных зубов на 10 с.

Ан — наибольшая амплитуда биопотенциалов за весь период жевания; Ам — амплитуда биопотенциалов при максимальном напряжении мышц. Амплитудные показатели собственно жевательных мышц пациентов 2 группы после лечения в мкВ/мм показатели второй группы после ортодонтического лечения закрепились с показате-

лями группы сравнения, БЭА $-0,36 \pm 0,03$ с, БЭП $-0,41 \pm 0,04$ с, «К»- $0,89 + 0,07$ с, ДЦ $-0,77 + 0,7$ с, К-во ДЦ $-18,2 + 1,12$ с, ППЖ $-14,1 + 1,7$ с.

Сократительная способность собственно жевательных мышц, была снижена и выражалась низковольтными колебаниями амплитуды биопотенциалов, в связи с этим соотношение процессов возбуждения и торможения (коэффициент «К») был выше 1,5. Количество динамических циклов жевательных мышц увеличивалось и превышало 30. Время полного периода жевания (ППЖ) у пациентов 2 группы было выше, чем у лиц с физиологической окклюзией постоянных зубов. После проведения лечения второй группы сократительная способность собственно жевательных мышц приблизилась к группе сравнения, коэффициент «К» стал ниже 1,0. Количество динамических циклов жевательных мышц уменьшился и не превышал 19. Время полного жевания у пациентов второй группы приблизился к группе с физиологическим прикусом.

ВЫВОДЫ

Электромиографические исследования жевательных мышц позволяют эффективно оценить адаптацию организма в целом при ортодонтическом лечении пациентов со скученностью зубов. До ортодонтического лечения у пациентов первой и второй группы амплитудные показатели электромиографии и сократительная способность собственно жевательных мышц была снижена, после лечения приблизилась к значениям группы сравнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анохина А.В., Качарава Т. Причины возникновения синдрома тесного положения зубов: Анализ отечественных и зарубежных публикаций // Клиническая стоматология. — 2019. — № 1(89). — С. 36–39.
2. Галстян С.Г., Павлова С.Г., Пузырева М.Н., Севастьянов А.В., Фищев С.Б. Особенности тонуса жевательных мышц у пациентов с глубокой резцовой дизокклюзией. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2019. № 6. С. 145–148.
3. Рожкова М.Г., Фищев С.Б., Лепилин А.В., Климов А.Г., Севастьянов А.В., Орлова И.В., Пузырева М.Н., Субботин Р.С., Попов В.П. Особенности лечения пациентов с макродонтией // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2022. № 1. С. 189–195.
4. Галстян С.Г., Рожкова М.Г., Лепилин А.В., Севастьянов А.В., Фищев С.Б. Изменение тонуса собственно жевательных мышц у пациентов со скученностью зубов в переднем отделе верхней и нижней челюстей после ортодонтического лечения // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2020. № 7. С. 197–201.

© Галстян Самвел Галустович (samvel.galstyan.2012@mail.ru), Рожкова Мария Геннадьевна (rozmaria2010@yandex.ru),
 Фищев Сергей Борисович (super.kant@yandex.ru), Смирнова Татьяна Александровна (famstom@mail.ru),
 Севастьянов Аркадий Владимирович (ardy.dkr@mail.ru), Пузырева Маргарита Николаевна (seven-spb@yandex.ru),
 Орлов Александр Евгеньевич (ernack1@mail.ru), Шторина Анастасия Александровна (nastiya78@mail.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДА ОРТОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ ПРИ СКУЧЕННОМ ПОЛОЖЕНИИ ЗУБОВ

JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF THE METHOD OF ORTHODONTIC TREATMENT OF PATIENTS WITH CROWDED TEETH

S. Galstyan
S. Fishchev
M. Puzdyreva
V. Popov
A. Sevastyanov
A. Shtorina
F. Baroyan
L. Tunekova

Summary. The article presents a modern approach to the study and justification of the choice of tactics for managing patients with a lack of space in the dentition and crowding of teeth. The issues of etiology and pathogenesis of bite anomalies are covered. Modern methods of computer diagnostics of occlusion anomalies are presented, which allow assessing the severity of changes and adequately choosing the optimal method of correction. The indications for separation and extraction of teeth to correct the bite are determined.

Keywords: lack of space, crowding, computed tomography, tooth extraction.

Галстян Самвел Галустанович

К.м.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
 samvel.galstyan.2012@mail.ru

Фищев Сергей Борисович

Д.м.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
 super.kant@yandex.ru

Пуздырева Маргарита Николаевна

К.м.н., ассистент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
 seven-spb@yandex.ru

Попов Владимир Петрович

К.п.н., ассистент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
 vporov5@mail.ru

Севастьянов Аркадий Владимирович

Д.м.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
 ardy.dkr@mail.ru

Шторина Анастасия Александровна

К.м.н., ассистент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
 nastiya78@mail.ru

Бароян Фёдор Бабкенович

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
 ernack1@mail.ru

Тунекова Лариса Антоновна

Ассистент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения РФ
 kurdakova@yandex.ru

Аннотация. В статье представлен современный подход к исследованию и обоснованию выбора тактики лечения пациентов с дефицитом места в зубной дуге и скученностью зубов. Освещены вопросы этиологии и патогенеза аномалий прикуса. Приведены актуальные в настоящее время методики компьютерной диагностики аномалий прикуса, позволяющие оценить выраженность изменений и адекватно подобрать оптимальный метод коррекции. Определены показания к сепарации и экстракции зубов для коррекции аномалий прикуса.

Введение

Дефицит места в зубной дуге и скученность зубов формируется из-за несоответствия размеров альвеолярных дуг и размеров зубов. В клинической практике применяется два принципиальных подхода к созданию места в зубной дуге: удаление отдельных зубов и расширение зубной дуги. При этом удаление зубов, обеспечивая стабильность результата лечения, сокращает размер верхней зубной дуги, вызывает ретракцию верхних резцов, что впоследствии приводит к торможению сагиттального роста нижней челюсти [1, 3, 6, 7]. На этапе ортодонтической диагностики специалисты решают вопросы о возможности проведения ортодонтической коррекции без удаления комплекстных зубов, а также о необходимости удаления зубов мудрости для облегчения нивелирования зубного ряда, в случае их правильного расположения в зубном ряду [4, 2, 5]. Таким образом, широкая распространенность скученности зубов вследствие дефицита места в зубном ряду свидетельствует об актуальности совершенствования методов ее диагностики и лечения [8, 9, 10].

Цель исследования

Определить эффективность ортодонтического лечения пациентов со скученным положением зубов.

Материалы и методы

Проведена компьютерная томография 34 пациентам со скученностью зубов в переднем отделе верхней и нижней челюстей, в возрасте от 21–35 лет (женщин 24 человека, 10 мужчин), которым проводили лечение несъемными ортодонтическими аппаратами (1 группа), 45 пациентам со скученностью зубов в переднем отделе верхней и нижней челюстей, в возрасте от 21–35 лет (женщин 23 человека, 12 мужчин), которым проводили лечение несъемными ортодонтическими аппаратами и сепарацию центральных зубов (2 группа) и 68 пациентам со скученностью зубов в переднем отделе верхней и нижней челюстей, в возрасте от 21–35 лет (женщин 45 человек, 23 мужчин) которым проводили лечение несъемными ортодонтическими аппаратами в сочетании с экстракцией зубов. Группой сравнения являлись 75 человек в возрасте 21–35 лет (женщин 40 человек, мужчин 35 человек), с интактными зубными рядами и физиологическими видами прикуса.

Всем пациентам выполняли компьютерную томографию, (КТ центральных зубов), на полученных снимках

Ключевые слова: дефицит места, скученность, компьютерная томография, удаление зубов.

измеряли толщину компактной пластинки центральных зубов с вестибулярной и с оральной стороны верхней и нижней челюстей, а также апикальный базис.

На основе полученных результатов определяем корректирующий коэффициент для НЧ и/или ВЧ, полученные данные позволяли осуществлять планирование дальнейшего лечения.

При измерении кортикальной пластинки центральных зубов верхней и нижней челюсти с помощью КТ в качестве значимых параметров измеряли показатели компактной пластинки, определяли толщину корней центральных зубов и апикальный базис каждой из челюстей, расчеты производили по формуле, с помощью которой определяли корректирующий коэффициент «К»:

$$K = \frac{\sum (ОП + ВП) \cdot \frac{АБ}{АН}}{ЗК}$$

где ОП — толщина кортикальной пластинки с оральной стороны, мм;

ВП — толщина кортикальной пластинки с вестибулярной стороны, мм;

ЗК — ширина зубных корней, мм;

АБ — апикальный базис данного пациента;

АН — нормативный апикальный базис, составляющий 44 мм для верхней челюсти и 43 мм для нижней челюсти.

Полученные данные позволяли выбрать следующие варианты тактики ортодонтического лечения:

- ◆ при $K=0,4$ и более проводили лечение с использованием ортодонтической конструкции;
- ◆ при величине K менее $0,4$ и более $0,2$ проводили сепарацию зубов;
- ◆ при $K=0,2$ и менее рассматривали вопрос об удалении зубов, например, парных премоляров или зубов мудрости.

Для окончательного решения об удалении зубов исключаем из формулы их параметры, в случае повышения при этом корректирующего коэффициента более $0,2$ принимали решение об удалении зубов.

Таким образом, в основе предложенного нами подхода к ортодонтическому лечению скученного положения зубов лежит выявленная связь между толщиной кортикальных пластинок контактных поверхностей корней

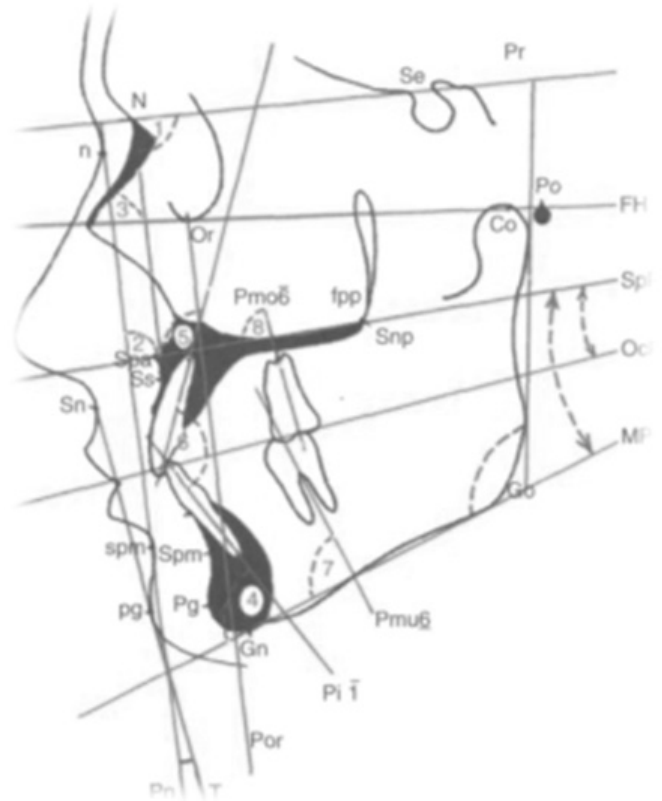


Рис. 1. Телерентгенограммы:
А) боковая проекция; Б) основные ориентиры (б) для анализа.

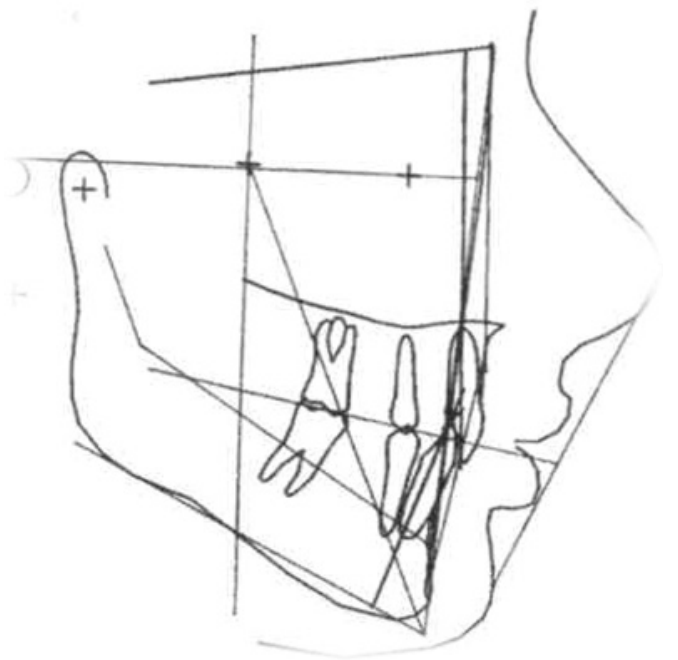
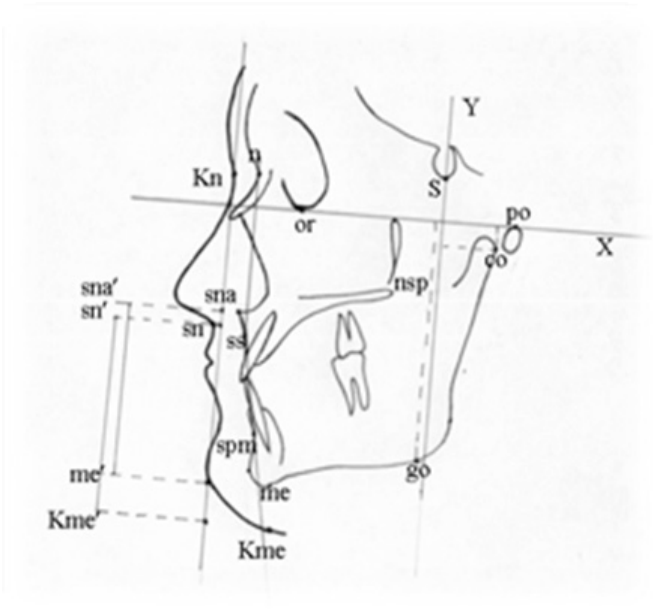


Рис. 2. Схематическое изображение телерентгенограмм с реперными точками и линиями для анализа

Таблица 1. Морфометрические высотные параметры головы и лица у пациентов исследуемых групп до лечения.

Морфометрические параметры	Размеры лица в мм (M + m) у пациентов			
	Группы сравнения	1 группы	2 группы	3 группы
n-me (высота лица)	123,21 ±	120,41 ±	111,72 ±	110,69 ±
n-sn	59,48 ±	58,23 ±	57,13 ±	56,13 ±
n-sto (назодомксил.компл.)	80,25 ±	78,57 ±	76,17 ±	75,11 ±
sn-me (гнатическая часть)	63,73 ±	62,18 ±	54,59 ±	52,28 ±
sto — me (высота н.ч.)	42,96 ±	41,84 ±	35,55 ±	32,24 ±
sn — sto (зубоальв. в/ч)	20,77 ±	20,34 ±	19,04 ±	18,02 ±
sto — spm (зубоальв. н/ч)	21,51 ±	20,12 ±	13,43 ±	12,67 ±
spm — me	21,45 ±	21,72 ±	22,12 ±	21,09 ±
n- spm	101,76 ±	98,69 ±	89,60 ±	88,45 ±

Таблица 2. Морфометрические высотные параметры головы и лица у пациентов исследуемых групп после лечения.

Морфометрические параметры	Размеры лица в мм (M + m) у пациентов			
	Группы сравнения	1 группы	2 группы	3 группы
n-me (высота лица)	123,21 ±	122,41 ±	121,72 ±	120,79 ±
n-sn	59,48 ±	59,13 ±	58,45 ±	57,91 ±
n-sto (назодомксил.компл.)	80,25 ±	79,57 ±	78,96 ±	78,01 ±
sn-me (гнатическая часть)	63,73 ±	63,18 ±	62,87 ±	61,88 ±
sto — me (высота н.ч.)	42,96 ±	42,54 ±	41,95 ±	41,05 ±
sn — sto (зубоальв. в/ч)	20,77 ±	20,54 ±	19,04 ±	18,89 ±
sto — spm (зубоальв. н/ч)	21,51 ±	21,12 ±	20,93 ±	19,97 ±
spm — me	21,45 ±	21,07 ±	20,89 ±	20,09 ±
n- spm	101,76 ±	101,49 ±	100,2 ±	99,45 ±

зубов (представлена в формуле соотношением $\Sigma(\text{ОП} + \text{ВП})/\text{ЗК}$ — сумма показателей центральных зубов); и возможностью перемещения зубов в пределах апикального базиса.

Результаты исследования

Качество лечения оценивали с использованием телерентгенограммы, группа с физиологической окклюзией составило 119 человек. Телерентгенограммы получали с помощью аппарата Hitachi 450.

При анализе телерентгенограммы использовали известные методики Schwartz, Ди Паоло и т.п. (рис. 1).

Рентгеноцефалометрический анализ проводили с использованием компьютерной программы, которая позволяла идентифицировать антропометрические точки, строить цефалометрические плоскости, проводить рентгенограммометрию и осуществлять диагностику [Трезубов В.Н. и др., 2001] (рис. 2).

В исследовании использовали одно угловое измерение (угол выпуклости лица n-ss-spm) и шесть линейных (высота нижней части лица по скелетным (sn-a' — me') и кожным (sn'-Kme') точкам, изменение положения угла (go-x — по вертикали и go-y — по сагиттали) и головки нижней челюсти по вертикали (co-x) и в сагиттальной (co-y) плоскости).

Результаты морфометрического исследования головы и лица у пациентов исследуемых групп до ортодонтического лечения в таблице 1.

У пациентов 2 и 3 группы определялось достоверное уменьшение высоты гнатической части лица и, в частности высотных параметров нижней челюсти и зубоальвеолярной части нижней челюсти. Несоответствие взаимоотношений свидетельствовало об изменении высоты гнатической части лица у пациентов 2 и 3 группы. При уменьшении высоты зубоальвеолярной части верхней челюсти соотношение высоты назодомксиллярного комплекса (n-sto) к высоте назальной части лица (n-sn) было меньше 1,2. При уменьшении зубоальвеолярной высоты нижней челюсти отношение высоты между точками n-spm в высоте назодомксиллярного комплекса (n-sto) также снижалось.

Результаты морфометрического исследования головы и лица у пациентов исследуемых групп после ортодонтического лечения в таблице 2.

После проведения комплексного лечения пациентов первой, второй и третьей группы достигнуто эстетическое улучшение челюстно-лицевой области (профиля лица). Лечение привело к нормализации межрезцового угла и его показатели были в пределах нормы с группой сравнения.

Выводы

Разработанный метод диагностики при скученном положении зубов и дефицитом места в зубном ряду, на основе данных компьютерной томографии и телерентгенографии позволяет получить представления о биометрических характеристиках зубных рядов пациентов и выбрать рациональный метод ортодонтического лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галстян С.Г. Особенности тонуса жевательных мышц у пациентов с глубокой резцовой дизокклюзией / М.Н. Пузырева, С.Г. Галстян, А.А. Кондратюк, С.Б. Фищев, А.В. Севастьянов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Естественные науки. — 2019. — № 5. — С. 145–148.
2. Кондратюк А.А., Способ ортодонтического лечения при нарушениях прикуса у детей. / А.А. Кондратюк, А.Л. Рубежов, Галстян С.Г., М.Н. Пузырева, М.Г. Рожкова, С.Б. Фищев, А.В. Лепилин, А.В. Севастьянов, И.В. Орлова, Р.С. Субботин // Патент на изобретение 2741250 С2, 22.01.2021. Заявка № 2018147597 от 28.12.2018.
3. Орлова И.В. Особенности выбора прописи брекетов и размеров металлических дуг при ортодонтическом лечении зубочелюстных аномалий / И.В. Орлова, М.Г. Рожкова М.Г., С.Б. Фищев С.Б., А.В. Лепилин, А.В. Севастьянов, М.Н. Пузырева, Т.В. Шишко, Л.В. Кузьмина // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. — 2021. -№ 7. — С. 202–207.
4. Пузырева М.Н. Особенности определения параметров зубных дуг. / М.Н. Пузырева, М.Г. Рожкова, С.Б. Фищев, А.В. Лепилин, А.В. Севастьянов, И.В. Орлова, Р.С. Субботин, В.П. Попов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики Серия: Естественные и технические науки. — 2021. — № 10. — С. 180–185.
5. Рожкова М.Г. Особенности лечения пациентов с макродонтией / М.Г. Рожкова, С.Б. Фищев, А.В. Лепилин, А.Г. Климов, А.В. Севастьянов, И.В. Орлова, М.Н. Пузырева, Р.С. Субботин, В.П. Попов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. — 2022. — № 1. — С. 189–195.
6. Рожкова М.Г. Изменение тонуса собственно жевательных мышц у пациентов со скученностью зубов переднем отделе верхней и нижней челюстей после ортодонтического лечения / М.Г. Рожкова, С.Г. Галстян, А.В. Лепилин, А.В. Севастьянов, С.Б. Фищев // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Естественные науки. — 2020. — № 7. — С. 197–201.
7. Севастьянов А.В. Морфометрический метод исследования пациентов со скученностью зубов / М.Г. Рожкова, С.Г. Галстян, А.В. Лепилин, А.В. Севастьянов, С.Б. Фищев // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Естественные науки. — 2020. — № 7. — С. 192–196.
8. Сухарев М.Ф., Фищев С.Б., Рожкова М.Г. Ортопедическая стоматология. Протезирование несъемными конструкциями зубных протезов. // Учебник для медицинских вузов / Санкт-Петербург, — 2021
9. Domenyuk D.A. Implementation of neuromuscular dentistry principles in rehabilitation of patients with complete adentia. / Kochkonyan T.S., Rozhkova M., Fischev S.B., Lepilin A.V., Sevastyanov A.V., Orlova I.V., Puzdyreva M., Dmitrienko S.V., Domenyuk S.D., Subbotin R. //Archiv EuroMedica. — 2022. Т. 12. -№ 2. — С. 108–117.
10. Lepilin A.V. Effectiveness of dental implantation with immediate loading when replancing frontal dentition defect. / Shalina M., Erokina N.L., Zakharova N.B., Fishchev S.B., Sevastyanov A.V., Chernenko Ya.A., Domenyuk D.A. // Archiv EuroMedica. — 2022. Т. 12. — № 2. — С. 118–123

© Галстян Самвел Галустович (samvel.galstyan.2012@mail.ru), Фищев Сергей Борисович (super.kant@yandex.ru),
Пузырева Маргарита Николаевна (seven-spb@yandex.ru), Попов Владимир Петрович (vpopov5@mail.ru),
Севастьянов Аркадий Владимирович (ardy.dkr@mail.ru), Шторина Анастасия Александровна (nastiya78@mail.ru),
Бароян Фёдор Бабкенович (ernack1@mail.ru), Тунекова Лариса Антоновна (kurdakova@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ПОЗДНЕЙ ДИАГНОСТИКИ БОЛЕЗНИ КРОНА

CLINICAL CASE OF LATE DIAGNOSIS OF CROHN'S DISEASE

M. Datsik
D. Sopich
S. Shut
E. Platoshkin
N. Nikulina
S. Tishkov

Summary. The article describes a clinical case of severe Crohn's disease with late diagnosis of the disease in a young patient. The reasons for the delayed diagnosis of the pathological process are considered, as well as diagnostic tests that allow to establish the disease at the early stages of its development.

Keywords: inflammatory bowel diseases, Crohn's disease, diagnosis, diarrhea.

Дацик Марина Ивановна
Врач-гастроэнтеролог, УЗ «Минский клинический консультативно-диагностический центр»
marinka_83@inbox.ru

Сопич Дмитрий Юрьевич
Врач-проктолог, УЗ «Минский клинический консультативно-диагностический центр»

Шут Светлана Александровна
К.м.н., доцент, УО «Гомельский государственный медицинский университет»
shootsa@mail.ru

Платошкин Эрик Николаевич
К.м.н., доцент, УО «Гомельский государственный медицинский университет»
platoshkin@list.ru

Никулина Наталья Алексеевна
К.м.н., УО «Гомельский государственный медицинский университет»
natallia.nik@mail.ru

Тишков Сергей Петрович
УО «Гомельский государственный медицинский университет»
sergej_doct@mail.ru

Аннотация. В статье описан клинический случай тяжелого течения болезни Крона с поздней диагностикой заболевания у пациентки молодого возраста. Рассмотрены причины запоздалой диагностики патологического процесса, а также диагностические тесты, позволяющие установить заболевание на ранних этапах его развития.

Ключевые слова: воспалительные заболевания кишечника, болезнь Крона, диагностика, диарея.

Введение

Неизменный интерес врачей к проблеме болезни Крона (БК) определяется ростом заболеваемости во всем мире и в республике Беларусь, разнообразием клинических форм заболевания, возможностью поражения любого отдела желудочно-кишечного тракта от ротовой полости до анального канала, поражением всех слоев кишечной стенки, многообразием проявлений, нередко непредсказуемым характером течения заболевания, развитием местных и системных осложнений, а также неспецифическими проявлениями в дебюте заболевания [1, 2, 3].

БК — хронический воспалительный процесс, характеризующийся локальностью поражения, вовлечением всех слоев кишечной стенки (трансмуральное пораже-

ние) и образованием эпителиоидноклеточных гранулем. Это сложное иммуноопосредованное заболевание, возникающее вследствие дисрегуляции иммунного ответа на симбионтную флору у генетически восприимчивых лиц и различные факторы окружающей среды [1, 3, 4].

По данным литературы в странах западной Европы заболеваемость воспалительными заболеваниями кишечника выросла в 4 раза за последние 40 лет, в Японии — в 4 раза за последние 15 лет. Распространенность БК в Республике Беларусь 8,1 на 100000 с тенденцией к росту заболеваемости в последние несколько лет. БК может быть диагностирована в любом возрасте, однако наиболее часто встречается у молодых лиц; дебют БК приходится на возраст 19–38 лет, первый пик заболеваемости в 21–29 лет, второй пик в возрасте 60–70 лет. Значимых гендерных различий заболеваемости нет. В те-

чение первого года диагноз БК устанавливается только в 36,9% случаев, что связано с трудностями диагностики, особенно при тонкокишечной локализации процесса [5].

Случай из клинической практики

На прием к врачу-гастроэнтерологу обратилась пациентка Н., 34 лет с жалобами на водянистый объемный стул до 20 раз в сутки в дневное и ночное время, периодически с примесью слизи и крови, ежедневные боли и вздутие живота, не уменьшающиеся после приема спазмолитиков, ложные позывы на дефекацию, чувство неполного опорожнения кишечника, выраженные отеки ног в области голеней и стоп, общую слабость, утомляемость, периодическое повышение температуры до 38,5 в течение 2 лет, похудание на 17 кг за последние 7 лет, боли в пояснице и коленных суставах в течение 2 лет. Из анамнеза установлено, что первые симптомы заболевания (боли и вздутие живота, неоформленный водянистый стул без примесей крови до 6–8 раз в сутки) появились спустя 6 месяцев после родов около 8 лет назад. Анамнез жизни без особенностей. Из перенесенных заболеваний отмечает сезонные ОРВИ, кишечные инфекции и прием антибиотиков в течение 6 месяцев до заболевания отрицает. Наследственный анамнез не отягощен. Пациентка обращалась к терапевту по месту жительства, назначались спазмолитические препараты и диосмектит, при приеме которых наблюдалось улучшение состояния.

Около 4 лет назад появились нарастающие по интенсивности и продолжительности боли в животе, усилилась диарея, периодически водянистый стул до 10–20 раз в сутки с примесью слизи, снижение веса на 8 кг в течение года. Обследована амбулаторно согласно клиническим протоколам МЗ РБ. Изменений в лабораторных тестах не выявлено, анализ кала на скрытую кровь гваяковым методом — отрицательный. Выполнены ЭКГ, УЗИ органов брюшной полости, эзофагогастродуоденоскопия, колоноскопия. Структурных и морфологических изменений в обследованных органах не выявлено. Пациентке выставлен диагноз синдром раздраженного кишечника с диареей. Назначались спазмолитики, препараты панкреатина. В связи с появлением болей в поясничной области обследована неврологом, проведена КТ пояснично-крестцового отдела позвоночника, диагностированы дегенеративные изменения межпозвоночных дисков. Ввиду отсутствия положительной динамики от лечения рекомендована консультация психотерапевта, от которой пациентка воздержалась. В течение трех лет наблюдалась врачом общей практики, диарейный синдром имел волнообразное течение. Около 1,5 лет назад к вышеописанным симптомам добавились урчание в животе, субфебрилитет в утренние часы, с эпизодическим повышением до 38°C, артралгии коленных, тазобе-

дренных, плечевых суставов, однако в связи со сложной эпидемической ситуацией к врачу не обращалась. В течение последних 6 месяцев усилилась общая слабость, продолжалось снижение веса, появились отеки нижних конечностей, прекратились менструации, периодически отмечала наличие крови в стуле, что и послужило причиной обращения к гастроэнтерологу.

При объективном осмотре: выраженный дефицит массы тела (ИМТ 13,1 кг/м²), кожа и видимые слизистые бледные, чистые, периферические отеки в области голеней и стоп. Со стороны органов дыхания и кровообращения без особенностей. Язык сухой, обложен белым налетом. При осмотре живота отмечается выраженное вздутие, звучное урчание в животе, при пальпации отмечена болезненность в мезо- и гипогастрии, наиболее выраженная в правой подвздошной области. Печень, селезенка не увеличены. При пальцевом исследовании прямой кишки — коричневый стул без видимых примесей крови.

Представленные лабораторные тесты (общий и биохимический анализы крови) демонстрировали железодефицитную анемию (гемоглобин 101 г/л, сывороточное железо 4,2 мкмоль/л), гипопропротеинемия (общий белок 56 г/л), повышение С-реактивного белка, анализ кала на скрытую кровь гваяковым методом — реакция отрицательная, в копрограмме единичные лейкоциты, эритроциты. Протоколы инструментальных обследований предоставлены не были. На основании жалоб, анамнеза, объективного осмотра, клинико-лабораторных данных, выставлен диагноз: Хроническая кровавая диарея неуточненного генеза тяжелой степени клинически. Синдром мальнутриции тяжелой степени: недостаточность массы тела тяжелой степени (ИМТ 13,1 кг/м²), железодефицитная анемия легкой степени тяжести, гипопропротеинемия. Отечный синдром. Лихорадка неясного генеза. Артропатии крупных суставов. Аменорея [6].

От предложенной госпитализации пациентка отказалась. Было назначено обследование в соответствии с клиническим протоколом диагностики и лечения заболеваний органов пищеварения, а также нутритивная и регидратационная поддержка на период обследования [4, 7].

При последующей явке к гастроэнтерологу с результатами обследований выявлена гипохромная анемия с выраженным анизоцитозом средней степени тяжести (гемоглобин 89 г/л, эритроциты $4,51 \cdot 10^{12}/л$, MCH 22,4 пг, RDW 25,5%), тромбоцитоз ($677 \cdot 10^9/л$), нейтрофильный сдвиг лейкоцитарной формулы (лейкоциты $6,01 \cdot 10^9/л$: палочкоядерные нейтрофилы 5%, сегментоядерные нейтрофилы 78%, лимфоциты 10%, моноциты 7%, СОЭ 13 мм/ч). В биохимическом анализе крови: гипопропротеине-

мия (общий белок 52 г/л за счет гипоальбуминемии (24 г/л), повышение С-реактивного белка (32.2 мг/л), снижение уровня железа (3.47 мкмоль/л), трансферрина 1,94 г/л и% насыщения трансферрина железом (7,1%). Иммунохимический тест на скрытую кровь в кале положительный (2218 нг/мл), высокий уровень фекального кальпротектина (1800 мкг/г). Яйца гельминтов и простейшие в кале не обнаружены. Инфекционная причина диареи исключена: посев кала на патогенную кишечную флору роста не дал, анализ кала на *Campylobacter*, *E. coli* O157:H7 и токсины *Cl. difficile* отрицательные. Антитела к цитомегаловирусу IgM, IgG не обнаружены. Установлен факт инфицирования *Yersinia enterocolitica* в прошлом (IgA отрицательный, IgG положительный: коэффициент позитивности — 4). Пациентка осмотрена фтизиатром, проведен диаскин-тест, микроскопия мокроты, активного туберкулезного процесса не выявлено. Серологические маркеры целиакии отрицательные. Структурных и функциональных нарушений щитовидной железы не обнаружено. ЭКГ, эхокардиография, УЗИ органов брюшной полости патологии не выявили. По результатам эзофагогастродуоденоскопии с биопсией констатирован хронический гастрит, ассоциированный с *Helicobacter pylori*.

При проведении илеоколоноскопии в подвздошной кишке на 20 см от баугиниевой заслонки определялось незначительное сужение просвета за счет отека, гиперемированной слизистой с грануляциями до 3 мм на фоне рубца и эрозией до 4 мм рядом с баугиниевой заслонкой. Просвет, складки толстой кишки сохранены, слизистая раздражена, очагово гиперемирована, сосудистый рисунок усилен, очагово размыт. В ректосигмоидном соединении слизистая с очагами гиперплазии на фоне рубцовых изменений. Выполнена множественная биопсия (по 2 фрагмента из каждого осмотренного отдела, включая подвздошную и прямую кишку). Гистологическое заключение: Слизистая тонкой кишки с признаками лимфангиэктазии, отеком стромы. Слизистая толстой кишки с гетерогенностью формы и размеров крипт, очаговыми скоплениями лимфоцитов и пролиферацией лимфоидных фолликулов.

Результаты

КТ энтерографии выявили участки стойкого сужения просвета подвздошной кишки, за счет равномерного утолщения стенки до 1 см, дистального отдела подвздошной кишки на протяжении около 7 см до баугиниевой заслонки, с супрастенотическим расширением проксимального участка подвздошной кишки, два подобных участка протяженностью по 7 см с чередованием участка расширения кишки с неутолщенными стенками в мезогастрии; один подобный участок около 3 см по протяжению в левой подвздошной области с супрастенотическим расширением проксимального участка

кишки. Визуализируется уплотнение в виде тяжести (спайки) без видимых свищевых ходов между патологическим участком и супрастенотическим участком дистального отдела подвздошной кишки. Выраженная гиперемия брыжейки тонкой кишки пораженных участков и увеличенные множественные лимфоузлы. Все отделы толстой кишки заполнены контрастом, без видимых изменений со стороны просвета и стенок. Заключение: КТ-картина сегментарного поражения подвздошной кишки воспалительного характера, межпетлевые спайки, мезентериальный лимфаденит.

На основании жалоб, анамнеза, объективного осмотра, клинико-лабораторных данных, проведенных инструментальных обследований, выставлен диагноз: Болезнь Крона (A2L3B2), тонко-толстокишечное поражение, стенотическая форма, клинико-лабораторно высокой степени активности, эндоскопически умеренной степени активности. Синдром мальнутриции: недостаточность массы тела тяжелой степени (ИМТ 13,11 кг/м²), анемия средней степени тяжести смешанной этиологии (железодефицитная + анемия хронического заболевания), гипопропротеинемия, гипоальбуминемия. Отечный синдром. Внекишечные проявления в виде артралгий крупных суставов. Хронический гастрит антральный, выраженность +/+++; активность +, Нр+, фундальный, выраженность +, неактивный.

Заключение

Представленный клинический случай иллюстрирует сложность диагностики болезни Крона с поражением тонкого кишечника. Патогномоничные клинические симптомы заболевания отсутствуют, поэтому врачу необходимо проводить тщательный дифференциальный диагноз диарейного синдрома. Поздняя диагностика патологии в описанном случае была связана с тем, что ранее установленный диагноз синдрома раздраженного кишечника снизил настороженность врача и пациента в отношении воспалительной природы заболевания. Определение кальпротектина в стуле позволяет предположить наличие воспаления в кишечнике, однако данный тест входит в перечень дополнительных методов обследования и не был выполнен при амбулаторном обследовании. Обращает на себя внимание неполное соответствие клинических симптомов диареи (диарея в ночное время, периодически более 10 раз в сутки, прогрессирующее снижение массы тела) критериям диагноза синдрома раздраженного кишечника.

Рутинные диагностические методы не всегда позволяют выявить воспалительный процесс в тонкой кишке ввиду технических сложностей осмотра тонкой кишки с помощью эндоскопической аппаратуры, особенно в дебюте заболевания. Кроме того, данные гистологиче-

ского заключения, полученные при проведении эндоскопии у нашей пациентки, не имели специфичных для болезни Крона изменений, тогда как эндоскопические данные подтвердили диагноз. Выполнение КТ-энтерографии с контрастированием позволило выявить сегментарные поражения тонкой кишки в отделах, недоступных эндоскопическому осмотру.

В случае выявления несоответствия клинических проявлений заболевания и данных диагностических тестов врачу следует провести более углубленное обследование пациента с использованием дополнительных методов исследования, в том числе повторное обследование при отсутствии улучшения состояния пациента в процессе лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ивашкин В.Т. Гастроэнтерология. Национальное руководство. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2018. 464 с.
2. Циммерман Я.С. Гастроэнтерология: руководство, 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2015. 816 с.
3. Шельгин Ю.А. Клинические рекомендации. Колопроктология [Электронный ресурс] Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2017. 560 с. ISBN978-5-9704-4357-6 Режим доступа: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970443576.html>
4. Министерство здравоохранения Республики Беларусь. Диагностика и лечение пациентов с заболеваниями органов пищеварения: клинический протокол: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 01 июня 2017 г., № 54. Гепатология и гастроэнтерология. 2018; 2(1):90–103.
5. Штайн Д. Дж., Шейкер Р. Воспалительные заболевания кишечника. Клиническое руководство. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2019. 250 с.
6. Горгун Ю.В., Портянко А.С., Каратыш О.М., Дергачева И.А., Мараховский Ю.Х., Белявская С.В. Программа дифференциальной диагностики хронической некротической диареи и синдрома мальабсорбции у взрослых. Инструкция по применению. Минск, 2010. Регистрационный № 136–1110.
7. Портянко А.С., Горгун Ю.В., Черствый Е.Д. Гистологическая дифференциальная диагностика заболеваний, сопровождающихся хронической диареей и синдромом мальабсорбции. Инструкция по применению. Минск, 2011. Регистрационный № 137–1110.

© Дацик Марина Ивановна (marinka_83@inbox.ru), Сопич Дмитрий Юрьевич,
Шут Светлана Александровна (shootsa@mail.ru), Платошкин Эрик Николаевич (platoshkin@list.ru),
Никулина Наталья Алексеевна (natalia.nik@mail.ru), Тишков Сергей Петрович (sergej_doct@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Гомельский государственный медицинский университет

РЕЗУЛЬТАТЫ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА НОВООБРАЗОВАННОЙ КОСТНОЙ ТКАНИ В ПОДМЕМБРАННОМ ПРОСТРАНСТВЕ И ВОКРУГ НИТЕЙ НИКЕЛИД-ТИТАНОВОЙ МЕМБРАНЫ

THE RESULTS OF QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ANALYSIS OF NEWLY FORMED BONE TISSUE IN THE SUBMEMBRANE SPACE AND AROUND THE THREADS OF THE NICKEL-TITANIUM MEMBRANE

**A. Zhidko
R. Hafizov**

Summary. Optical scanning electron microscopy, micro-probe analysis of samples and X-ray microcomputer tomography were performed to study the qualitative and quantitative analysis of newly formed bone tissue in the submembrane space and around the filaments of the nickel-titanium membrane. The results of electron microscopic and micro-probe analysis of samples are presented in spectra, tables and figures of strokes. Micro-probe analysis was carried out from several points to determine the heterogeneity in the sample composition. These points are marked with a green cross in the sample photos. For each point marked with a cross, the spectrum is indicated and the elemental component of the area under study is indicated.

Keywords: analysis, samples, bone tissue, jaws, membrane.

Житко Айгуль Корбановна

*К.м.н., Врач-стоматолог, ООО «АльФарСтом»
aigel16@yandex.ru*

Хафизов Раис Габбасович

*Д.м.н., профессор, Казанский Федеральный
Университет*

Аннотация. Актуальной и перспективной задачей в дентальной имплантологии является восстановление костной ткани при сегментарных дефектах альвеолярных отростков челюстей с использованием механического барьера в виде мембраны.

Результаты электронно-микроскопического и микро-зондового анализа образцов представлены в спектрах, таблицах и рисунках штрихов. Микро-зондовый анализ был проведен из нескольких точек, чтобы определить неоднородность в составе выборки. Эти точки отмечены зеленым крестом на примерах фотографий. Для каждой точки, отмеченной крестом, указывается спектр и указывается элементная составляющая исследуемой области.

Ключевые слова: анализ, образцы, костная ткань, челюсть, мембрана.

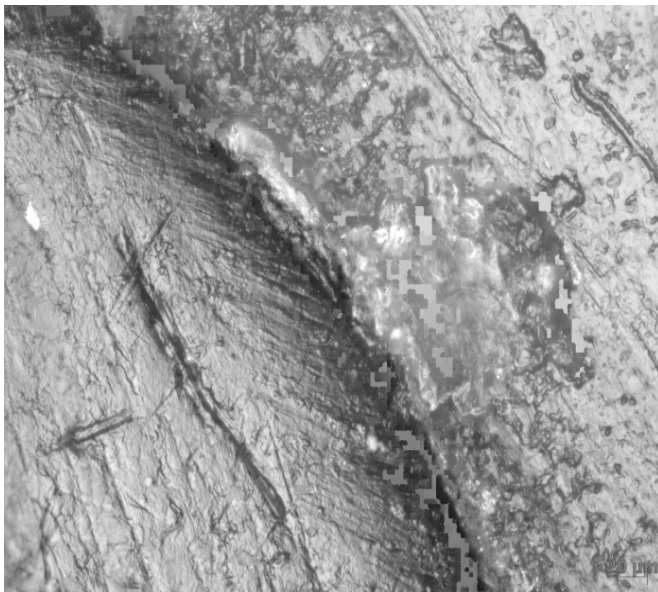
Согласно проведенного анализа современных литературных источников по изучению аспектов репаративной регенерации костной ткани были систематизированы данные о его стадийности, исследованы клеточно-молекулярных механизмах репаративной регенерации костной ткани, проанализированы показатели костного метаболизма. Установлено, что регенерация костной ткани напрямую зависит от функциональной активности остеогенных клеток.

На начальной стадии репаративного остеогенеза остеокласты обеспечивают резорбцию в зоне дефекта некротизированных фрагментов кости и принимают участие в ремоделировании костных фрагментов. Остеобласты образуют первичные костные балки, которые построены из коллагеновых фибрилл. Они синтезируют костный матрикс, обеспечивают его минерализацию, продуцируют неколлагеновые белки.

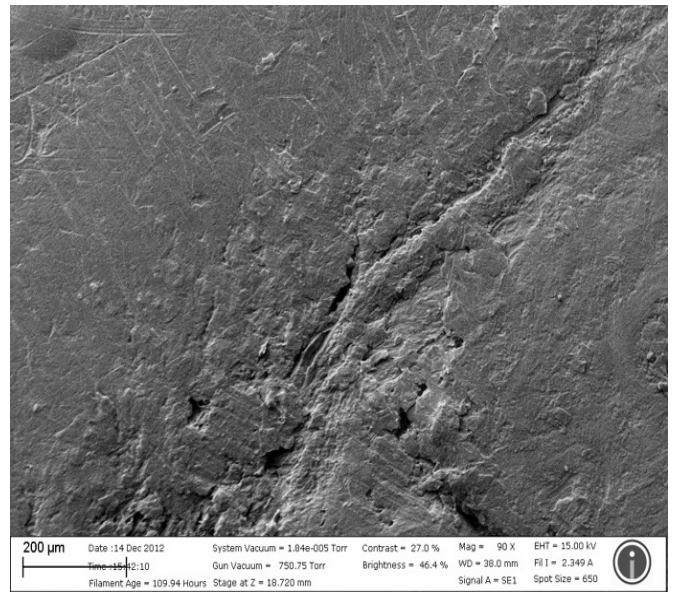
Важная роль в процессах локальной регуляции остеогенеза принадлежит таким сигнальным путям как системе RANK/RANKL/OPG, костным морфогенетическим белкам, Wnt-сигнализации. Остеобласто- и остеокласто-генез характеризуют биохимические маркеры костного ремоделирования.

Процесс регенерации происходит при участии следующих клеток костной ткани — остеобластов, остеокластов и остеоцитов.

Остеобласты — костнообразующие клетки, которые происходят из мезенхимальных стволовых клеток. Они округлой формы, размером 20–30 мкм, с эксцентрично расположенным ядром, находятся в остеогенном слое надкостницы и в периваскулярном пространстве остеона. Выделяют четыре типа объектов: 1-й тип — преостеобласт, 2-й тип — пролиферирующий функционально активный

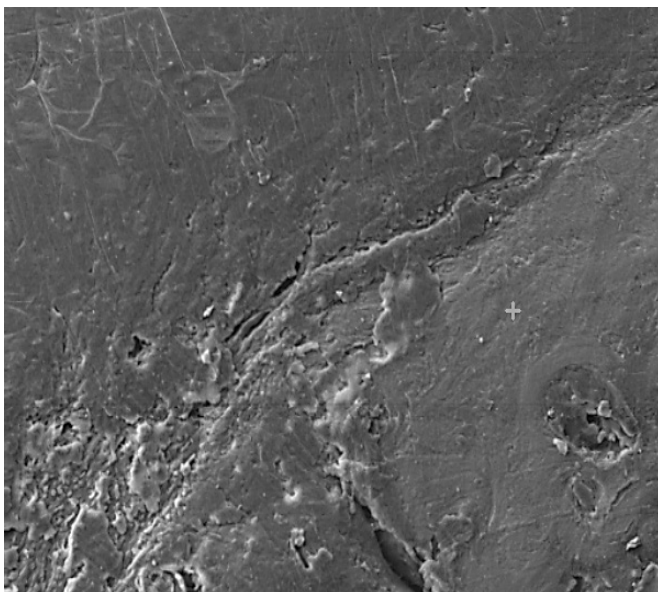


а

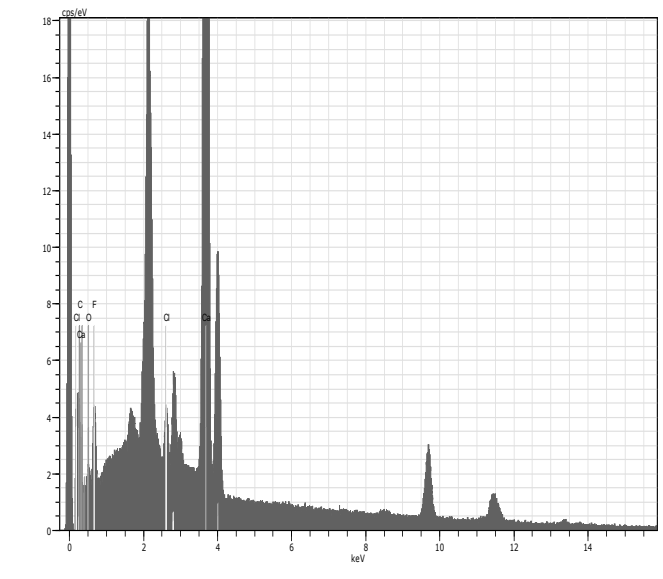


б

Рис. 1. 3 месяца: а — оптическое изображение; б — электронное изображение.



а



б

Рис. 2. 3 месяца, спектральный анализ: а — изображение образца (крестиком отмечено место пробы); б — спектральный анализ.

остеобласт, 3-й тип — созревающий с гипертрофированной эндоплазматической сетью остеобластов, 4-й — дифференцированный малоактивный остеобласт [8, 10].

Остеоциты (ОЦ) — «звездчатые клетки», имеют большое количество длинных и тонких отростков. Они делятся на три типа. ОЦ I типа — молодые или «продуци-

рующие», синтезируют компоненты костного матрикса, расположенные в остеомах вокруг стенок широких каналов. ОЦ II типа — зрелые или «резорбирующие», участвуют в процессе остеолизиса, расположены в остеомах с узкими каналами и на периферии широких каналов остенов. ОЦ III типа — «дегенерирующие», находятся на периферии остенов [8, 12].

Spectrum: Acquisition					
Element	Series	unn. C	norm. C	Atom. C	Error (1 Sigma)
	[wt. %]	[wt. %]	[at. %]		[wt. %]
Oxygen	K-series	6.36	18.35	25.33	0.97
Fluorine	K-series	7.57	21.84	25.39	1.05
Chlorine	K-series	0.20	0.59	0.37	0.02
Calcium	K-series	16.14	46.58	25.67	0.30
Carbon	K-series	4.38	12.64	23.24	0.66
Total:		34.64	100.00	100.00	

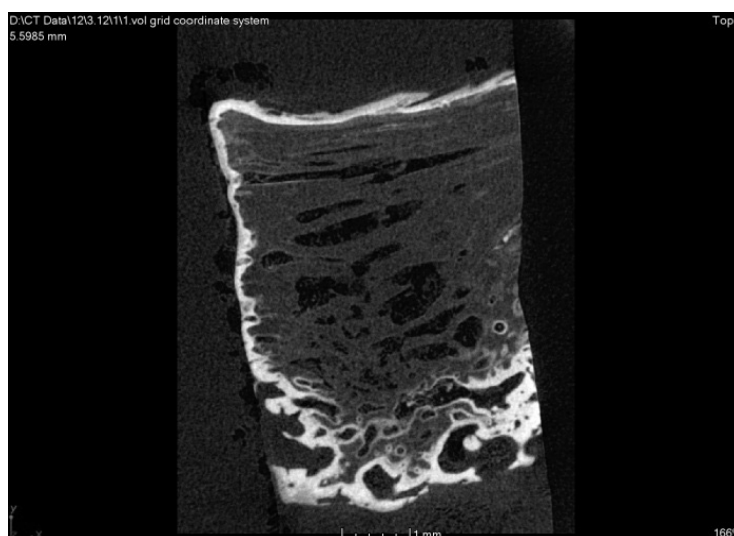


Рис. 3. Микрокомпьютерная томограмма

Процессы костного ремоделирования можно оценить благодаря анализу 2 групп показателей костного метаболизма, а именно маркеров костной резорбции (гидроксипролин, оксипролин, кальций, продукты распада коллагена I типа, пиридинолин (ПОД) и дезоксипиридинолин (ДПИД), костный сиалопротеин (BSP), тарtrateзистентна кислая фосфатаза (TRAP)) и маркеров синтеза костной ткани (остеокальцин (ОК), костная щелочная фосфатаза (КЛФ), аминоконечные фрагменты проколлагена I типа (АКФ, ККФ).

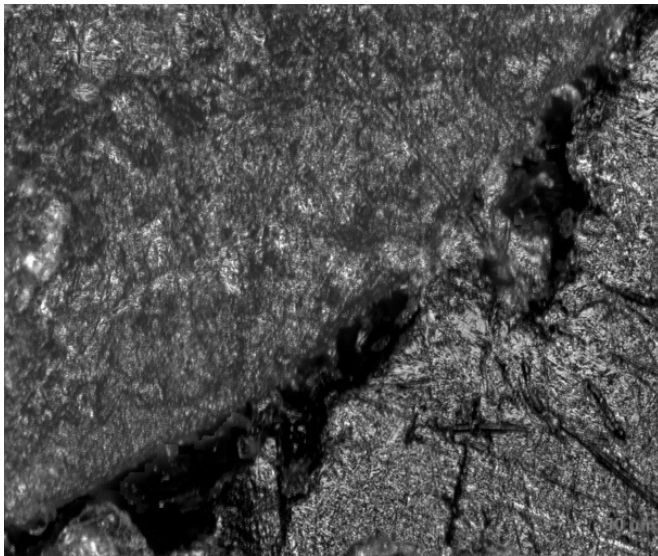
Остеоиндукция — это способность трансплантационных материалов индуцировать образование костных клеток (остеобластов и их предшественников) путем дифференциации мультипотентных мезенхимальных стволовых клеток из близлежащих тканей реципиента. Такая способность обнаружена у факторов роста, таких как костные морфогенетические белки (англ. bone morphogenetic proteins, BMP), в частности, BMP-2 и BMP-7, трансформиру-

емый фактор роста-β (англ. transforming growth factor beta, TGF-β), фактор роста фибробластов (англ. fibroblast growth factor, FGF), инсулиноподобный фактор роста (англ. insulin growth factor, IGF), тромбоцитарный фактор роста (англ. platelet-derived growth factor, PDGF) [7].

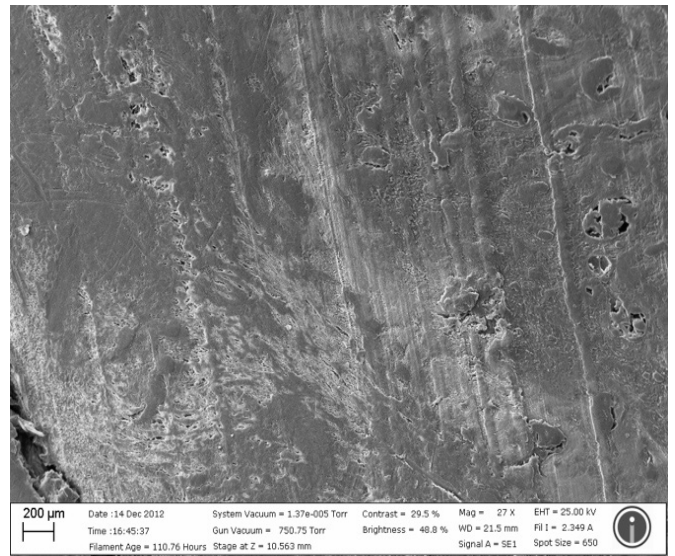
Остеокондукция является характеристикой, когда трансплантат действует как каркас, который является постоянным и рассасывающимся, механически поддерживает прорастание кровеносных сосудов и формирование новообразованной костной ткани от границ дефекта и в и на его поверхности [6].

Остеоинтеграция — это способность костного трансплантата врастать в окружающую костную ткань без промежуточного слоя волокнистой ткани [2].

Вновь образованный материал, образованный в подмембранном пространстве с использованием ре-

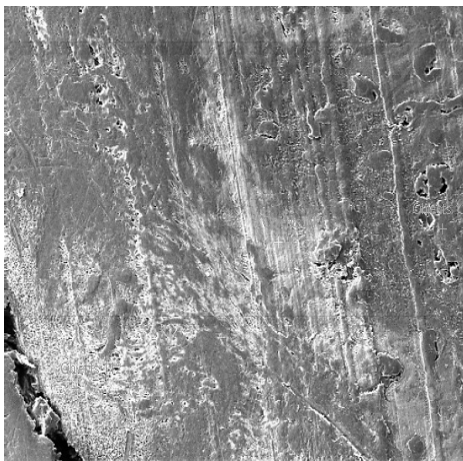


а

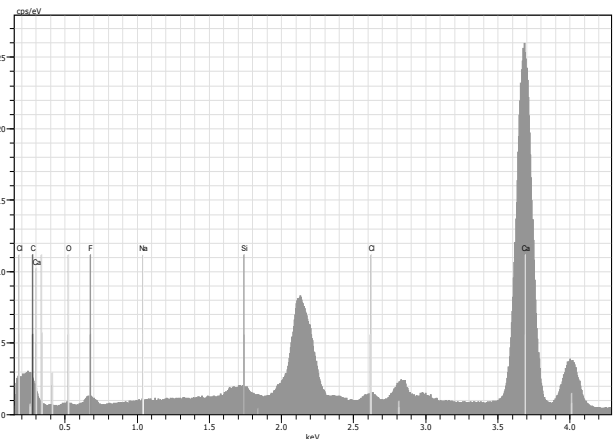


б

Рис. 4. 6 месяцев; а — оптическое изображение, б — электронное изображение.



а



б

Рис. 5. 6 месяцев, спектральный анализ; а — изображение образца (крестиком отмечено место пробы); б — спектральный анализ.

тикулярной остеоинтегрированной никель-титановой мембраны через 3 и 6 месяцев после операции, использовался для исследования [2–5].

Результаты исследования показывают полезность костной ткани, образующейся в подмембранном пространстве, и ее лучший состав через 6 месяцев. Сканирующая электронная микроскопия через 6 месяцев показывает полное восстановление костной ткани не только в подмембранном пространстве, но и формирование костной ткани вокруг ультратонких нитей сетчатой мембраны (рис. 7).

На поверхности новообразованных костных трабекул содержались остеоциты, а по периметру — функционально активные остеобласты. Плотность и толщина костных трабекул была больше по сравнению с теми, которые располагались в теле позвонка. На их краевой поверхности определено резорбционные полости, которые вместе с участками резорбции пробковой порции трансплантата, рентгено-негативными красным и желтым костным мозгом и зонами некальцифицированного остеоида могли визуализироваться на рентгенограммах участками просветления в зоне спондилдеза и привести к ложно-отрицательным результатам лучевой диагностики.

Таблица 2. Спектральный анализ, 6 месяцев

Spectrum: Objects 113

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [at.%]	Atom. C	Error (1 Sigma) [wt.%]
Oxygen	K-series	5.60	16.78	21.59	0.87
Fluorine	K-series	5.15	15.43	16.72	0.76
Sodium	K-series	0.56	1.67	1.50	0.07
Silicon	K-series	0.24	0.72	0.53	0.04
Chlorine	K-series	0.09	0.26	0.15	0.03
Calcium	K-series	14.50	43.43	22.31	0.45
Carbon	K-series	7.25	21.71	37.20	0.99

Total: 33.38 100.00 100.00

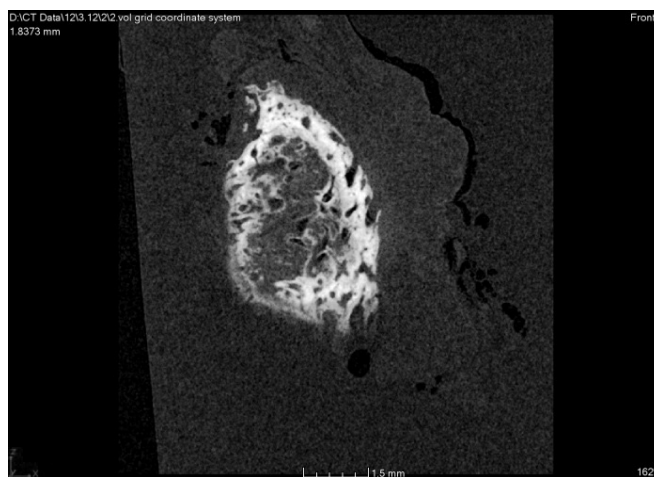


Рис. 6. Микрокомпьютерная томограмма

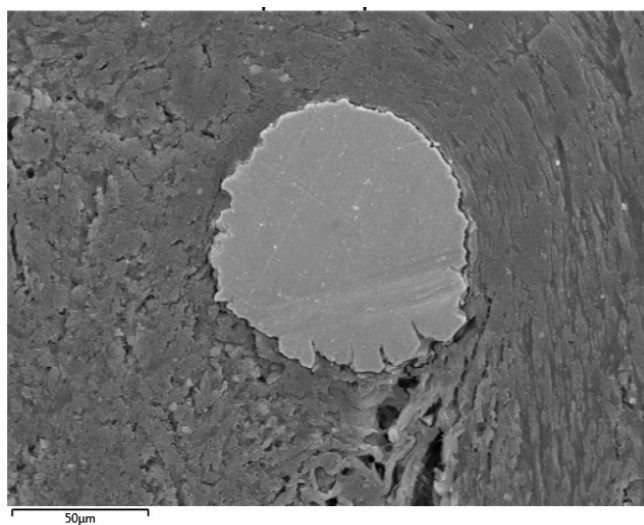


Рис. 7. Сканирующая электронная микроскопия через 6 месяцев. Нить никелида титана, замурованная в костной ткани (поперечный срез)

ЛИТЕРАТУРА

1. Artzi, Z., Givol, N., Rohrer, M. D., Nemcovsky, C. E., Prasad, H. S., & Tal, H. (2003). Qualitative and quantitative expression of bovine bone mineral in experimental bone defects. Part 1: Description of a dog model and histological observations. *Journal of Periodontology*, 74(8), 1143–1152. <https://doi.org/10.1902/jop.2003.74.8.1143>
2. Artzi, Z., Givol, N., Rohrer, M. D., Nemcovsky, C. E., Prasad, H. S., & Tal, H. (2003). Qualitative and quantitative expression of bovine bone mineral in experimental bone defects. Part 2: Morphometric analysis. *Journal of Periodontology*, 74(8), 1153–1160. <https://doi.org/10.1902/jop.2003.74.8.1153>
3. Čandrlić, M., Tomas, M., Karl, M., Malešić, L., Včev, A., Perić Kačarević, Ž., & Matijević, M. (2022). Comparison of Injectable Biphasic Calcium Phosphate and a Bovine Xenograft in Socket Preservation: Qualitative and Quantitative Histologic Study in Humans. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(5). <https://doi.org/10.3390/ijms23052539>
4. Eslaminejad, M.B., Jafarian, M., Khojasteh, A., Abbas, F.M., Dehghan, M.M., & Hassanizadeh, R. (2008). In vivo bone formation by canine mesenchymal stem cells loaded onto HA/TCP scaffolds: Qualitative and quantitative analysis. *Yakhteh*, 10(3), 205–212.
5. Ragamouni, S., Kumar, J. M., Mushahary, D., Nemani, H., & Pande, G. (2013). Histological analysis of cells and matrix mineralization of new bone tissue induced in rabbit femur bones by Mg-Zr based biodegradable implants. *Acta Histochemica*, 115(7), 748–756. <https://doi.org/10.1016/j.acthis.2013.03.004>
6. Regauer, M., Jürgens, P., Budenhofer, U., Hartstock, M., Böcker, W., Bürklein, D., ... Schieker, M. (2006). Quantitative scanning acoustic microscopy compared to microradiography for assessment of new bone formation. *Bone*, 38(4), 564–570. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2005.09.005>
7. Sul, Y.-T., Johansson, C.B., Röser, K., & Albrektsson, T. (2002). Qualitative and quantitative observations of bone tissue reactions to anodised implants. *Biomaterials*, 23(8), 1809–1817. [https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(01\)00307-6](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(01)00307-6)

© Житко Айгуль Корбановна (aigel16@yandex.ru), Хафизов Раис Габбасович.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Казанский федеральный университет

КОСТНЫЙ МЕТАБОЛИЗМ И ЕГО РЕГУЛЯЦИЯ У ПАЦИЕНТОВ С СИСТЕМНОЙ СКЛЕРОДЕРМИЕЙ

BONE METABOLISM AND ITS REGULATION IN PATIENTS WITH SYSTEMIC SCLERODERMA

**Yu. Ivanova
O. Bugrova
K. Nagornova
I. Polishchuk**

Summary. A total of 65 patients with systemic scleroderma (SSc) and an average 5-year [3;10] course of the disease were studied to evaluate bone mineral density (BMD) and markers of bone metabolism (osteocalcin, b-CrossLabs) and its regulators (osteoprotegerin and soluble ligand of soluble receptor activator of nuclear factor kB ligand (sRANKL) in the blood serum. The major part of the studied group included women: 20 (31%) women before menopause and 39 (60%) women after menopause. The average duration of the disease was 7.0 [5;18] years. The control group included 35 relatively healthy people selected by copy-pair method. Diagnostics of osteoporosis (OP) was performed with a dual energy X-ray densitometer (OsteoSYS DEXXUM T) in standard areas. The levels of interleukin 6 (IL-6), markers of bone metabolism osteocalcin (OK), b-CrossLabs and its regulators osteoprotegerin (OPG) and sRANKL were measured in the blood serum by enzyme immunoassay. The obtained data were statistically processed in STATISTICA 12 software. There was a significantly high level of IL-6, decreased level of OC and elevated level of sRANKL among patients with SSc compared to healthy volunteers. The levels of b-CrossLabs and OPG in the blood serum were comparable to the control group. There were no significant differences in the studied parameters in women depending on the presence or absence of menopause. The analysis of the studied parameters considering the clinical course of SSc revealed changes in the markers of bone metabolism and its regulators showed a significant decrease in the intensity of osteogenesis, especially in patients with severe course and high activity of SSc.

Keywords: osteoporosis, systemic scleroderma, interleukin-6, osteocalcin, b-CrossLabs, osteoprotegerin, soluble ligand of soluble receptor activator of nuclear factor kB ligand.

Иванова Юлия Юрьевна

Ассистент, ФГБОУ ВО «Оренбургский
государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения РФ
rotanchuk-1994@bk.ru

Бугрова Ольга Викторовна

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Оренбургский
государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения РФ

Нагорнова Ксения Александровна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Северо-Западный
государственный медицинский университет имени
И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения РФ

Полищук Инна Сергеевна

Врач-ревматолог, ГАУЗ «Оренбургская областная
клиническая больница»

Аннотация. С целью оценки минеральной плотности кости (МПК) и маркеров костного метаболизма (остеокальцина, С-концевых телопептидов) и его регуляторов (остеопротегерина и растворимого лиганда рецептора активатора нуклеарного фактора каппа-Б) в сыворотке крови у пациентов с системной склеродермией (ССД) было обследовано 65 пациентов с ССД со средней длительностью болезни 5 [3;10] лет. Большую часть больных составили женщины: 20 (31%) в периоде доменопаузы и 39 (60%) — в постменопаузе со средней длительностью постменопаузального периода 7,0 [5;18] лет. В контрольную группу вошли 35 относительно здоровых лиц, подобранных по типу копи-пара. Диагностика остеопороза (ОП) была выполнена на двухэнергетическом рентгеновском денситометре (OsteoSYS DEXXUM T) в стандартных областях. Уровень интерлейкина 6 (ИЛ6), маркеров костного метаболизма — остеокальцин (ОК), С-концевые телопептиды и его регуляторов — остеопротегерина (ОПГ), растворимого лиганда рецептора активатора нуклеарного фактора каппа-Б- (РАНКЛ) — в сыворотке крови определены методом ИФА. Полученные данные были подвергнуты статической обработке (программы STATISTICA 12). Среди больных ССД достоверно чаще наблюдался ОП, чем среди относительно здоровых лиц. У пациентов с ССД наблюдался достоверно высокий уровень (ИЛ-6), сниженный — ОК и повышенный — РАНКЛ. Содержание С-концевых телопептидов I типа и ОПГ в сыворотке крови было сопоставимым с контролем. Не было значимых различий изучаемых показателей у женщин в зависимости от наличия или отсутствия менопаузы. Анализ исследуемых параметров в зависимости от клинического течения ССД выявил изменение маркеров костеобразования и его регуляторов, результатом чего явилось преимущественное снижение интенсивности костеобразования, особенно в условиях более тяжелого течения и высокой активности ССД.

Ключевые слова: остеопороз, системная склеродермия, интерлейкин-6, остеокальцин, С-концевые телопептиды, остеопротегерин, растворимый лиганд рецептора активатора нуклеарного фактора каппа-Б.

Актуальность

Остеопороз (ОП) — заболевание скелета, характеризующееся снижением минеральной плотности кости, нарушением микроархитектоники костной ткани и повышенным риском переломов при минимальной травме [1]. Согласно данным литературы, многие ученые отмечают повышенную частоту встречаемости ОП среди больных системной склеродермией (ССД) — заболевания, характеризующегося усиленным фиброзообразованием, выраженными вазоспастическими реакциями и поражением внутренних органов и тканей, включая опорно-двигательный аппарат [2]. Некоторые авторы рассматривают ССД как потенциальный фактор риска развития вторичного ОП [3,4,5,6,7,8]. Однако на сегодняшний день не выявлены точные причины и механизмы снижения минеральной плотности кости (МПК) у пациентов с ССД. Ряд авторов связывают данное осложнение в большей степени с популяционными факторами риска, по мнению других ученых, причиной развития ОП являются различные клинические особенности ССД (форма болезни, степень активности и фиброза, поражение внутренних органов [3,4,5,6,7], а также, возможно, повышенный уровень провоспалительного цитокина — интерлейкина –6 (ИЛ6), участвующего, как в патогенезе ССД, так и костном обмене [9,10, 11], хотя роль ИЛ6 в развитии ОП при ССД мало изучена [9, 10, 11]. Так, в работе Ali Taylan et al. 2018 г., авторы отметили статистически более высокие показатели ИЛ-6 у больных ССД по сравнению с контролем, однако уровень ИЛ-6 не коррелировал с минеральной плотностью кости (МПК) у больных ССД [10].

Ведущую роль в развитии ОП отводят системе РАНКЛ/РАНК/ОПГ, большинство работ свидетельствует о повышенной экспрессии РАНКЛ и ИЛ-6 при ССД, в то время как средний уровень ОПГ в крови пациентов сопоставим с концентрацией ОПГ у относительно здоровых лиц [10]. При этом состояние маркеров костного метаболизма при ССД оценивают по-разному: может наблюдаться увеличение уровня остеокальцина (ОК) сыворотки как отражение повышенной активности остеобластов, способствующих формированию кости, констатируется и нормальное содержание ОК [12]. Активность остеокластов по параметрам резорбции кости, изучалась лишь в единичных работах, полученные результаты также не всегда совпадают [10,13]. Остается неясным, ввиду каких причин превалирует тот или иной процесс при ССД, и какой фактор в большей степени способствует повышенной экспрессии РАНКЛ и запуску остеокластогенеза, что требует дальнейшего изучения вопроса для определения ведущего механизма патогенеза остеопороза у больных ССД.

Цель

Оценить минеральную плотность кости у пациентов с системной склеродермией, маркеры костного метабо-

лизма (остеокальцина, С-концевых телопептидов) и его регуляторов (остеопротегерина и растворимого лиганда рецептора активатора нуклеарного фактора каппа-В) в сыворотке крови.

Материал и методы

В исследование включено 65 больных с достоверным диагнозом ССД согласно критериям Американской коллегии ревматологов и Европейской антиревматической лиги (ACR/EULAR, 2013) со средней длительностью болезни 5 [3;10] лет. Большую часть пациентов составили женщины: 20 (31%) доменопаузальных и 39 (60%) постменопаузальных пациенток со средней длительностью постменопаузального периода 7,0 [5;18] лет, а также 6 (9%) мужчин. Средний возраст наступления менопаузы у женщин — 45 [43;49] лет. Согласно классификации ССД, у 50 (77%) человек диагностирована диффузная форма болезни, у 15 (23%) — лимитированная форма ССД. У 33 (51%) больных наблюдалось хроническое, медленно прогрессирующее течение, у 31 (47%) человека — подострое и только у 1 (2%) пациента было острое, быстро прогрессирующее течение ССД. У пациентов с ССД наблюдалась разная степень активности: высокая верифицирована у 27 (42%) больных, умеренная — у 23 (35%) и низкая наблюдалась у 15 (23%) человек. Средний индекс активности (EScSG) без учета уровня комплемента составил 5 [3,5;6,5] баллов. У 39 (60%) больных выявлена стадия развёрнутых клинических проявлений, у 14 (22%) лиц — начальная и у 12 (18%) — поздняя стадия ССД. Поражение кожи в той или иной степени было проявлено у всех пациентов с ССД, средний «кожный счёт» по Роднану составил 20 [12;27] баллов. У 30 (46%) больных был плотный отёк кожи, индурация диагностирована в 21 (32%) случае, атрофия у 14 (22%) лиц с ССД. В связи с преобладанием диффузной формы ССД и стадии развёрнутых клинических проявлений среди данной группы пациентов ожидаемо в большей степени наблюдались лица с поражением внутренних органов. Пневмофиброз диагностирован у 44 (68%) пациентов, поражение пищевода — у 39 (60%) лиц, у 33 (51%) человек — клапанные пороки сердца, уплотнение листков перикарда — у 11 (17%) лиц, нарушение ритма сердца выявлено у 12 (18%) больных, нарушение проводимости — у 19 (29%) пациентов. Большинство — 60 (92%) больных ССД имели поражение суставов в виде полиартрита, псевдоартрита или артралгий. Хроническая склеродермическая нефропатия диагностирована у 5 (8%) больных. Средняя скорость клубочковой фильтрации (СКФ) составила 95 [84;106] мл/мин./1,73 м². Уровень кальция был в норме — 2,29 [2,2;2,4] ммоль/л. Большинству пациентам — 51 (78%) были назначены глюкокортикостероиды (ГКС), средняя доза приема ГКС среди пациентов составила — 7,0 [4;8] мг/сут, средняя длительность — 4,0 [2;7] года. Также 15 (23%) участников исследования принимали метотрексат, 41 (63%) пациент — препараты кальция и витамина Д.

Контрольную группу составили 35 относительно здоровых лиц без признаков острых или хронических воспалительных заболеваний, а также сопоставимых по возрастным и антропометрическим параметрам с пациентами с ССД.

Больным ССД проводилось обследование согласно Российским клиническим рекомендациям 2020 года [2]. Диагностика ОП участникам исследования осуществлялась с помощью двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (dualenergy X-ray absorptiometry — DXA) в стандартных по ВОЗ областях: поясничном отделе позвоночника (L1-L4), шейке бедра (ШБ) и проксимальном отделе бедра (ПОБ) на аппарате OsteoSyS DEXXUM T. У постменопаузальных женщин и мужчин старше 50 лет диагноз ОП был выставлен при значении T-критерия $-2,5$ SD и менее, у доменопаузальных пациенток и мужчин моложе 50 лет снижение минеральной плотности кости ниже возрастной нормы определялось согласно значениям Z-критерия [1]. Для диагностики состояния костного метаболизма был определен уровень остеокальцина (ОК) с помощью набора IDS N-MID Osteocalcin ELISA и С-концевых телопептидов I типа (b-CrossLaps) в сыворотке крови иммуноферментным методом с помощью набора IDS Serum CrossLaps ELISA. Помимо этого, в сыворотке крови методом иммуноферментного анализа (ИФА) оценивалось содержание интерлейкина-6 (ИЛ-6) с помощью набора Human IL-6 Elisa Kit; остеопротегерина (ОПГ), с использованием набора Biomedica Gruppe Osteoprotegerin ELISA; растворимого лиганда рецептора активатора нуклеарного фактора каппа-В (РАНКЛ) с помощью набора Biomedica Gruppe RANKL ELISA. Для обработки данных была использована программа STATISTICA 12.0.

Результаты и обсуждение

У большинства пациентов с ССД — 57 (88%) человек из 65 было диагностировано снижение МПК: у 46 (71%) лиц выявлен ОП, у 11 (17%) — остеопения. Не было изменений МПК только у 8 (12%) больных с ССД. У 32 (49%) больных ОП был диагностирован сразу в нескольких областях: поясничном отделе позвоночника и в бедренных костях. В контрольной группе ОП диагностирован достоверно в меньшей степени: у 11 (31%) человек. Среди контрольной группы преобладали лица с неизменной МПК — 15 (43%) человек, остеопения выявлена у 9 (26%) участников исследования.

У пациентов с ССД уровень интерлейкина-6 (ИЛ-6) в сыворотке крови был значимо выше, чем у относительно здоровых лиц — 33,6 [8,5;44,3] пг/мл против 5,8 [0,1;9,1] пг/мл соответственно. При этом столь высокие средние значения ИЛ-6 у больных с ССД наблюдались независимо от состояния МПК и составили при ОП — 32,4 [8,1;44,3] пг/мл, остеопении — 36,9 [9,5;46,9] пг/мл,

неизменной МПК — 32,7 [22,7;41,3] пг/мл. Содержание ИЛ-6 было сопоставимым у мужчин и женщин с ССД — 28,5 [9,7;41,5] пг/мл и 33,6 [8,4;46,6] пг/мл соответственно, так же, как и у доменопаузальных и постменопаузальных пациенток — 31,9 [7,9;44,3] пг/мл и 36,9 [8,5;46,9] пг/мл соответственно. Анализ содержания ИЛ-6 при различных клинических характеристиках ССД: диффузной и лимитированной форме, различной длительности болезни, хроническом, остром или подостром течении; «кожном счёте» менее и более 14 баллов, лечении или отсутствии лечения ГКС, содержание ИЛ-6 у больных ССД не было статистически значимо различным. Уровень ИЛ-6, как параметра системного воспаления, ожидаемо достоверно отличался в зависимости от значения индекса активности EScSG. Так, у пациентов с индексом активности EScSG менее 3 баллов наблюдались достоверно более низкие средние значения данного параметра, чем у больных с индексом активности (EScSG) более 3 баллов — 10,7 [7,4;30,2] пг/мл против 38,2 [8,5;46,9] пг/мл соответственно. Корреляционный анализ показал наличие обратной связи между уровнем ИЛ-6 и остеопротегерина ($R = -0,25$, $p < 0,05$). С денситометрическими показателями (МПК, T- и Z-критерием) достоверной связи не выявлено, что соответствует данным литературы [10].

Средний уровень параметра костеобразования остеокальцина (ОК) у больных ССД был значимо ниже контроля 6,4 [4,9;10,2] нг/мл и 24,5 [11,8;39,5] нг/мл, соответственно. У больных с ССД, имеющих ОП ($n=46$), содержание ОК в среднем составило 6,2 [4,3;7,9] нг/мл и было сопоставимо с пациентами с остеопенией ($n=11$) — 5,5 [4,9;16,2] нг/мл, но значимо ниже, чем у пациентов с нормальной МПК ($n=8$) — 14,4 [11;16,9] нг/мл. Во всех случаях ССД значение ОК было значимо меньше соответствующего контроля здоровых. Уровень ОК в сыворотке крови у доменопаузальных и постменопаузальных пациенток с ССД не имел отличий и составил 5,4 [4,15;9,05] нг/мл и 7,5 [4,9;11,4] нг/мл соответственно, что, очевидно, свидетельствует о снижении костеобразования у женщин с ССД вне зависимости от наличия менопаузы. Интересно, что в контроле уровень ОК был существенно выше у женщин в доменопаузе, чем в постменопаузальном периоде: 17,4 [8,7;33,8] нг/мл и 26,5 [12,5;51,0] нг/мл, соответственно.

При анализе уровня ОК у пациентов с различными клиническими характеристиками ССД было выявлено снижение показателя при более тяжелом течении болезни: у больных с диффузной формой — 5,45 [4,3;9,6] нг/мл, индексом активности (EScSG) более 3 баллов — 5,4 [4,5;9,6] нг/мл, у пациентов, принимавших ГКС — 6,2 [4,3;9,5] нг/мл, что во всех случаях было достоверно ниже уровня ОК в сыворотке крови по сравнению с соответствующими подгруппами пациентов: с лимитированной формой — 7,9 [6,2;12,0], индексом активности

менее 3 баллов — 9,05 [7,5;13,3], при отсутствии приема ГКС — 9,6 [5,3;16,2] нг/мл, $p < 0,05$. Среди пациентов ССД с ОП имела аналогичная динамика показателя костеобразования: достоверно более низкие значения ОК в сыворотке крови также наблюдались у больных с диффузной формой, чем с лимитированной (5,3 [4;7,7] нг/мл против 7,7 [6,85;11,4] нг/мл соответственно), у пациентов с индексом активности (EScSG) более 3 баллов (5,4 [4,3;7,7] нг/мл против 7,9 [7,5;13,3] нг/мл соответственно). Корреляционный анализ выявил наличие взаимосвязи между содержанием ОК в сыворотке крови и уровнем С-концевых телопептидов ($R=0,42$, $p < 0,05$); МПК поясничного отдела позвоночника ($R=0,3$, $p < 0,05$), МПК шейки бедра ($R=0,36$, $p < 0,05$), МПК проксимального отдела бедра ($R=0,54$, $p < 0,05$).

При анализе содержания показателя резорбции костной ткани — С-концевых телопептидов коллагена I типа (b-CrossLaps) в сыворотке крови оказалось, что у больных ССД данный параметр был сопоставим — 0,3 [0,2;0,6] нг/мл с уровнем такового в контроле — 0,35 [0,23;0,5] нг/мл. Содержание С-концевых телопептидов коллагена I типа у пациентов с ССД и ОП ($n=46$) было достоверно ниже — 0,3 [0,2;0,6] нг/мл, чем у больных ССД с неизменной МПК ($n=8$) — 0,65 [0,42;0,8] нг/мл соответственно. Содержание С-концевых телопептидов коллагена I типа у мужчин и женщин с ССД также было значимо отличным: у мужчин наблюдались достоверно более высокие средние значения — 0,6 [0,5;0,6] нг/мл, чем у пациенток с ССД — 0,3 [0,2;0,55] нг/мл. Среди женщин с ССД: у доменопаузальных и постменопаузальных пациенток данный параметр, как и ОК, был сопоставим и в среднем составил 0,25 [0,2;0,5] нг/мл и 0,3 [0,2;0,55] нг/мл соответственно. Индивидуальный анализ показателя обнаружил его повышение выше 0,4 нг/мл у 28 (43%) пациентов ССД; у 19 из них отмечался ОП, трое имели остеопению, 3 — нормальную МПК.

При анализе параметра костной резорбции — уровня С-концевых телопептидов коллагена I типа — у пациентов при различном течении ССД показано, что достоверно более высокие показатели данного параметра наблюдались при лимитированной форме ССД — 0,33 [0,3;0,9] нг/мл; у больных с наименьшей длительностью ССД менее 5 лет — 0,55 [0,2;0,6] нг/мл; индексе активности (EScSG) менее 3 баллов — 0,72 [0,4;0,9] нг/мл; «кожном счёте» менее 14 баллов — 0,57 [0,365;0,8] нг/мл и при отсутствии применения ГКС — 0,55 [0,3;0,6] нг/мл. Корреляционный анализ выявил наличие взаимосвязи между уровнем С-концевых телопептидов коллагена I типа и МПК проксимального отдела бедра ($R=0,27$, $p < 0,05$). Отмечалась обратная связь между содержанием С-концевых телопептидов коллагена I типа в сыворотке крови и «кожным счётом» ($R= -0,46$, $p < 0,05$), индексом активности ($R= -0,49$, $p < 0,05$), длительностью ССД ($R= -0,3$,

$p < 0,05$). Полученные данные свидетельствуют о разнонаправленных изменениях b-CrossLaps у пациентов с ССД, что предполагает как усиленную резорбцию кости, особенно в начальных стадиях болезни до развития значительного фиброза, так и относительно неизменную при длительно текущем процессе и закономерном развитии системного фиброза. Одновременно наблюдается и снижение интенсивности костеобразования по показателю ОК, наиболее выраженное при тяжелом течении ССД.

При оценке уровня остеопротегерина (ОПГ), как основного блокатора остеокластогенеза, отмечено, что в сыворотке крови у пациентов с ССД наблюдались более низкие средние значения данного параметра — 1,9 [0,5;12,0] пмоль/л по сравнению с контролем — 2,9 [2,2;4,0] пмоль/л. Однако различия не достигли статистической значимости. Следует отметить, что уровень ОПГ среди больных ССД был весьма вариабельным: у 38 пациентов данный параметр составил менее 2,9 пмоль/л, у 4 пациентов он находился в диапазоне от 3 до 10 пмоль/л и у 23 больных наблюдались достаточно высокие показатели ОПГ — более 10 пмоль/л. Среди больных ССД у пациентов с неизменённой МПК уровень ОПГ был значимо выше — 20,25 [8,8;23,2] пмоль/л, чем у пациентов с ОП — 1,2 [0,4;11,5] пмоль/л и остеопенией — 1,8 [0,4;12,0] пмоль/л. В зависимости от наличия менопаузы не было значимых различий показателя среди женщин: у доменопаузальных пациенток уровень ОПГ составил 1,7 [0,85;11,1] пмоль/л, у постменопаузальных — 1,9 [0,4;12,0] пмоль/л. При оценке ОПГ в сыворотке крови среди пациентов с различными характеристиками ССД достоверно более низкие значения данного параметра наблюдались при индексе активности (EScSG) более 3 баллов — 1,5 [0,4;11,5] пмоль/л, чем у пациентов с индексом активности (EScSG) менее 3 баллов — 16 [0,8;20,5] пмоль/л и у больных, принимавших ГКС — 1,2 [0,4;10,8] пмоль/л, чем у пациентов, ранее не лечившихся ГКС — 13,6 [2,4;21,7] пмоль/л. При диффузной форме также был отмечен более низкий уровень ОПГ в сыворотке крови — 1,56 [0,5;11,6] пмоль/л, чем при лимитированной — 9,3 [0,5;19,0], однако различия не достигли статистической значимости. Подобная тенденция прослеживалась и при выраженном фиброзе кожи — у пациентов с «кожным счётом» более 14 баллов по Роднану ОПГ был равен 1,2 [0,4;11,5] пмоль/л, у больных с «кожным счётом» менее 14 баллов — 2,4 [0,7;19] пмоль/л, $p > 0,05$.

С помощью метода ранговой корреляции Спирмена была определена прямая связь между уровнем ОПГ и значением кальция в сыворотке крови ($R=0,32$, $p < 0,05$), содержанием остеокальцина (ОК) ($R=0,32$, $p < 0,05$), С-концевых телопептидов ($R=0,3$, $p < 0,05$), МПК поясничного отдела позвоночника ($R=0,27$, $p < 0,05$), МПК проксимального отдела бедра ($R=0,26$, $p < 0,05$), Т-критерием шейки бедра ($R=0,26$, $p < 0,05$).

Также выявлены обратные связи между уровнем ОПГ и уровнем ИЛ-6 ($R = -0,25$, $p < 0,05$), дозы приёма ГКС ($R = -0,25$, $p < 0,05$) и длительности приёма ГКС ($R = -0,26$, $p < 0,05$).

При изучении содержания растворимого лиганда рецептора активатора нуклеарного фактора каппа-В (РАНКЛ) — главного стимулятора созревания остеокластов, были получены достоверные различия уровня параметра в сыворотке крови у больных ССД и относительно здоровых лиц. Так, у пациентов с ССД наблюдались значительно более высокие средние значения РАНКЛ — $0,2 [0,09;0,4]$ пмоль/л по сравнению с контрольной группой — $0,12 [0,07;0,18]$ пмоль/л. Среди пациентов уровень РАНКЛ был сопоставим с контролем и при внутригрупповом сравнении: ОП — $0,1 [0,08;0,4]$ пмоль/л, остеопении — $0,13 [0,1;0,8]$ пмоль/л. У мужчин с ССД получены достоверно более высокие средние значения РАНКЛ — $0,4 [0,4;0,8]$ пмоль/л, чем у женщин — $0,1 [0,08;0,3]$ пмоль/л. У доменопаузальных пациенток уровень РАНКЛ составил $0,1 [0,03;0,4]$ пмоль/л и был сопоставим с содержанием РАНКЛ в сыворотке крови у постменопаузальных женщин — $0,13 [0,09;0,3]$ пмоль/л.

При анализе уровня РАНКЛ среди пациентов с различными характеристиками ССД было показано, что у пациентов с «кожным счётом» более 14 баллов наблюдались достоверно более высокие показатели РАНКЛ — $0,3 [0,1;0,5]$ пмоль/л, чем при «кожном счёте» менее 14 баллов — $0,12 [0,085;0,22]$ пмоль/л. Также достоверные различия прослеживались среди пациентов в зависимости от приёма ГКС. У пациентов, не получавших ГКС, наблюдались более высокие значения РАНКЛ — $0,3 [0,2;0,5]$ пмоль/л против $0,1 [0,03;0,4]$ пмоль/л. Корреляционный анализ показал взаимосвязь между уровнем РАНКЛ и остеокальцином ($R = 0,46$, $p < 0,05$), МПК шейки бедра ($R = 0,29$, $p < 0,05$), МПК проксимального отдела бедра ($R = 0,4$, $p < 0,05$) и длительностью приёма ГКС ($R = -0,26$, $p < 0,05$).

Заключение

Таким образом, при ССД развитие остеопороза отмечается достоверно чаще по сравнению с относительно здоровыми. Анализ полученных данных, показавший существенное снижение уровня ОК при значениях С-концевых телопептидов коллагена I типа в сыворотке крови, в среднем близких к контрольным, позволяет конста-

тировать преобладание нарушения костеобразования у пациентов с ССД в большей степени, нежели резорбции кости, как механизма развития вторичного остеопороза, что ассоциируется с наиболее тяжелым течением ССД — диффузной формой, более высокой активностью (EScSG) и приёмом ГКС. Полученные данные в отношении снижения костеобразования согласуются с одновременным уменьшением уровня остеопротегерина — основного блокатора остеокластогенеза, также в большей степени сниженного при высоком индексе активности ССД, диффузной форме болезни, выраженном фиброзе кожи. Взаимосвязь активности ССД со снижением уровня блокатора костной резорбции была подтверждена обратной корреляцией остеопротегерина с уровнем основного провоспалительного цитокина — ИЛ6.

Значение активатора нуклеарного фактора каппа-В (РАНКЛ) — главного стимулятора остеокластогенеза в среднем у больных ССД оказалось повышенным, что соответствует литературным данным [10], но у пациентов со снижением МПК его содержание было близким к норме, что соответствовало снижению параметру резорбции кости. Результаты нашего исследования показали, что при более активном и тяжелом течении болезни параметр резорбции кости был ниже, как и содержание РАНКЛ — главного стимулятора созревания остеокластов, чем в начальных стадиях болезни, невыраженном фиброзе, в том числе кожи и, конечно, в отсутствии приёма ГКС, что, возможно, отражает наличие системных склеротических изменений, включая костную ткань, в условиях системного заболевания. Одновременное же подавление костеобразования, очевидно, приводит к неизбежному развитию остеопороза у большинства пациентов с ССД. Не были получены существенные изменения изучаемых параметров костного метаболизма и их регуляторов у женщин с ССД в зависимости от наличия и отсутствия менопаузы.

Таким образом, возможно, преобладающим механизмом, способствующим развитию остеопороза при ССД, является снижение интенсивности процессов костеобразования в условиях более тяжелого течения и высокой активности заболевания. По-видимому, провоспалительный цитокин ИЛ6 может являться важнейшим фактором, не только участвующим в патогенезе ССД, а также и в метаболизме костной ткани, и ее регуляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белая Ж.Е., Белова К.Ю., Бирюкова Е.В., Дедов И.И., Дзеранова Л.К., Драпкина О.М., Древалев А.В., Дубовицкая Т.А., Дудинская Е.Н., Ершова О.Б., Загородний Н.В., Илюхина О.Б., Канис Дж.А., Крюкова И.В., Лесняк О.М., Мамедова Е.О., Марченкова Л.А., Мельниченко Г.А., Никанкина Л.В., Никитинская О.А., Петрайкин А.В., Пигарова Е.А., Родионова С.С., Рожинская Л.Я., Скрипкикова И.А., Тарбаева Н.В., Ткачева О.Н., Торопцова Н.В., Фарба Л.Я., Цориев Т.Т., Чернова Т.О., Юренева С.В., Якушевская О.В. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике остеопороза // Остеопороз и остеопатии. 2021. № 2.
2. Российские клинические рекомендации. Ревматология / под ред. Е.Л. Насонова. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. — 448 с.

3. Adami, G.; Fassio, A.; Rossini, M.; Caimmi, C.; Giollo, A.; Orsolini, G.; Viapiana, O.; Gatti, D. Osteoporosis in Rheumatic Diseases. *Int. J. Mol. Sci.* 2019, 20, 5867.
4. Corrado A, Colia R, Mele A, Di Bello V, Trotta A, Neve A, et al. (2015) Relationship between Body Mass Composition, Bone Mineral Density, Skin Fibrosis and 25(OH) Vitamin D Serum Levels in Systemic Sclerosis. *PLoS ONE*10(9): e0137912. doi:10.1371/journal.pone.0137912
5. Gao, Li-xia, Hong-tao Jin, Xiao-mei Xue, Jia Wang and Dong-gang Liu. "Osteoporosis in rheumatic diseases." (2015).
6. Ruaro B, Casabella A, Paolino S, Pizzorni C, Alessandri E, Serio C, Botticella G, Molfetta L, Odetti P, Smith V, Cutolo M (2018) Correlation between bone quality and microvascular damage in systemic sclerosis patients. *Rheumatology (Oxford)* 2018;57: 1548–1554
7. Добровольская Ольга Валерьевна, Демин Н.В., Смирнов А.В., Шорникова Л.А., Никитинская О.А., Торопцова Н.В. Состояние костной ткани у молодых женщин с ревматическими заболеваниями // Научно-практическая ревматология. 2019. № 6.
8. Ефремова А.О., Торопцова Н.В., Добровольская О.В., Старовойтова М.Н., Десинова О.В., Никитинская О.А. Факторы риска низкой минеральной плотности костей у женщин в постменопаузе с системной склеродермией. *Научно-практическая ревматология.* 2021;59(5):592–598. <https://doi.org/10.47360/1995-4484-2021-592-598>
9. Barnes T.C., Anderson M.E., Moots R.J. The Many Faces of Interleukin-6: The Role of IL-6 in Inflammation, Vasculopathy, and Fibrosis in Systemic Sclerosis // *International Journal of Rheumatology.* — 2011. — Vol.2011. — P. 1–6
10. Taylan, A.; Birlık, M.; Kenar, G.; Toprak, B.; Gundogdu, B.; Gurler, O.; Karakas, B.; Akinci, B.; Sisman, A.R. Osteoprotegerin Interacts with Biomarkers and Cytokines that Have Roles in Osteoporosis, Skin Fibrosis, and Vasculopathy in Systemic Sclerosis: A Potential Multifaceted Relationship Between OPG/ RANKL/TRAIL and Wnt Inhibitors. *Mod. Rheumatol.* 2019, 29, 619–624
11. De Lauretis A, Sestini P, Pantelidis P. [et al.] Serum interleukin 6 is predictive of early functional decline and mortality in interstitial lung disease associated with systemic sclerosis. // *J Rheumatol.* 2013. Vol.40. P. 435–446. doi:10.3899/jrheum.120725
12. Dovo, A.; Data, V.; Carignola, R.; Calzolari, G.; Vitetta, R.; Ventura, M.; Saba, L.; Severino, A.; Angeli, A. Circulating Osteoprotegerin and Soluble RANK Ligand in Systemic Sclerosis. *J. Rheumatol.* 2008, 35, 2206–2213.
13. Atteritano M, Sorbara S, Bagnato G, Mice-li G, Sangari D, Morgante S, Visalli E, Bagna-to G. Bone mineral density, bone turnover markers and fractures in patients with systemic sclerosis: a case control study. *PLoS One.* 2013;8(6): e66991. doi: 10.1371/journal.pone.0066991

© Иванова Юлия Юрьевна (romanчук-1994@bk.ru), Бугрова Ольга Викторовна,
Нагорнова Ксения Александровна, Полищук Инна Сергеевна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Оренбург

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ РИСКА, ОСОБЕННОСТЕЙ ПОРАЖЕНИЯ ОРГАНОВ-МИШЕНЕЙ ПО ДАННЫМ ЭХОКАРДИОГРАФИИ И СТЕПЕНИ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ У БОЛЬНЫХ АГ

ANALYSIS OF RISK FACTORS, PECULIARITIES OF TARGET ORGANS DAMAGE ACCORDING TO ECHOCARDIOGRAPHY AND DEGREE OF RISK OF CARDIOVASCULAR COMPLICATIONS IN PATIENTS WITH AH

**E. Koshurnikova
V. Mishlanov
A. Garaev
M. Sakhipov
M. Kozlovskaya**

Summary. One of the most important achievements of the second half of the 20th century in the field of medicine is the identification and determination of the main risk factors (RF) that affect the development and progression of diseases. We have analyzed the frequency of occurrence of the main risk factors, damage of the target organs according to echocardiography (LV myocardial remodeling), and the determination of the risk of cardiovascular complications. In our study the main risk factors for developing hypertension were age, smoking, genetic predisposition, diabetes mellitus, dyslipidemia, and obesity. Estimation of target organ damage is necessary to define the risk of cardiovascular complications. According to Echo-KG study data, the majority of the examined patients revealed concentric hypertrophy of the left ventricular myocardium. Thus, in our study, there prevailed such conditions as AH second stage, second grade of increased blood pressure, and a high risk of cardiovascular complications. Timely detection of risk factors and their correction will allow to develop optimal treatment tactics and a strategy for secondary preventive care.

Keywords: arterial hypertension, risk factors, target organs, degree of risk of cardiovascular complications, echocardiography.

Кошурникова Екатерина Петровна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера»

Минздрава России

ekaterina_koshur@mail.ru

Мишланов Виталий Юрьевич

Д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера» Минздрава России

Гараев Амир Тимурович

ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера» Минздрава России

Сахипов Марат Артурович

ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера» Минздрава России

Козловская Марина Александровна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера»

Минздрава России

Аннотация. Одним из наиболее важных достижений второй половины XX века в области медицины является выявление и определение основных факторов риска (ФР), влияющих на развитие и прогрессирование заболеваний. Нами проанализирована частота встречаемости основных ФР поражения органов-мишеней по данным эхокардиографии (Эхо-КГ) (ре-моделирование миокарда ЛЖ), и определение риска сердечно-сосудистых осложнений. Основными ФР развития АГ в нашем исследовании явились возраст, курение, наследственная предрасположенность, сахарный диабет, дислипидемия и ожирение. Оценка поражения органов-мишеней необходима с целью определения риска сердечно-сосудистых осложнений. По данным Эхо-КГ у большинства исследуемых нами пациентов выявлена концентрическая гипертрофия миокарда левого желудочка. Таким образом, в нашем исследовании превалировала II стадия АГ, 2 степень повышения АД и высокий риск сердечно-сосудистых осложнений. Своевременное выявление ФР и их коррекция позволит выработать оптимальную тактику лечения и стратегию вторичной профилактики.

Ключевые слова: артериальная гипертензия, факторы риска, органы-мишени, степень риска сердечно-сосудистых осложнений, эхокардиография.

Введение

Артериальная гипертензия (АГ) является самым распространённым синдромом при заболеваниях сердечно-сосудистой системы, способным значительно озлокачивать их течение и как следствие являться одной из причин частой инвалидизации и смертности людей. АГ может иметь вторичный характер возникновения (например, вследствие развития опухоли и травмы почек, стеноза почечной артерии) или быть самостоятельной нозологической единицей. Именно последняя является основным проявлением гипертонической болезни (ГБ) или так называемой эссенциальной АГ, причина возникновения которой в настоящее время полностью не изучена.

По мере увеличения продолжительности жизни населения, распространённости гиподинамии и ожирения, роль гипертонии продолжает расти. По оценкам, к 2025 году число людей с АГ увеличится на 15–20%, достигнув почти 1,5 миллиарда человек, поэтому знание и понимание ФР развития ГБ лежит в основе её эпидемиологической значимости во всем мире [2,5].

Цель работы

Определить факторы риска, предрасполагающие развитие артериальной гипертонии, выявить особенности поражения органов-мишеней для установления степени риска возникновения сердечно-сосудистых осложнений.

Материалы и методы

Исследование было проведено на основе данных кардиологического и терапевтического отделений ГАУЗ ПК «Городская клиническая больница № 4» г. Пермь. Был проведен ретроспективный анализ 102 историй болезней пациентов, находившихся на лечении основного заболевания, отмеченного в международной классификации болезней — «i11.9», за 2018–2022 года. Анализ данных и статистическая обработка производились вручную с помощью Microsoft Office Excel 2007.

Результаты

В данной исследовательской работе ГБ была зарегистрирована у 36 (35,3%) мужчин и 66 (64,7%) женщин. Средний возраст мужчин составил $57,6 \pm 4$ года, средний возраст женщин — $68,8 \pm 2$ года.

Основные факторы риска развития ГБ, выявленные в ходе исследования — возраст, курение, наследственная предрасположенность, сахарный диабет (СД), дислипидемия и ожирение. У 67 (65,7%) пациентов опреде-

лялась II стадия течения ГБ, у 16 (15,7%) — I стадия и у 19 (18,6%) — III стадия. По уровню артериального давления (АД) у 57 (55,9%) пациентов выявлена 2 степень, у 10 (9,8%) пациентов — 1 степень и у 35 (34,3%) — 3 степень повышения АД.

Гиперхолестеринемия была зарегистрирована у 54 (52,9%) обследуемых пациентов. В крови оценивалось содержание как атерогенных, так и антиатерогенных липопротеидов с последующим сравнением их средних величин с показателями нормы по данным ЕОК за 2019 год. В ходе исследования выяснилось, что у 36 (35,2%) обследуемых среднее содержание ХС ЛНП оказалось выше нормы — $6,38$ ммоль/л ($\pm 1,21$ ммоль/л), также определялись высокие показатели у 39 (38,2%) пациентов по ХС ЛОНП — $4,43$ ммоль/л ($\pm 0,96$ ммоль/л), у 41 (40,2%) пациента уровень триглицеридов (ТГ) соответствовал норме — $1,18$ ммоль/л ($\pm 0,37$ ммоль/л) и 4 пациента (3,9%) имели низкие показатели содержания ХС ЛВП — $0,72$ ммоль/л ($\pm 0,07$ ммоль/л).

На основании полученных результатов у 73 исследуемых (71,5%) определялся высокий показатель индекса массы тела (ИМТ), средний уровень которого был равен $30,9$ кг/м² ($\pm 4,2$ кг/м²), из них у 39 (53,4%) выявлен СД 2 типа. У 34 (46,6%) пациентов, имеющих лишний вес, наблюдалось ожирение 1 степени с ИМТ = $33,1$ кг/м² ($\pm 2,3$ кг/м²), у 11 (15,1%) — ожирение 2 степени с ИМТ = $36,2$ кг/м² ($\pm 1,4$ кг/м²) и у 5 (6,8%) — ожирение 3 степени с ИМТ = $41,9$ кг/м² ($\pm 2,1$ кг/м²).

Ретроспективный анализ определил влияние наследственной отягощенности пациентов по сердечно-сосудистым заболеваниям у 46 (45,1%) исследуемых мужчин и у 51 (50%) женщин. Необходимо отметить, что повышение уровня АД у родителей в более зрелом возрасте являлось весомым фактором риска развития ГБ у данных пациентов. ЧСС в покое более 80 уд./мин. зарегистрирована у 36 (35,3%) обследуемых. Влияние курения на развитие АГ было определено у 22 (21,6%) пациентов.

Поражение органов — мишеней оценивалось по результатам эхокардиографического (ЭХО-КГ) исследования с последующим их сравнением с показателями нормы по данным ЕОК за 2019 год. В ходе исследования выяснилось, что у 64 (62,3%) исследуемых определялась концентрическая гипертрофия левого желудочка (ЛЖ) с индексами массы миокарда ЛЖ (ИММЛЖ) у мужчин равными $143,1 \pm 23$ г/м² и у женщин = 128 ± 26 г/м². Физиологическая гипертрофия гладких миоцитов артерий в конечном итоге приводит к уменьшению просвета сосудов, увеличению сопротивления сосудистой стенки и повышению общего периферического сопротивления сосудов (ОПСС). Данные процессы значительно усиливают нагрузку на сердце. Тканевая РААС и эндотелины

приводят к спазму сосудов и утолщению их медиального слоя. В конечном итоге повышение артериальной жесткости, нарушение функции почек приводят к росту сердечно-сосудистого риска, что значительно ухудшает состояние и прогноз пациента [1,6,9].

Также в исследовании у пациентов была определена функциональная активность почек путем расчёта скорости клубочковой фильтрации (СКФ), показатель которой был снижен у 62 (60,8%) больных со средним уровнем СКФ по MDRD равным — 72 ± 6 мл/мин/1,73м². У 40 (64,5%) обследуемых со сниженной СКФ зарегистрирована 2 стадия (С2) хронической болезни почек (ХБП), у 20 (32,3%) пациентов — С3а стадия ХБП и у 2 (3,2%) больных была выявлена С3b стадия ХБП. 56 (54,9%) обследуемых пациентов в общем анализе мочи имели повышенное содержание микроальбумина, средний показатель микроальбуминурии, у которых составлял — 154 мг/24 часа. В поздних стадиях течения заболевания при прогрессирующем утолщении и сужении просвета афферентных и эфферентных артериол клубочков происходит развитие дистрофических, атрофических изменений и замещение гломерул. Уменьшение количества функционально-активных нефронов, нефросклероз, деформация почек приводят к развитию первично-сморщенной почке. Данные процессы симметричны, в результате чего поражаются обе почки с последующим развитием ХБП и уремии [4]. Необходимо отметить, что на современном этапе возможна ранняя диагностика ХБП путем интерактивного опроса [3], что позволяет на раннем этапе провести коррекцию ФР и выявленных изменений. В ходе исследования было отмечено увеличение концентрации мочевой кислоты до $339,5 \pm 49,2$ мкмоль/л (у мужчин — до $394,4 \pm 51,2$ мкмоль/л и у женщин — до $284,6 \pm 47,3$ мкмоль/л).

В последнее время тщательно изучается роль экзогенных факторов в развитии ГБ, влияние загрязнённо-

сти воздуха как одного из основополагающих факторов риска. Известно, что именно загрязнение воздуха провоцирует окислительный стресс, системное воспаление и дисбаланс вегетативной нервной системы, которые впоследствии вызывают эндотелиальную дисфункцию и вазоконстрикцию, приводящую к повышению АД. Даже кратковременное воздействие загрязнённого воздуха может вызвать быстрое и значительное повышение уровня АД. Исходя из этого, в связи с большой концентрацией этилбензола, ксилола, формальдегида, фенола, диоксида азота, оксида углерода в атмосферном воздухе Пермского края можно предположить, что вероятность возникновения сердечно-сосудистых заболеваний у лиц пожилого возраста данной местности возрастает [7,8].

Выводы

1. Основными факторами риска развития АГ в нашем исследовании явились возраст, курение, дислипидемия, ожирение и сахарный диабет.
2. Понимание генетической предрасположенности, определение возраста начала гипертонической болезни у родителей лежит в основе прогнозирования возникновения и течения заболевания.
3. Оценка поражения органов-мишеней необходима с целью определения риска сердечно-сосудистых осложнений. По данным Эхо-КГ у большинства исследуемых нами пациентов выявлена концентрическая гипертрофия миокарда левого желудочка.
4. Таким образом, в нашем исследовании превалировала II стадия АГ, 2 степень повышения артериального давления и высокий риск сердечно-сосудистых осложнений.
5. Своевременное выявление ФР и их коррекция позволит выработать оптимальную тактику лечения и стратегию вторичной профилактики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ройтберг Г.Е., Струтынский А.В. Внутренние болезни. Сердечно-сосудистая система. // Москва. — «Бином», — 2007. — С. 590–666.
2. Шепотько И.В. Артериальная гипертензия и ее факторы риска как причины сверхсмертности населения / Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого. 2005.
3. Бурцева Е.А., Мишланов В.Ю., Анисеева А.В., Селезнёва В.И., Кошурникова Е.П., Чугайнов С.В. Роль интерактивного опроса в ранней диагностике хронических болезней почек © // Пермский медицинский журнал. — 2021. — Т. 38. — № 6. — С. 74–82. doi: 10.17816/pmj38674–82
4. Пальцев М.А., Пауков В.С. Патология // Москва. — «ГЭОТАР-Медиа» — 2008. — Т. No1. -С. 314–330.
5. Остроумова О.Д., Кочетков А.И., Черняева М.С. Артериальная гипертензия у пациентов пожилого и старческого возраста в свете новых Европейских рекомендаций 2018 года. Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии. 2018;14(5):774–784. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2018-14-5-774-784>
6. Никитин А.Э., Черешнев В.А., Мишланов В.Ю., Кошурникова Е.П., Шубин И.В., Каткова А.В., Залаева А.Б. и др. Особенности изменения показателей эхокардиографического исследования у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких и артериальной гипертензией // Клиническая медицина. — Т. 96. — № 12. — С. 1088–1094.
7. Мещурова Т.А. Оценка загрязнения атмосферного воздуха в городах Пермского края // Вестник Нижневартовского государственного университета. — 2020. — № 1. — С. 110–119. doi: 10.36906/2311-4444/20-1/17

8. Safar M.E. Arterial stiffness as a risk factor for clinical hypertension. *Nat Rev Cardiol.* 2018; 15(2): 97–105. doi:10.1038/nrcardio.2017.155.
9. Sanidas E, Papadopoulos DP, Grassos H, Velliou M, Tsioufis K, Barbetseas J, Papademetriou V, Air Pollution And Arterial Hypertension. A New Risk Factor Is In The Air, *Journal of the American Society of Hypertension* (2017), doi: 10.1016/j.jash.2017.09.008.

© Кошурникова Екатерина Петровна (ekaterina_koshur@mail.ru), Мишланов Виталий Юрьевич,
Гараев Амир Тимурович, Сахипов Марат Артурович,
Козловская Марина Александровна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера

ПРЕИМУЩЕСТВА МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ АНТИГИПЕРТЕНЗИВНОЙ ТЕРАПИИ У БОЛЬНЫХ АГ

ADVANTAGES OF MULTICOMPONENT ANTIHYPERTENSIVE THERAPY IN PATIENTS WITH ARTERIAL HYPERTENSION

**E. Koshurnikova
V. Mishlanov
M. Sakhipov
A. Garaev
M. Kozlovskaya**

Summary. In the article the analysis of tax systems and the dynamics of small and medium business in Russia. The classification of taxes and fees, a comparison of special tax regimes: the simplified system of taxation and the single tax on imputed income. Main directions of reforming the system of taxation of small and medium businesses.

Knowledge and understanding of the pathogenesis of arterial hypertension (AH) is the basis for the appointment of antihypertensive therapy (AHT). The prognosis of AH is directly related to the effective reduction of blood pressure (BP) to the target indicators. However, the low adherence of patients to “lifelong” therapy does not allow achieving these goals. The appointment of one drug does not always allow to reduce the BP level to the required figures, so at the moment combined AHT has become the leading link in the fight against AH. The use of fixed combinations “in one tablet” increases the compliance and effectiveness of therapy, thus improving the quality of life of the population. Moreover, most patients with AH require ≥ 2 classes of antihypertensive drugs to achieve the target blood pressure level ($\leq 130/80$ mmHg). Compared with the use of higher doses of one class of drugs, the combination of several classes of drugs works synergistically with a stronger and faster decrease in BP and fewer side effects when prescribed as initial therapy.

Keywords: blood pressure, arterial hypertension, risk of cardiovascular complications.

Кошурникова Екатерина Петровна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Пермский государственный
медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера»

Минздрава России

ekaterina_koshur@mail.ru

Мишланов Виталий Юрьевич

Д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, ФГБОУ ВО
«Пермский государственный медицинский университет

им. акад. Е.А. Вагнера» Минздрава России

Сахипов Марат Артурович

ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский
университет им. акад. Е.А. Вагнера» Минздрава России

Гараев Амир Тимурович

ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский
университет им. акад. Е.А. Вагнера» Минздрава России

Козловская Марина Александровна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Пермский государственный
медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера»

Минздрава России

Аннотация. Знание и понимание патогенеза развития гипертонической болезни (ГБ) лежит в основе назначения антигипертензивной терапии (АГТ). Прогноз ГБ непосредственно связан с эффективным снижением уровня артериального давления (АД) до целевых показателей. Однако низкая приверженность пациентов к «пожизненной» терапии не дает достичь данных целей. Назначение одного препарата не всегда позволяет снизить уровень АД до необходимых цифр, поэтому в настоящий момент комбинированная АГТ стала ведущим звеном в борьбе с ГБ. Применение фиксированных комбинаций «в одной таблетке» повышает комплаентность и эффективность терапии, таким образом, улучшая качество жизни населения. Более того, большинству пациентов с артериальной гипертензией (АГ) требуется ≥ 2 классов антигипертензивных препаратов для достижения целевого уровня АД ($\leq 130/80$ мм рт.ст.). По сравнению с использованием более высоких доз одного класса препаратов, сочетание нескольких классов препаратов работает синергично с более сильным и быстрым снижением АД и меньшим количеством побочных эффектов при назначении в качестве начальной терапии.

Ключевые слова: артериальное давление, артериальная гипертензия, степень риска сердечно-сосудистых осложнений.

Введение

Артериальная гипертензия (АГ) является наиболее часто встречающимся синдромом при заболеваниях сердечно-сосудистой системы, способным значительно озлокачивать их течение и как следствие являться причиной частой инвалидизации и смертно-

сти людей. В Российской Федерации АГ является одной из наиболее значимых медико-социальных проблем ввиду широкой распространенности: в 2015 году глобальная распространенность АГ оценивалась в 1,13 миллиарда, с распространенностью более 150 миллионов в Центральной и Восточной Европе, а по прогнозам множества исследований к 2025 году число людей с АГ

увеличится на 15–20%, достигнув почти 1,5 миллиарда человек, поэтому терапия ГБ лежит в основе её эпидемиологической значимости во всем мире [1].

Адекватный контроль артериального давления (АД), повышение приверженности пациентов к лечению являются основной задачей врачей, цель которой достигается путем выбора оптимальной и рациональной антигипертензивной терапии (АГТ). Снижение уровня АД до целевых показателей и его поддержание, комплаентность пациентов, регресс поражения органов-мишеней, благоприятный прогноз по качеству и продолжительности жизни являются основными постулатами назначения АГТ [1]. ГБ является одним из наиболее дорогостоящих по лечению заболеваний сердечно-сосудистой системы (ССС), вследствие пожизненного приема препаратов в обязанности врача входит решение задач фармако-экономического плана [6].

Сегодня, основываясь на данные клинических рекомендаций, при лечении ГБ используются 5 основных классов лекарственных препаратов: диуретики, ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента (иАПФ), β -адреноблокаторы (β -АБ), блокаторы медленных кальциевых каналов (БМКК), блокаторы рецепторов к ангиотензину (БРА) [3,8]. Именно комбинированная АГТ в одной таблетке зарекомендовала себя как наиболее эффективный и безопасный метод фармакотерапии, повышающий приверженность пациентов к лечению. Клинические исследования UKPDS, HOT, RENAAL и MDRD свидетельствуют о необходимости включения 2-х и более препаратов в составе АГТ для достижения целевых значений уровня АД [2]. Применение комбинированной АГТ неуклонно растет: особое внимание уделяется «стартовым» 2-х и более компонентным схемам лечения у пациентов с повышенным АД и высоким риском сердечно-сосудистых осложнений (ССО) по шкале SCORE. Ведение таких пациентов возможно, используя фиксированные или свободные комбинации. В научно-исследовательской работе ПИФАГОР 4 около 70% врачей отдают предпочтение использованию комбинированной АГТ в виде назначения свободных (69%), фиксированных (52%) и низкодозовых (20%) ЛС [9].

Цель работы

- ♦ Оценить частоту назначения комбинированной АГТ у пациентов с повышенным уровнем АД и высоким риском сердечно-сосудистых событий.
- ♦ Сравнить фармако-экономическую эффективность моно- и комбинированной АГТ.

Материалы и методы

Исследование было проведено на основе данных кардиологического и терапевтического отделений ГАУЗ

ПК «Городская клиническая больница № 4» г.Перми. Был проведен ретроспективный анализ 102 историй болезней пациентов, находившихся на стационарном лечении основного заболевания, отмеченного в международной классификации болезней — «i11.9», за 2018–2022 года. Для оценки фармако-экономической ценности ЛС была проанализирована их стоимость в аптеках города Пермь: Пермфармация, Планета Здоровья, Аптека59плюс. Анализ данных и статистическая обработка производились вручную с помощью Microsoft Office Excel 2007.

Результаты

Гипертоническая болезнь (ГБ) была зарегистрирована у 36 (35,3%) мужчин и 66 (64,7%) женщин. Средний возраст мужчин составил $57,6 \pm 4$ года, средний возраст женщин — $68,8 \pm 2$ года.

По результатам нашего исследования, процент пациентов, получающих монотерапию, составил 13%, а количество пациентов, находящихся на двух и более компонентной терапии — 83%.

Пациенты, находящиеся на комбинированной терапии: двухкомпонентной — 49%, трехкомпонентной — 28%, четырехкомпонентной — 7%, пятикомпонентной — 2%, шестикомпонентной — 1%.

- ♦ Комбинации, которые назначались в виде монотерапии, иАПФ — у 38% пациентов, β -АБ — у 31%, БРА — у 23%, БМКК- 8%.
- ♦ Наиболее частые комбинации из двух ЛС — БРА и БМКК (31%), иАПФ и диуретик (22%), по 10% и 12% соответственно приходится на комбинации иАПФ и β -АБ, БМКК и β -АБ. По 9% приходится на иАПФ и БМКК, БРА и стимуляторы имидазолиновых рецепторов.
- ♦ Комбинации трехкомпонентной АГТ, наиболее часто встречаемой оказалась комбинация БРА+БМКК+ β -АБ — 18%, вслед за ней иАПФ+БМКК+диуретик –14%, иАПФ+БМКК+ β -АБ –14%, БРА+стимуляторы имидазолиновых рецепторов +БМКК –14%, БРА+стимуляторы имидазолиновых рецепторов + β -АБ –14%, ММК+ β -АБ+стимуляторы имидазолиновых рецепторов –14%. Реже всего назначались комбинации: стимуляторы имидазолиновых рецепторов+ β -АБ+диуретик –7% и иАПФ+диуретик+ β -АБ –иАПФ+диуретик+ β -АБ 3%.
- ♦ Частота произвольных комбинаций: при двухкомпонентной терапии составил 22% случаев, а при трехкомпонентной в 47,8%.
- ♦ При четырехкомпонентной терапии были использованы: БРА + β -АБ + стимуляторы имидазолиновых рецепторов + диуретик, БРА + β -АБ + стимуляторы имидазолиновых рецепторов + БМКК.

- ◆ При пятикомпонентной терапии использовались: БМКК + БРА + стимуляторы имидазолиновых рецепторов + β -АБ + диуретик, а комбинация из шести ЛС состояла из: α -АБ + ИАПФ + БМКК + диуретик + β -АБ + стимуляторы имидазолиновых рецепторов.
- ◆ Для определения затрат была учтена средняя стоимость используемых ЛС в 3-х аптечных сетях г. Пермь. Затраты рассчитывались на период в 1 месяц. Определена средняя стоимость препаратов, применяемых при монотерапии и наиболее часто назначаемых комбинаций ЛС при двух- и трехкомпонентной терапии в произвольных и фиксированных дозах.
- ◆ Средние курсовые затраты при применении монотерапии составили Эналаприл — 135 руб, Лозартан — 208 руб, Индапамид — 83 руб, Биспролол — 276 руб, Амлодипин — 80 руб.
- ◆ Средние курсовые затраты при использовании двухкомпонентной терапии:
 - ◆ Лозартан + Амлодипин: произвольной 248,33 руб, фиксированной 468,66 руб.
 - ◆ Эналаприл + Индапамид: произвольной 201 руб, фиксированной 301,66 руб.
 - ◆ Амлодипин+ Биспролол: произвольной 355 руб, фиксированной, 548,33 руб.
- ◆ Средние курсовые затраты при использовании трехкомпонентной терапии:
 - ◆ Периндоприл+Амлодипин+Индапамид: произвольной 285 руб, фиксированной 505,66.
 - ◆ Лизиноприл+Амлодипин+Биспролол: произвольной 265,33 руб.
 - ◆ Лозартан+Амлодипин+Биспролол: произвольной 349 руб.

По результатам исследования, для лечения эссенциальной артериальной гипертонии монотерапия была назначена 13% пациентов. Так, в крупном исследовании ПИФАГОР 4 монотерапия была назначена у 33% случаев. Низкая приверженность врачей объясняется низкой эффективностью данной схемы терапии. Больные с АГ в большинстве случаев коморбидны с высоким риском ССО, и терапия одной таблеткой не приводит к эффективному снижению АД до целевых значений из-за включения контррегуляторных механизмов. Поэтому все преимущества присуще только рациональным комбинациям АГТ в стандартных дозировках. Результаты крупного англо-скандинавского исследования ASCOT-BPLA подтверждают последнее высказывание: в их работе у пациентов с АГ для достижения целевых показателей АД было необходимо назначение АГТ двумя и более препаратами у 83% больных [2,7].

Основные преимущества рациональной комбинированной АГТ:

1. Взаимопотенцирование действия ЛС, основанное на влиянии большинства патофизиологических звеньев развития АГ, что увеличивает антигипертензивный эффект терапии.
2. Меньшая дозировка лекарственных препаратов (ЛП) уменьшает частоту развития побочных эффектов.
3. Наличие фиксированных комбинации (особенно «в одной таблетке») увеличивает приверженность пациентов к проводимой терапии.
4. Комбинированная АГТ обладает наиболее значимой органопротекцией, что в конечном итоге приводит к снижению риска развития ССО.

Имеются также недостатки комбинированной АГТ:

1. Оригинальные фиксированные комбинации в одной таблетке более дорогостоящие в сравнение с дженериками или свободными комбинациями АГТ.
2. Действие компонентов может различаться по времени, что обуславливает неприемлемость применения в режиме 1 раз в сутки.
3. Невозможность изменять дозировки по ходу лечения, что обуславливает недостаточность или избыточность АГТ.
4. Затруднение выявления причины побочных эффектов.

Назначение комбинированной терапия основано на 2 режимах, которые зависят от индивидуальных особенностей пациента [10]:

- ◆ Применение ЛС в произвольных дозировках.

ИЛИ

- ◆ Применение фиксированных сочетаний, обеспечивающих простоту дозирования и повышение приверженности.

Известно, что на долю пациентов, страдающих ГБ, 25% необходимо назначение тройной комбинированной терапии. Для эффективного снижения уровня АД таким пациентам предпочтительно назначение фиксированных комбинаций. В нашем исследовании данный показатель составил 28%. Широкое применение Ко-Вамлосета (Валсартан+Амлодипин+Гидрохлортиазид), Ко-Дальнева и Трипликсама (Периндоприл+Амлодипин+Индапамид) на территории Российской Федерации оказало положительный эффект при терапии эссенциальной АГ высокого риска. Однако применение комбинаций АГТ, состоящей из 3-х препаратов, изучено недостаточно, большинство комбинаций объединены на основе теоретических знаний и не имеют достаточной доказательной базы.

Экономическая рациональность назначения АГТ является одной из наиболее сложных задач лечения ГБ.

Для решения данной проблемы сформирован фармако-экономический анализ, который позволяет поднять качество медицинской помощи с возможностью ее оптимизации.

В ходе исследования была оценена стоимость произвольной и фиксированной комбинаций Эналаприл + Индапамид, разница в стоимости которых составила 150 рублей в пользу последней. При применении обоих видов комбинаций уровень АД снизился до целевых показателей, однако из расчета затрат на 12-ти недельный период с учетом изменения дозировок и дополнительного назначения амлодипина, стоимость фиксированной комбинации составила 609,24 руб., а произвольной — 629,14 руб. Очевидно, что применение фиксированной схемы в данном случае в экономическом плане имеет значительное преимущество.

Однако, именно произвольная комбинация Лозартан+Амлодипин показала наибольшую клинико-экономическую эффективность по сравнению с фиксированной. Несмотря на это, достоверным критерием благоприятного прогноза является оценка риска возникновения отдаленных ССО, поэтому с этой целью в нашей работе был дополнительно проанализирован экономический эффект «затраты/эффективность», не связанный с уровнем АД. Мерой эффективности служила степень снижения ИММЛЖ. По полученным данным стоимость комбинации Валсартан+Амлодипин составила 1015,13 руб, а стоимость Лозартан+Амлодипин 5813,05 руб, наиболее выгодным соотношением является фиксированная комбинация. Клиническая эффективность и экономическая ценность фиксированных комбинаций выше в сравнении с произвольными.

Одним из важных моментов также является назначение оригинальных препаратов или дженериков. Больше количество комбинаций содержат в своем составе компоненты копии действующих веществ. Самым частым воспроизводимым компонентом является Амлодипин, которые имеет около 30 дженериков. К основным преимуществам дженериков относят небольшую стоимость по сравнению с оригинальным препаратом, а к недостаткам разное влияние на уровень АД и отсутствие данных о эффективности в плане профилактики ослож-

нений. В последние 20 лет ВОЗ рекомендует странам с ограниченным бюджетом ориентироваться на дженерические препараты, доля “копий” ЛС на российском рынке составляет примерно 83%. Их эффективность возможна лишь при точном соблюдении всех технологий производства с подтверждением качества в клинических исследованиях. Согласно последним литературным данным, комбинации дженерических препаратов слабее в сравнении с оригинальными препаратами, стоимость которых выше [4,5]. Поэтому на данный момент комбинированная терапия недорогими дженерическими препаратами остается под вопросом. Именно большая стоимость антигипертензивной терапии и ее эффективность, идущая параллельно с ценой, требует наиболее рационального назначения терапии для пациента, основываясь на принципе как клинической, так и экономической рациональности.

Выводы

1. Оценка поражения органов-мишеней рекомендована с целью определения риска сердечно-сосудистых осложнений и мониторинга на фоне терапии.
2. При лечении больных с АГ врач должен следовать клиническим рекомендациям, однако полиэтиологичность заболевания и развитие множества осложнений требует индивидуального подбора алгоритма терапии.
3. При назначении АГТ обоснованным является гибкий подход к назначению ЛС, включая не только фиксированные комбинации, а также использование свободных комбинаций.
4. Использование оригинальных препаратов является предпочтительней.
5. Важнейшим условием успешного лечения является повышение приверженности пациентов, со стороны врача это обеспечивается знанием современных методов и принципов лечения.
6. Врач должен знать не только о новых наименованиях ЛС, которые появляются на рынке, но также должен ориентироваться в ценовой политике, поскольку фармако-экономический анализ обеспечивает рациональный подход к лечению пациентов с повышенным уровнем АД.

ЛИТЕРАТУРА

1. Роль малого и среднего бизнеса в развитии экономики [Электронный ресурс]. — Режим доступа: — <http://ria.ru/economy/20111130/502441934.html>.
2. А.А. Упницкий Принципы выбора антигипертензивных лекарственных средств // Медицинский совет. — 2014. -№ 11. С. 27–32.
3. Е.И. Баранова Комбинированная антигипертензивная терапия — современный взгляд на проблему //Артериальная гипертензия. 2009. Т. 15. № 4. С. 425–430.
4. М.Л. Максимов, О.В. Дралова, А.С. Ермолаева Комбинированная гипотензивная терапия. Полипрагмазия или необходимость? // Артериальная гипертензия. 2011.Т.17. № 3. С. 217–221.

5. Ю.И. Гринштейн, М.М. Петрова, В.В. Шабалин, Р.Р. Руф, Н.В. Топольская, А.А. Косинова, А.Ю. Штрих Какие препараты получают пациенты с артериальной гипертонией в реальной клинической практике // Медицинский совет. —2016. № -17. С. 24–27.
6. Е.И. Тарловская, Ю.А. Баландина, Н.С. Максимчук-Колобова Фармакоэкономический анализ использования комбинаций антигипертензивных препаратов // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. —2014. № 10. С. 384–390.
7. Е.И. Тарловская, Н.С. Максимчук, С.В. Мальчикова, М.В. Аксентьева Предварительные результаты сравнительного фармакоэкономического проспективного исследования различных видов терапии артериальной гипертонии // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. —2012. № 8. С. 173178.
8. О.Д. Остроумова, А.И. Кочетков, А.В. Стародубова, И.В. Голобородова, Е.А. Смолярчук Трехкомпонентная антигипертензивная терапия: фокус на эффективность и прогноз. Рациональная фармакотерапия в кардиологии. —2018. № 14. С. 458–468.
9. О.Д. Остроумова В.В. Викентьев, Т.Ф. Гусев. Комбинированная антигипертензивная терапия: тройная фиксированная комбинация антигипертензивных препаратов. Российский кардиологический журнал. —2017. № 2. С. 92–99.
10. М.В. Леонов, Л.Л. Штейнберг, Ю.Б. Белоусов, О.И. Выдрина, Е.Ю. Пастернак, Д.Ю. Белоусов Результаты фармакологического исследования артериальной гипертонии Пифагор 4: приверженности врачей. Российский кардиологический журнал –2015 № 1. С. 59–66.
11. 2018 ЕОК/ЕОАГ Рекомендации по лечению больных с артериальной гипертонией. Российский кардиологический журнал — 2018 № 23 (12). С. 143–228.

© Кошурникова Екатерина Петровна (ekaterina_koshur@mail.ru), Мишланов Виталий Юрьевич,
Сахипов Марат Артурович, Гараев Амир Тимурович,
Козловская Марина Александровна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера

DOI10.37882/2223–2966.2022.07.20

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОБОГАЩЕННОЙ ТРОМБОЦИТАМИ ПЛАЗМЫ КРОВИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПАРОДОНТА

PROSPECTS FOR THE USE OF PLATELET-RICH PLASMA IN THE TREATMENT OF PERIODONTAL DISEASES

V. Gagik
N. Eremina

Summary. The article discusses modern approaches to the complex treatment of periodontal diseases. The development of new approaches to the treatment of generalized periodontitis, aimed at achieving long-term results, is one of the priorities in the development of modern dentistry. At the same time, most of the known methods of complex treatment do not provide stable relapse-free remission in a significant percentage of cases, due to the complex etiology and pathogenesis of chronic inflammatory diseases of periodontal tissues. Literature data on the effectiveness and prospects of treatment of generalized periodontitis with the use of platelet-enriched blood plasma, which allows achieving a stable positive effect of treatment and bone tissue regeneration, are presented.

Keywords: periodontal disease; generalized periodontitis; platelet-rich plasma, PRP-therapy.

Маркарян Гагик Валерикович

Аспирант, Пензенский Институт
Усовершенствования врачей
Stom-gaga@mail.ru

Еремина Наталья Вячеславовна

Д.м.н., профессор, Пензенский Институт
Усовершенствования врачей

Аннотация. В статье рассмотрены современные подходы к комплексному лечению заболеваний пародонта. Разработка новых подходов к лечению генерализованного пародонтита, направленных на достижение долговременных результатов, является одним из приоритетных направлений развития современной стоматологии. В то же время большинство известных способов комплексного лечения не обеспечивает устойчивой безрецидивной ремиссии в значительном проценте случаев, что обусловлено сложными этиологией и патогенезом хронических воспалительных заболеваний тканей пародонта. Приводятся литературные данные об эффективности и перспективах лечения генерализованного пародонтита с применением обогащенной тромбоцитами плазмы крови, который позволяет достичь устойчивого положительного эффекта лечения и регенерации костной ткани.

Ключевые слова: заболевания пародонта; генерализованный пародонтит; обогащенная тромбоцитами плазма, PRP-терапия.

Введение

Проблема заболеваний пародонта является одной из ведущих в современной стоматологии. Это связано с их значительным распространением у людей разных возрастов, сложностью своевременной диагностики, трудоемкости лечения и мер профилактики [1–4]. Генерализованный пародонтит (ГП) — одно из самых распространенных стоматологических заболеваний, которое приводит к значительной потере зубов (до 80%) у лиц молодого и среднего возраста и отрицательно влияет на общее состояние здоровья человека. По данным ВОЗ, наиболее высокий уровень названной патологии регистрируется в возрастной группе от 35 до 44 лет и у лиц от 45 до 60 лет, где она выявляется не менее чем в 50% случаев [5].

Согласно современным представлениям стратегия лечения генерализованного пародонтита должна предусматривать коррекцию основных патогенетических факторов, которые потенцируют прогрессирующее развитие деструктивных проявлений в десенных и костных структурах пародонта, среди которых большое значе-

ние имеют разнообразные микроорганизмы, нарушение местного гуморального иммунитета, дисбаланс цитокинового статуса, радикальное окисление липидов и антиоксидантная система защиты [6, 7].

Длительное хроническое течение заболевания с постепенным прогрессированием патологических изменений, недостаточная эффективность существующих методов лечения, увеличение числа рефрактерных, устойчивых к традиционной терапии форм ГП приводят к преждевременной потере зубов, снижению работоспособности, ухудшению качества жизни пациентов и обуславливают социальное и экономическое значение проблемы [8, 9].

В этой связи разработка новых подходов к лечению ГП, направленных на достижение долговременных результатов, является одним из приоритетных направлений развития современной стоматологии. В то же время большинство известных способов комплексного лечения не обеспечивает устойчивой безрецидивной ремиссии в значительном проценте случаев, что обусловлено сложными этиологией и патогенезом хронических вос-

палительных и воспалительно-дистрофических заболеваний тканей пародонта [1–3, 7, 8].

Известно, что возникновение ГП обусловлено действием комплекса местных и общих факторов, среди которых наибольшее значение придается зубным отложениям — зубной бляшке, зубному налету и камню [6]. Одновременно в патогенезе указанных заболеваний действуют факторы, которые способны усиливать или, наоборот, ослаблять их патогенетическое действие, среди них — функциональное состояние тканей полости рта и их способность реагировать на патогенные раздражители [9]. Последнее обусловило широкое применение методов восстановительной медицины, базирующейся на направленном воспроизводстве функциональных резервов организма, сниженных вследствие болезни у пациентов этой категории.

В последние годы широкое изучение в научных исследованиях и применение в практической медицине приобрели препараты крови. Они фактически не имеют существенных недостатков, показана важная роль тромбоцитов и фибрина в репаративных процессах.

При заживлении тканей пародонта особое внимание уделяют тромбоцитам, которые при активации выделяют из протоплазмы: фибронектин, витронектин, фибриноген и факторы роста. Многочисленные исследования посвящены изучению возможности использования факторов роста, содержащихся в тромбоцитах и обладают остеоиндуктивными свойствами. Некоторые факторы роста, присутствующие в тромбоцитах такие, как тромбоцитарный фактор роста (*Platelet Derived Growth Factor*) и трансформирующий фактор роста (*Transforming Growth Factor*) продемонстрировали способность к стимуляции пролиферации остеобластов. Препараты из тромбоцитарных концентратов оказывают стимулирующее действие на костную регенерацию за счет проостеогенных и ангиогенных свойств [9–12].

Возможностям использования факторов роста и клеточной дифференциации посвящено много современных исследований. К источникам, которые играют определенную роль в процессе регенерации тканей, можно отнести обогащенную тромбоцитами плазму (*Platelet-Rich Plasma — PRP*) [12].

Разработка протоколов применения аутологичных тромбоцитарных концентратов кардинально изменила современные подходы к лечению стоматологических пациентов. PRP оказался оптимальным материалом для стимуляции восстановления тканей, относящимся к природным веществам и полностью резорбирующимся. Кроме опосредования первичного гемостаза и тромбоза, тромбоциты играют важную роль в восстановлении

и регенерации тканей. Они регулируют основные механизмы, участвующие в процессе заживления, включая миграцию клеток, пролиферацию и ангиогенез [13, 14].

Cieslik Bielecka A. et al. (2012) приводят данные о положительном эффекте использовании PRP при пародонтите. Содержание многочисленных бактерицидных факторов в этих препаратах открывает новый раздел для научных исследований [15]. Отмечается существенный положительный лечебный, ранозаживляющий, репаративный эффект при лечении пародонтита, проведении синуслифтинга, устранении периимплантита и рецессии десен [16].

Martínez C.E. et al. (2015) обнаружили положительное влияние веществ из тромбоцитарных концентратов на ангиогенез и репарацию тканей, однако авторы указывают на необходимость дальнейшего изучения и стандартизации методик получения [17]. Miron R.J. et al. (2016) провели анализ успешного использования PRP в различных отраслях медицины стимуляции заживления раневого процесса, в частности в стоматологии [18].

Hartshorne J., Gluckman H.A. (2015) указывают, что эффект тромбоцитарного препарата обязан уникальному взаимодействию фибрина и клеток крови: тромбоцитов, лейкоцитов, стволовых клеток и биологически активных веществ, продуцируемых в процессе их взаимодействия. Авторы отметили влияние этого препарата на заживление тканей и регенерацию, включающую пролиферацию, дифференциацию, синтез экстрацеллюлярного матрикса, хемотаксиса и ангиогенеза. Углубление теоретические знания и развитие технологий привели к росту эффективности использования PRP в пародонтологии, имплантологии и челюстно-лицевой хирургии [19]. Также установлено, что использование PRP в лечении ран пародонта способствует быстрому угнетению гнойного воспаления, ускоряет процессы репаративной регенерации [20].

Reham L.A. et al. (2017) обнаружили положительный лечебный эффект при использовании PRP для устранения костных дефектов при генерализованном агрессивном пародонтите. Установлено, что тромбоциты в PRP регулируют жизнеспособность клеток, клеточное окружение, ангиогенез и сохраняют этот эффект в течение длительного времени по сравнению с другими препаратами [21].

Crisci A. et al. (2018) провели анализ роли PRP в тканевой регенерации в аспекте апоптоза и взаимодействия с регенерирующими клетками. Авторы доказывают безоговорочное преимущество методики: отсутствие химических взаимодействий с кровью, относительная простота, не используется антикоагулянты, положитель-

ное влияние на заживление, миграцию и пролиферацию клеток, иммунную систему и гемостаз [22].

Многочисленные исследования доказывают, что тромбоциты — это важный элемент репарации, регенерации поврежденных тканей и сохранения функции. Авторы утверждают, что тромбоциты в значительном количестве поступают в поврежденную ткань и определяют качественный и количественный состав клеточного окружения. Они регулируют активность макрофагов, миграцию лейкоцитов, работу макрофагов, кроме того контролируют образование и миграцию стволовых клеток предшественников [23–26].

Приводятся данные о положительных свойствах PRP, в частности о антибактериальном действии против *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Enterococcus faecalis* и *Candida Albicans*, что важно при применении этих материалов в инфицированных участках [27].

Strauss F.-J. et al. (2020) приводят доказательства относительно способности PRP индуцировать пролиферацию, миграцию, адгезию и дифференциацию клеток, что в сочетании с выраженным противовоспалительным воздействием трансформируется в ранозаживляющий и костнорегенерирующий эффект [28]. Wang Z. et al. (2018) установили, что PRP блокирует экспрессию противовоспалительных цитокинов и стимулирует пролиферацию швановских клеток и синтез нейротрофических факторов [27].

Verma U.P. et al. (2017) приводят данные о противовоспалительном, ранозаживляющем, костнорегени-

рующем эффектах PRP. Авторы показали достоверное влияние PRP на биотип десен, ведь именно десна подвергаются постоянным испытаниям (механические нагрузки, травмы, воспаление, интенсивное микробное воздействие), которое очень важно в сохранении результатов лечения, обеспечении устойчивой ремиссии патологического процесса [5].

Таким образом, показано, что применение PRP является важным в процессах регенерации, заживления мягких и твердых тканей и требует дальнейшего изучения с широким практическим применением.

Заключение

Таким образом, на сегодняшний день проблема лечения воспалительно-дистрофических поражений пародонта актуальна для медицинской науки и практики. Учитывая точку зрения клиницистов о полиэтиологическом характере и сложном патогенезе заболевания, применяются сложные и многокомпонентные схемы лечения, сам процесс довольно длительный, а полная реабилитация пациента имеет довольно высокую себестоимость. По данным отдельных литературных источников, довольно эффективным и перспективным методом лечения является применение обогащенной тромбоцитами плазмы крови, который позволяет достичь лучшего клинического эффекта терапии ГП.

Подытоживая вышеперечисленное, актуально изучение влияния PRP на ткани пародонта, течение генерализованного пародонтита и эффективность применения методики для достижения устойчивого положительного эффекта в лечении ГП и регенерации костной ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нестеров А.М., Садыков М.И., Чигарина С.Е., Хайкин М.Б., Трунин Д.А. Ретроспективный анализ обращаемости пациентов с хроническим пародонтитом в лечебные учреждения стоматологического профиля г.о. Самара. Проблемы стоматологии. 2020; 16(1): 75–80.
2. Михайлова И.Г., Московский А.В., Карпунина А.В., Уруков Ю.Н., Московская О.И. Сравнительный анализ комплексного лечения хронического генерализованного пародонтита. Российская стоматология. 2020;13(4): 12–15.
3. Eke P.I., Borgnakke W.S., Genco R.J. Recent epidemiologic trends in periodontitis in the USA. Periodontol 2000. 2020; 82(1):257–267. doi:10.1111/prd.12323
4. Ju X., Harford J., Luzzi L., Jamieson L.M. Prevalence, extent and severity of periodontitis among Australian older adults: comparison of two generations. J Periodontol. 2021 Dec 26. doi: 10.1002/JPER.21–0458.
5. Verma U.P., Yadav R.K., Dixit M., Gupta A. Platelet-rich fibrin: A paradigm in periodontal therapy — A systematic review. J Int Soc Prevent Communit Dent 2017; 7: 227–33. DOI: 10.4103/jispcd.JISPCD_429_16.
6. Заболотный Т.Д., Бандрицкий Ю.Л., Дырык В.Т. Состояние местного и системного иммунитета у больных с разным течением генерализованного пародонтита. Стоматология. 2016;95(6): 23–25. doi. 10.17116/stomat201695623–25.
7. Guentsch A., Pfister W., Cachovan G., Raschke G., Kuepper H., Schaefer O. et al. Oral prophylaxis and its effects on halitosis-associated and inflammatory parameters in patients with chronic periodontitis. Int. J Dent. Hyg. 2014 Aug; 12 (3): 199–207.
8. Grzech-Leśniak K., Matys J., Dominiak M. Comparison of the clinical and microbiological effects of antibiotic therapy in periodontal pockets following laser treatment: An in vivo study. Adv Clin Exp Med. 2018;27(9):1263–1270. doi:10.17219/acem/70413
9. Микляев С.В. Изучение качества жизни у пациентов, страдающих хроническими воспалительными заболеваниями пародонта. Вест. Тамбовского университета. Сер.: Естественные и технические науки. 2017;22(1):187–192. doi: 10.20310/1810–0198–2017–22–1–187–192

10. Wu P.I., Diaz R., Borg-Stein J. Platelet-Rich Plasma. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2016 Nov;27(4):825–853. doi: 10.1016/j.pmr.2016.06.002.
11. Everts P, Onishi K, Jayaram P, Lana J.F, Mautner K. Platelet-Rich Plasma: New Performance Understandings and Therapeutic Considerations in 2020. *Int J Mol Sci.* 2020 Oct 21;21(20):7794. doi: 10.3390/ijms21207794. PMID: 33096812; PMCID: PMC7589810.
12. Xu J., Gou L., Zhang P, Li H., Qiu S. Platelet-rich plasma and regenerative dentistry. *Aust Dent J.* 2020 Jun;65(2):131–142. doi: 10.1111/adj.12754. Epub 2020 Mar 24.
13. Kotsovilis S., Markou N., Pepelassi E., Nikolidakis D. The adjunctive use of platelet-rich plasma in the therapy of periodontal intraosseous defects: a systematic review. *J Periodontal Res.* 2010 Jun;45(3):428–43. doi: 10.1111/j.1600–0765.2009.01236.x.
14. Kim S.G., Malek M., Sigurdsson A., Lin L.M., Kahler B. Regenerative endodontics: a comprehensive review. *Int Endod J.* 2018 Dec;51(12):1367–1388. doi: 10.1111/iej.12954.
15. Cieslik-Bielecka A., Ehrenfest D., Lubkowska A., Bielecki T. Microbicidal properties of leukocyte- and platelet-rich plasma/fibrin (L-PRP/L-PRF): new perspectives. *Journal Of Biological Regulators & Homeostatic Agents* 2012; 26(2):43–52.
16. Kobayashi E., Fujioka-Kobayashi M., Sculean A. et al. Effects of platelet rich plasma (PRP) on human gingival fibroblast, osteoblast and periodontal ligament cell behaviour. *BMC Oral Health.* 2017 Jun 2;17(1):91. doi: 10.1186/s12903–017–0381–6.
17. Martínez C.E., Smith P.C, Verónica A., Alvarado P. The influence of platelet-derived products on angiogenesis and tissue repair: a concise update. *Frontiers in Physiology.* 2015;6:1–7. doi: 10.3389/fphys.2015.00290
18. Miron R.J., Zucchelli G., Pikos M.A. et al. Use of platelet-rich fibrin in regenerative dentistry: a systematic review. *Clin Oral Invest.* 2017; 21:1913–27.
19. Hartshorne J., Gluckman H.A. Comprehensive clinical review of Platelet Rich Fibrin (PRF) and its role in promoting tissue healing and regeneration in dentistry. Part 3. *Implant Practice US.* 2020: 1–45.
20. Mohan S.P., Jaishangar N., Devy S., Narayanan A., Cherian D., Madhavan S.S. Platelet-Rich Plasma and Platelet-Rich plasma and platelet-Rich Fibrin in Periodontal Regeneration: A Review. *J. Pharm. Bioallied Sci;* 2019; 11(2):126–30.
21. Reham L.A., Hend M., Gharib Abd El-Hady. Platelet-Rich Fibrin for the Treatment of Intrabony Periodontal Defects in Patients with Generalized Aggressive Periodontitis: A Randomized Controlled Clinical Study. *Journal of the International Academy of Periodontology.* 2017; 199(1): 28–34.
22. Crisci A., Manfredi S., Crisci M. The L-PRF Membrane (Fibrin Rich in Platelets and Leukocytes) And Its Derivatives Useful as A Source of Stem Cells in Wound Surgery. *J Stem Cell Rep.* 2019; 1: 1–11.
23. Lacci KM, Dardik A. Platelet-Rich Plasma: Support for Its Use in Wound Healing *Yale J Biol Med.* 2010; 83(1): 1–9. PMCID: PMC2844688.
24. Dohan E.D.M., Bielecki T., Jimbo R. et al. Do the fibrin architecture and leukocyte content influence the growth factor release of platelet concentrates? An evidencebased answer comparing a pure platelet-rich plasma (P-PRP) gel and a leukocyte- and platelet-rich fibrin (LPRF). *Curr Pharm Biotechnol* 2012; 13: 1145–52.
25. Abd E., Raouf M., Wang X. et al. Injectable-platelet rich fibrin using the low speed centrifugation concept improves cartilage regeneration when compared to platelet-rich plasma. *Platelets* 2017:1–9.
26. Hersant B., La Padula S., SidAhmed-Mezi M., Rodriguez A.M., Meningaud J.P. Use of platelet-rich plasma (PRP) in microsurgery. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2017 Sep;118(4):236–237. doi: 10.1016/j.jormas.2017.05.009.
27. Wang X., Zhang Y., Choukroun J., Ghanaati S., Miron R.J. Effects of an injectable platelet-rich fibrin on osteoblast behavior and bone tissue formation in comparison to platelet-rich plasma. *Platelets* 2018;29:48–55.
28. Strauss F-J, Nasirzade J, Kargarpoor Z, Stähli A, Gruber R. Effect of platelet-rich fibrin on cell proliferation, migration, differentiation, inflammation, and osteoclastogenesis: a systematic review of in vitro studies. *Clin Oral Invest.* 2020; 24:569–84.

© Маркарян Гагик Валерикович (Stom-gaga@mail.ru), Еремина Наталья Вячеславовна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И КОМОРБИДНЫЙ ПРОФИЛЬ ПАЦИЕНТОВ С ДЕКОМПЕНСАЦИЕЙ ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ, ГОСПИТАЛИЗИРОВАННЫХ В КАРДИОЛОГИЧЕСКИЙ СТАЦИОНАР

GENDER CHARACTERISTICS AND COMORBID PROFILE OF PATIENTS WITH DECOMPENSATION OF CHRONIC HEART FAILURE HOSPITALIZED IN A CARDIOLOGY HOSPITAL

**M. Mirzalieva
L. Khudainetova**

Summary. Arterial hypertension, myocardial infarction, diabetes mellitus and obesity are the main risk factors predisposing to the occurrence of chronic heart failure (CHF). The aim of the study was to study the gender characteristics and comorbid background of patients admitted to a cardiology hospital with a CHF decompensation clinic. Material and methods. A retrospective analysis of the case histories of 100 patients was carried out. To confirm the presence of CHF, a physical examination, ECHOCG data, ultrasound of the oral cavities, X-ray examination of the chest organs, and a study of the level of natriuretic peptide were used. The result of the study was the characteristic of patients in whom elderly age prevailed, men by gender, the main cause of the development of CHF are coronary heart disease and hypertension.

Keywords: chronic heart failure, gender differences, comorbidity.

Мирзалиева Малика Ньюбалаевна

Врач-кардиолог, БУ «Сургутская окружная клиническая больница»; аспирант, Сургутский Государственный Университет
anika.oberoi@yandex.ru

Худайнетова Лейла Алибековна

Врач-кардиолог, БУ «Сургутская окружная клиническая больница»; аспирант, Сургутский Государственный Университет
los-anji@list.ru

Аннотация. Артериальная гипертензия, перенесенный инфаркт миокарда, сахарный диабет и ожирение являются основными факторами риска, predisposing к возникновению хронической сердечной недостаточности (ХСН).

Целью исследования явилось изучение гендерных особенностей и коморбидный фон пациентов, поступивших в кардиологический стационар с клиникой декомпенсации ХСН.

Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ историй болезни 100 пациентов. Для подтверждения наличия ХСН использовался физикальный осмотр, данные ЭХОКГ, УЗИ плевральных полостей, рентенологическое исследование органов грудной клетки, исследование уровня натрийуретического пептида.

Результатом исследования явилась характеристика больных, у которых превалировал пожилой возраст, по гендерному признаку — мужчины, основной причиной развития ХСН являются ИБС и АГ.

Ключевые слова: хроническая сердечная недостаточность, гендерные различия, коморбидность.

Введение

Застойная сердечная недостаточность является закономерным финалом различных форм заболеваний сердечно-сосудистого континуума [3]. При этом она классифицируется как инвалидизирующее и растущее по числу встречаемости заболевание для нашей страны и в мировой практике [2]. Несмотря на значительные терапевтические успехи, хроническая сердечная недостаточность (ХСН) все еще остается серьезной проблемой общественного здравоохранения,

характеризуясь большой вероятностью регоспитализации и смерти [1]. Обращает на себя внимание, что эпидемиология ХСН в России имеет четкую гендерную составляющую — 72,5% всех пациентов с выставленным диагнозом ХСН — женщины, средний возраст которых — 69,6 лет [2]. Однако гендерные особенности течения ХСН до настоящего времени до конца не определены. Большинство клинических исследований последних лет, были проведены преимущественно на мужской популяции, в 62 рандомизированных клинических исследованиях, опубликованных с 2006 до середины

Этиология ХСН среди обследованных пациентов (%)

Причины ХСН	Мужчины	Женщины
Гипертоническая болезнь,%	87,3	86,49
Пароксизмальная форма фибрилляции предсердий,%	9,52	8,11
Постоянная форма фибрилляции предсердий,%	36,51	48,65
ИБС. ПИКС. Стентирование/АКШ,%	34,92	5,41
ИБС.ПИКС/Стенокардия/БИМ,%	12,7	18,92
Миокардит,%	1,59	0
Тяжелая клапанная патология,%	6,35	5,41

Гендерные различия больных с СН-нФВ и СН-сФВ (M±SD или n(%))

Показатели	СН-нФВ	СН-сФВ
Мужчины	16 (25,39%)	36 (57,14%)
Женщины	2 (5,41%)	32 (86,49%)

2009 года, женщины представлены только в 33,5%[2]. Большинство исследователей отмечают преобладание женщин среди больных ХСН, но имеются и противоположные данные[2].

Характерной особенностью современного лечебно-диагностического процесса при хронической патологии, к числу которой относится ХСН, является наличие у больного сочетания нескольких патологических состояний, т.е. коморбидности. [4]. Однако зачастую решение проблемы заключалось в изучении кардиальной патологии в сочетании с тем или иным сопутствующим заболеванием сахарным диабетом (СД), патологией легких, почек и др.), а не в комплексном подходе с учетом всей имеющейся коморбидности [4]. Важным фактором персонализации подходов также являются имеющиеся гендерные особенности, которые могут проявляться в различной частоте коморбидности и в разной склонности к тем или иным коморбидным состояниям [5]. На сегодняшний день установлено, что тяжесть течения ХСН и прогноз обусловлены рядом клинических иморфофункциональных параметров больных, гендерных особенностей пациентов на фоне коморбидных состояний [3].

Цель исследования

Изучить гендерные особенности и коморбидный профиль пациентов с декомпенсацией хронической сердечной недостаточности

Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ историй болезни 100 пациентов, госпитализированных в кардиологическое отделение БУ «Сургутская окружная клиническая

больница». Дизайн исследования — комбинированное рандомизированное когортное одномоментное, выполненное методом сплошной выборки. В исследование включались пациенты с клиникой декомпенсации ХСН (стадия клинических проявлений 2Б, функциональный класс III–IV по NYHA) ишемической и неишемической этиологии ГБ (гипертоническая болезнь), ИБС (ишемическая болезнь сердца). Критерии исключения: острые формы ИБС, пациенты с ХСН без клинических признаков декомпенсации. Клинический осмотр и оценка состояния проводились в момент поступления в стационар. Инструментальные, лабораторные методы исследования, проводимые всем пациентам, входящие в «стандарт» обследования по ХСН: клинический, биохимический анализ крови, липидограмма, скорость клубочковой фильтрации (СКФ), оценка уровня натрийуретического пептида (Pro-BNP), обзорная рентгенография органов грудной клетки, электрокардиографическое исследование в покое в стандартных 12 отведениях. С целью изучения частоты встречаемости и характера нарушения ритма проводилось 24 часовое мониторирование ритма (ХМЭКГ). Для изучения параметров внутрисердечной гемодинамики и инотропной функции левого желудочка (ЛЖО) проводилось эхокардиографическое исследование (ЭХОКГ).

Возрастной состав пациентов варьировал от 34 до 93 лет. Средний возраст пациентов в общей группе составил 69,0±12,1. В зависимости от половой принадлежности были сформированы 2 группы: I группа- 62 мужчины (средний возраст 65,8±11,0), II группа –38 женщин (средний возраст женщин составил 74,4±12,2) Результаты исследования обработаны методом программного пакета BIOSTAT. Числовые данные представлены в виде M±SD, где M-среднее арифметическое, SD-среднее отклонение средней арифметической. Статистически значимыми считали различия при p<0,05

Результаты и обсуждение

При сопоставлении исследуемых групп отмечено, что для женщин характерен больший возраст на момент госпитализации, $74,4 \pm 12,2$ и $65,8 \pm 11,0$ ($p < 0,05$). При анализе причин ХСН в обеих группах лидирует ГБ, с незначительным преобладанием у мужчин 55 человек (87,3%), у женщин 32 человека (86,49%). ИБС в рамках перенесенного инфаркта миокарда с коронарогенными вмешательствами явилась фоном ХСН у 34,92% у мужчин, у 5,41% у женщин, аналогичная группа, но без коронарогенных вмешательств составила у мужчин 12,7% у женщин 18,92%. При анализе структуры нарушений сердечного ритма постоянная форма ФП встречалась у 36,51% мужчин, 48,65% женщин. Пароксизмальная форма фибрилляции предсердий—9,52% у мужчин, у женщин 8,11%. ХСН явился исходом при перенесенном миокардите у 1,59% у мужчин, у женщин случаев не было. Тяжелая клапанная патология наблюдалась у 6,35% у мужчин, у женщин 5,41%. (таблица 1)

Исследование ИМТ показало, что в среднем по группе ИМТ составил $32,64 \pm 7,5$ кг/м². У женщин выявлен более высокий средний индекс массы тела $35,42 \pm 7,7$ кг/м². Особый интерес представляло изучение ХСН у больных с различными показателями ФВ ЛЖ.

Заключение

1. Основной контингент госпитализированных в кардиологический стационар — это пациенты пожилого возраста, по гендерному признаку—мужчины, основной причиной развития ХСН являются ИБС и АГ. Интересен тот факт, что у женщин основными причинами ХСН явились АГ в сочетании с постоянной формой ФП
2. Хроническая сердечная недостаточность как у женщин, так и у мужчин протекает преимущественно с сохраненной фракцией выброса левого желудочка, доля пациентов со сниженной ФВ среди мужчин значительно превышает аналогичный показатель у женщин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Filippatos T.D. Hyponatremia in patients with heart failure. *World Journal of Cardiology*. 2017;5 (9):317. DOI:10.4330/wjcs.v5.i9.317
2. Фомин И.В., Беленков Ю.Н., Мареев В.Ю., Агеев Ф.Т., Бадин Ю.В., Галявич А.С. и др. Распространенность хронической сердечной недостаточности в Европейской части Российской Федерации — данные ЭПОХА — ХСН. *Журнал Сердечная Недостаточность*. 2006;7(3):112–5.
3. Мареев В.Ю., Агеев Ф.Т., Арутюнов Г.П. и др. Национальные рекомендации ОССН, РКО и РНМОТ по диагностике и лечению ХСН (четвертый пересмотр). *Журнал Сердечная Недостаточность* 2018; 7 (81): 379–472).
4. Клинические рекомендации «Коморбидная патология в клинической практике» // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. — 2017. — № 16 (6). — С. 5–56.
5. Поляков Д.С., Фомин И.В., Шкарин В.В., Гурвич Е.В., Крайем Н. ЭПОХА-Д-ХСН: гендерные особенности прогноза при острой декомпенсации ХСН в реальной клинической практике (часть 1). *Проблемы женского здоровья*. 2017;12(2):11–21
6. Оганов Р.Г. Сосудистая коморбидность: общие подходы к профилактике и лечению. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. 2015;11(1):4–7

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИННОВАЦИОННОЕ ЛЕЧЕНИЕ ИНФИЦИРОВАННОЙ КИСТЫ ПЕЧЕНИ В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

MODELING AND INNOVATIVE TREATMENT OF AN INFECTED LIVER CYST IN A SURGICAL EXPERIMENT

**A. Musaelyan
M. Polidanov
I. Kondrashkin
A. Takhmezov
I. Blokhin
A. Khokhlova
A. Alipov**

Summary **Actuality.** To clarify diagnostic standards and introduce new minimally invasive methods of surgical intervention and postoperative therapy, it is necessary to develop methods for creating liver cysts and abscesses. **Objective.** To substantiate an innovative method of modeling an infected liver cyst (ILC) and the effectiveness of the combined use of low-intensity laser radiation (LILI) and metal nanocomplex (MN) in the surgical treatment of ICP. **Materials and methods.** ILC modeling was carried out in an experiment on 40 laboratory rabbits, which, under the control of ultrasound, a modified double-light catheter with a balloon at the distal end was inserted into one of the lobes of the liver infected with a staphylococcus and Escherichia coli strain. After 6 days, after the formation of the ILC, the cavity was opened and sanitized. The animals were divided into 4 groups (10 in each) and postoperative treatment of ILC was carried out for 10 days. Animals of the first group underwent standard sanitation of the cavity and injection of antibiotics; animals of the second group were prescribed local treatment of the LILI cavity; local application of the suspension with MN was carried out to animals of the third group. The animals of the fourth group were injected MN in combination with the use of LILI. **Clinical, planimetric, microbiological, morphological and instrumental methods** were used to assess the effectiveness of treatment. **Results and discussion.** It is proved that the use of an infected two-channel catheter with a balloon on the 6th day of the experiment provides the formation of an ILC with the specified characteristics. The isolated use of LILI and MN reduces the time of obliteration of the ILC cavity. The combined use of LILI and MN provides speeded cleaning of the cavity from the pathogen and its obliteration by the 10th day of treatment.

Keywords: infected liver cyst (ILC), metal nanocomplex (MN) low-intensity laser irradiation (LILI), experiment.

Мусаелян Ара Гагикович

Ассистент, ФГБОУ ВО «Саратовский
государственный медицинский университет им.
В.И. Разумовского» Минздрава России
musaelyam.gagik@mail.ru

Полиданов Максим Андреевич

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный
медицинский университет им. В.И. Разумовского»
Минздрава России
maksim.polidanoff@yandex.ru;

Кондрашкин Иван Евгеньевич

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный
медицинский университет им. В.И. Разумовского»
Минздрава России
ivan.kondrashkin@yandex.ru;

Тахмезов Алик Эльдарович

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный
медицинский университет им. В.И. Разумовского»
Минздрава России
takhmezov14@gmail.com

Блохин Игорь Сергеевич

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный
медицинский университет им. В.И. Разумовского»
Минздрава России
ig.bloxin2010@yandex.ru

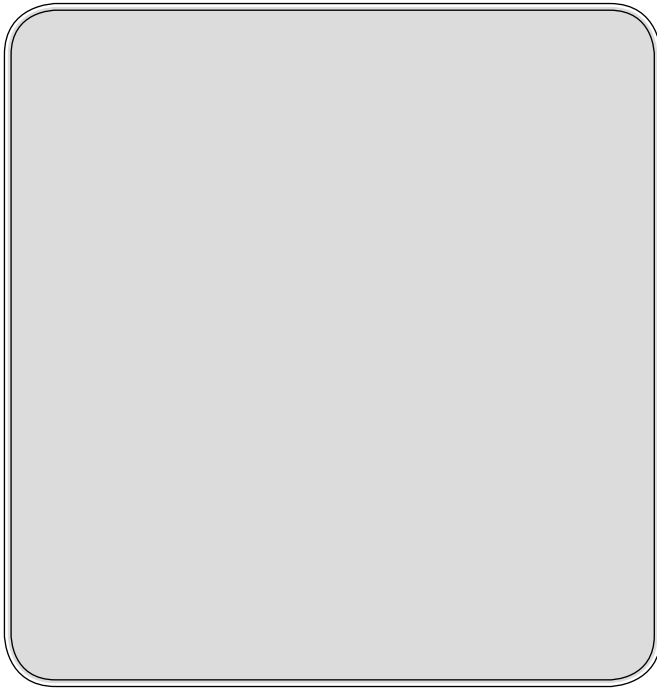
Хохлова Анастасия Владимировна

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный
медицинский университет им. В.И. Разумовского»
Минздрава России
ankhokhlova99@gmail.com

Алипов Артем Игоревич

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный
медицинский университет им. В.И. Разумовского»
Минздрава России
artemalipov@yandex.ru

Аннотация. Актуальность. Для уточнения диагностических стандартов и внедрения новых минимально-инвазивных способов хирургического вмешательства и послеоперационной терапии необходима разработка способов создания кист и абсцессов печени. Цель. Обосновать инновационный способ моделирования инфицированной кисты печени (ИКП) и эффективность сочетанного применения низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) и наноконкомплекса металлов (НКМ) при хирургическом лечении ИКП. **Материалы и методы.** Моделирование ИКП осуществляли в эксперименте на 40 лабораторных кроликах, которым под контролем УЗИ в одну из долей



Введение

Частота гнойно-воспалительных осложнений при заболеваниях печени достигает 8,7–12,8% [1]. Значительно улучшить результаты хирургического лечения кист и абсцессов печени позволило внедрение УЗИ, компьютерной и магнитно-резонансной томографии [14], кроме того, применение этих исследований может способствовать разработке новых способов моделирования и лечения [4]. В литературе известны несколько способов лечения инфицированных кист (абсцессов) печени: хирургическая санация гнойного очага, проведение антибактериальной, противовоспалительной, десенсибилизирующей терапии [2].

В настоящее время есть сообщения о бактерицидном действии НКМ [3], а местное применение НКМ обеспечивает ранозаживляющий эффект, что особенно важно при лечении инфекций, вызванных штаммами, устойчивыми к современным антибиотикам [11]. Сегодня доказана эффективность применения лазерных технологий при лечении хирургических инфекций [13, 16]. Таким образом, изучение сочетанного применения НКМ и НИЛИ является перспективным направлением в экспериментальной хирургии.

Цель исследования

Доказать эффективность сочетанного применения НИЛИ и НКМ при хирургическом лечении моделированной ИКП в эксперименте.

печени проводили инфицированный полиштаммом стафилококка и кишечной палочки модифицированный двухпросветный катетер с баллоном на дистальном конце. Через 6 суток, после образования ИПК, осуществляли вскрытие и санацию полости. Животных разделили на 4 группы (по 10 в каждой) и в течение 10 суток проводили послеоперационное лечение ИКП. Животным первой группы выполняли стандартную санацию полости и введение антибиотиков; животным второй группы назначали местную обработку полости НИЛИ; местное применение суспензии с НКМ проводили животным третьей группы. Животным четвертой группы проводили введение НКМ в сочетании с применением НИЛИ. Для оценки эффективности лечения использовали клинические, планиметрические, микробиологические, морфологические и инструментальные методы. Результаты и обсуждение. Доказано, что использование инфицированного двухканального катетера с баллоном на 6-е сутки эксперимента обеспечивает формирование ИКП с заданными характеристиками. Изолированное применение НИЛИ и НКМ сокращает сроки облитерации полости ИКП. Сочетанное применение НИЛИ и НКМ обеспечивает ускоренное очищение полости от возбудителя и облитерацию ее уже к 10-м суткам лечения.

Ключевые слова: инфицированная киста печени (ИКП), наноконкомплекс металлов (НКМ) низкоинтенсивное лазерное облучение (НИЛИ), эксперимент.

Материал и методы

Экспериментальные исследования на 40 лабораторных кроликах обоего пола породы «белый ватикан» массой 2000±50 г массой тела от 4,8 до 5,1 кг. Исследования выполнены на кафедре оперативной хирургии и топографической анатомии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России и не противоречат «Правилам проведения работ с использованием экспериментальных животных», Хельсинской декларации 1975 года, «Правилам проведения работ с использованием экспериментальных животных» (прил. к приказу МЗ СССР от 12.08.1977 г. № 755) и Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (ETS N123), г. Страсбург, 18.03.1986 г).

НКМ (наночастицы меди, цинка и железа среднего размера 60–80 нм) был представлен ФГУП РФ «Государственный научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений» (г. Москва). Готовили суспензию НКМ концентрацией 1 мг/мл на основе 0,24% раствора интралипида [10]. Для обработки полости через двухпросветный катетер использовали аппарат «Матрикс» с лазерной головкой КЛО 4, имеющей среднюю длину волны 630 нм, мощность 30 мВт [10]. Интегральная количественная оценка (ИКО) общего состояния животного выражалась в баллах. Для создания и последующего контроля размера ИКП использовали ультразвуковой аппарат ультразвуковой аппарат производства Японии ALOKA SSD500, выполняли МРТ на аппарате Philips Achieva 1,5T. Рентгенографию сфор-

мированной полости проводили передвижным аппаратом рентгеновским «АРМАН 9Л5». Антибактериальную активность НКМ определяли в отношении стандартных штаммов *Staphylococcus aureus* FDA 209P. *Escherichia coli* ATCC25922 (M-17). Микробиологическое исследование выполняли на 3,5,7, и 10-е сутки лечения. Морфологическое исследование биоптатов ткани печени определяли с помощью светового микроскопа и окулярной стереометрической сетки. Статистическую обработку результатов исследования осуществляли с использованием пакета прикладных программ Statistica 8.0 и Microsoft Office Excel 2007 с использованием t-критерия Стьюдента. Различия интерпретировались как достоверные при вероятности ошибки менее 5% ($p < 0,05$).

Пункционный способ создания ИКП проведен по разработанной нами методике [7, 8]. По варианту лечения животных разделили на 4 группы по 10 в каждой. Во всех группах 10-дневное лечение начинали со вскрытия и санации полости ИКП. В первой группе проводили стандартную санацию и введение антибиотиков. Во второй группе лечение проводили с назначением сеансов НИЛИ ежедневно по 3 минуты в течение 14 дней. В третьей группе один раз в сутки полость заполняли суспензией НКП в 0,24% растворе интралипида концентрацией 1 мкг/мл, в четвертой группе животных осуществляли сочетанное применение НИЛИ и НКП по вышеприведенным параметрам [6].

У животных с моделированными созданными ИКО общего состояния животных составляла $0,9 \pm 0,10$ ($p < 0,05$). Анализ микробиологических данных показал, что на 3-и сутки после инфицирования количество бактериальных клеток составило $5,2 \pm 0,6 \cdot 10^9$ КОЕ/мл, т.е. сформирована ИПК. По данным УЗИ, рентгенологического и ЯМТ исследований установлено, что размеры сформированной полости оставляли $18,3 \pm 0,14$ мм. ($p < 0,05$), а стенка кисты имеет неровные края выше плотности окружающей ее паренхимы печени. По данным морфологических исследований к 6-м суткам вокруг баллона образовывалась полость с незначительным количеством светлого экссудата, а клеточная инфильтрация представлена макрофагами и клетками инородных тел. К 6-м суткам эксперимента определяли сформированную плотную белесоватую стенку толщиной до 340 мкм с дегенеративно-измененными гепатоцитами и очагами некроза.

Результаты лечения ИКП в группах животных

К 10-м суткам лечения значение ИБП были следующими: в первой группе — $1,7 \pm 0,12$, во второй группе — $2,7 \pm 0,10$, в третьей группе — $2,9 \pm 0,21$ ($p < 0,05$). У животных первой и второй групп количество КОЕ опытного штамма постепенно уменьшалось на всем протяжении

лечения, а очищение полости абсцесса от возбудителя у животных данных групп отмечали лишь к 7-м суткам лечения. В третьей группе полная элиминация штаммов микроорганизмов отмечена на 6-е сутки. У животных четвертой группы уже к 3-м суткам лечения количества колоний снизилось до $8,62 \times 10^5$ ($p < 0,05$), а к 7-м суткам лечения посева аспириата из полости абсцесса роста не давали. Изучение опытных штаммов показало, что НКМ в сочетании с НИЛИ достоверно подавляют жизнеспособность патогенной микрофлоры и ускоряют облитерацию полости. Так, на 7-е сутки лечения минимальный диаметр ИКП регистрировали у животных четвертой группы ($3,5 \pm 0,6$ мм) ($p < 0,05$), а к 10-м суткам лечения по данным УЗИ полость не определялась. Морфологические исследования свидетельствовали, что к клеточной инфильтрации прилежит грануляционная ткань, затем зона рыхлой соединительной ткани, переходящая в рыхлую соединительную ткань. Лишь 10-м суткам лечения у животных четвертой группы полость кисты замещена плотной соединительной тканью с прилежащей зоной пролиферации печеночных клеток.

Обсуждение результатов лечения

В наших исследованиях прошли апробацию и доказали эффективность способы моделирования абсцессов различной локализации с применением катетера баллонном [5,12,15]. В настоящем исследовании также установлена значительная положительная динамика ИБП оценки общего состояния животных третьей и четвертой групп, что указывает на более благоприятное течение заболевания. Так, в результате применения стандартной санации ИКП (животные первой группы) полости очищались от возбудителя лишь к 10-м суткам, при этом размер полости уменьшался лишь наполовину. Лечение животных второй группы не приводило к ускоренному очищению полости, при УЗИ диаметр полости оставался более 0,5 см на протяжении всего наблюдения. При обработке НКМ (третья группа) к четырнадцатым суткам лечения от возбудителя полости очищались только к восьмым суткам лечения, а размеры полостей уменьшались до $0,3 \pm 0,06$ см ($p < 0,05$). Таким образом, результаты лечения животных с изолированным применением НИЛИ эффективно подавляет рост патогенных микроорганизмов, и применение НКМ может выступать альтернативой антибактериальным препаратам. Лучшие результаты получены в четвертой группе животных: в кратчайшие сроки до 6 суток лечения инфицированные полости очищаются от возбудителя. Усиление антимикробного эффекта при сочетанном применении НКМ и НИЛИ связываем с одновременным запуском механизмов активации и самоограничения воспалительного ответа. Указанное сочетание позволяет ускорить элиминацию патогенных микроорганизмов, стимулировать репаративные про-

цессы и обеспечить облитерацию полости кисты уже к десятым суткам лечения ИКП.

Заключение

Пункционный метод создания инфицированной кисты печени под контролем УЗИ в короткие сроки формирует полость кисты с заданными характеристиками, а использованные клиничко-инструментальные методы

являются эффективными способами оценки результатов лечения моделированной инфицированной кисты печени. Комбинированное хирургическое лечение моделированной ИКП с местным применением НИЛИ и НКМ обеспечивает ускоренное очищение от возбудителя и полную облитерацию полости кисты уже к 10-м суткам лечения.

Конфликт интересов не заявляется.

ЛИТЕРАТУРА

- Grimm L., Kristin A. Carmody. Bedside Ultrasonography. Abscess Evaluation: Treatment & Medication. Specialties Clinical Procedures Radiology. 2009; 45–56.
- Ахаладзе Г.Г., Церетели И.Ю. Холангиогенные абсцессы печени. *Анналы хирургической гепатологии*. 2006; 2 (11): 30–35
- Бабушкина И.В., Бородулин В.Б., Коршунов Г.В., Пучиньян Д.М. Изучение антибактериального действия наночастиц меди и железа на клинические штаммы *Staphylococcus aureus*. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2010; 1 (6): 114
- Бобуришвили А.Г., Прудков М.И., Шулуто А.М., Натрошвили А.Г., Панин С.И., Нестеров С.С., Натрошвили И.Г. Концептуальная оценка применения лапароскопических и минилапаротомных вмешательств в неотложной абдоминальной хирургии. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2013; 1: 53–57
- Алипов В.В., Аванесян Г.А., Мусаелян А.Г., Мустафаева Д.Р., Алипов А.И. Моделирование местного отграниченного перитонита. *Альманах Института хирургии им. А.В. Вишневского*. 2019; 1: 211–212
- Патент 2475251 РФ, МПК А 61 К 33/34, А 61 Р 31/02, А 61 N5/067 Способ комбинированного лечения абсцессов в эксперименте / В.В. Алипов, М.С. Лебедев, С.Ю. Доронин [и др.] (РФ). № 2012104033/14; Заявл. 06.02.2012; Оpubл. 20.02.2013. Бюл. № 5.
- Патент 2393812 РФ, МПК А 61 В 18/22 Способ транскутанной пункции очаговых образований паренхиматозных органов / В.В. Алипов, С.В. Капралов, М.С. Лебедев [и др.] (РФ). № 2008149361/14; Заявл. 15.12.2008; Оpubл. 10.07.2010. Бюл. № 19.
- Патент 2394278 РФ, МПК G 09 В 23/28 Способ моделирования фиброзной кисты печени в эксперименте / В.В. Алипов, М.С. Лебедев, Х.М. Цацаев, Н.В. Алипов (РФ). № 2008149296/14; Заявл. 15.12.2008; Оpubл. 10.07.2010. Бюл. № 19.
- Патент 2460533 РФ, МПК А 61 К 33/34, А 61 К 33/14, А 61 Р 31/02 Способ лечения абсцессов в эксперименте / В.В. Алипов, М.С. Лебедев, С.Ю. Доронин [и др.] (РФ). № 2011131910; Заявл. 28.07.2011; Оpubл. 10.09.2012. Бюл. № 25.
- Патент 2492882 РФ, МПК А 61 N5/067 Способ лазерного облучения внутренней поверхности полости биоткани / В.В. Алипов, Г.Г. Акчурин, М.С. Лебедев [и др.] (РФ). № 2011114437/14; Заявл. 13.04.2011; Оpubл. 20.09.2013. Бюл. № 26.
- Николенко В.Н., Алипов В.В., Фомичева О.А., Лебедев М.С., Цацаев Х.М. Перспективные нанотехнологии в области экспериментальной медицины. *Нанотехника*. 2009; 19: 66–68
- Алипов В.В., Аванесян Г.А., Мусаелян А.Г., Алипов А.И., Мустафаева Д.Р. Современные проблемы моделирования и лечения абсцессов мягких тканей. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2020; 5: 81–86
- Лебедев М.С., Урусова А.И., Фролов П.П., Албутов А.С., Басенкова Е.В., Семенова Ю.И. Управляемая внутриполостная лазерная терапия в экспериментальной хирургии. *Современные проблемы науки и образования*. 2014; 6: 1000
- Шмидт Г. Дифференциальная диагностика при ультразвуковых исследованиях. М.: МЕД пресс-информ, 2014; 816 с
- Алипов В.В., Лебедев М.С., Мусаелян А.Г., Мустафаева Д.Р., Алипов А.И., Аванесян Г.А. Экспериментальное обоснование моделирования абсцесса печени *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2019; 1: 18–21
- Алипов В.В., Лебедев М.С., Цацаев Х.М., Алипов Н.В., Добрейкин Е.А., Урусова А.И. Экспериментальные лазерные нанохирургические технологии. Первые результаты и перспективы. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. 2011; 2 (4): 330–333

© Мусаелян Ара Гагикович (musaelyam.gagik@mail.ru), Полиданов Максим Андреевич (maksim.polidanoff@yandex.ru),
 Кондрашкин Иван Евгеньевич (ivan.kondrashckin@yandex.ru), Тахмезов Алик Эльдарович (taxmezov14@gmail.com),
 Блохин Игорь Сергеевич (ig.bloxin2010@yandex.ru), Хохлова Анастасия Владимировна (ankhokhlova99@gmail.com),
 Алипов Артем Игоревич (artemalipov@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ ЯЗВЕННЫМ КОЛИТОМ

EFFICIENCY OF COMPREHENSIVE REHABILITATION OF PATIENTS WITH ULCERANT COLITIS

O. Neganova

Summary. The results of rehabilitation of patients with ulcerative colitis are presented. Modifiable and non-modifiable risk factors for ulcerative colitis are discussed, with an emphasis on regional characteristics and their influence on the course and rate of disease progression. As part of the optimization of the rehabilitation program, the prospects for the inclusion of cytokine therapy in the Program for the Comprehensive Rehabilitation of Patients were analyzed. A prospective study was conducted with a follow-up endpoint of 12 months to assess the prospects for the inclusion of recombinant leukiniferon (Roncoleukin drug) in the Comprehensive Rehabilitation Program. The drug has a proven immunomodulatory effect and was included in the therapy of outpatients during a period of stable remission or minimal disease activity.

Keywords: ulcerative colitis, quality of life, rehabilitation, psychological correction.

Неганова Ольга Андреевна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации
o_neganova@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты реабилитации пациентов с язвенным колитом. Обсуждаются модифицируемые и не модифицируемые факторы риска язвенного колита с акцентом на региональные особенности и их влияние на особенности течения и скорость прогрессирования заболевания. В рамках оптимизации программы реабилитации проанализированы перспективы включения цитокинотерапии в Программу комплексной реабилитации пациентов. Проведено проспективное исследование с конечной точкой наблюдения в 12 месяцев с целью оценки перспектив включения в Программы комплексной реабилитации рекомбинантного лейкинферона (препарат Ронколейкин). Препарат обладает доказанным иммуномодулирующим эффектом и подключался к терапии амбулаторных пациентов в период стойкой ремиссии или минимальной активности заболевания.

Ключевые слова: язвенный колит, качество жизни, реабилитация, психологическая коррекция.

Важнейшей целью оптимизации реабилитации пациентов язвенным колитом является повышение качества жизни с учетом вклада социальных, индивидуально-типологических факторов, осложнений самого заболевания, коморбидной патологии и уточнения особенностей ассоциированного течения заболеваний. При язвенном колите недостаточно изучены биопсихосоциальные взаимодействия цикла «стресс — язвенный колит». Не ясно, является ли система пищеварения органом-мишенью и «жертвой» хронического стресса и роль длительных нарушений качества и режима питания. Важно уточнить модифицируемые и не модифицируемые факторы риска язвенного колита с акцентом на региональные особенности и их влияние на особенности течения и скорость прогрессирования заболевания. В «Клинических рекомендациях по диагностике и лечению язвенного колита» Российской гастроэнтерологической ассоциации и ассоциации колопроктологов России от 2020 года указывается на отсутствие специфических мер реабилитации больных язвенным колитом [8,9,11,12]

В рамках оптимизации реабилитации пациентов ЯК, нами разработана и апробирована программа — «Школа пациента с хроническими воспалительными заболеваниями кишечника». Главными задачами лечения определены: образовательный блок, физическая нагрузка, оценка и коррекция психологического статуса и рациона и типа питания, медикаментозной терапии с включением цитокинотерапии для достижения метаболического и эндоскопического контроля. Длительность Программы — 30 дней.

Этапы программы:

1. Первый приём: определение задач и объема исследования.
2. Второй этап:
 - ♦ оценка и коррекция выявленных метаболических нарушений; обучение пациентов и их ближайших родственников принципам рациональной диетотерапии;
 - ♦ разработка приемлемых для пациентов видов физической нагрузки;

- ♦ оценка психологического статуса и психоэмоционального состояния пациентов, совместный с пациентом анализ его копинг-поведения, ауто-тренинг;
 - ♦ оценка эффективности и коррекция медикаментозной терапии.
3. Третий этап: мониторинг состояния здоровья пациентов, оказание консультативной помощи, психологической и социальной поддержки.

Электронная поддержка Программы — с апреля 2019 года и ее расширение в период пандемии COVID19. Создание совместно с пациентами «групп в контакте» или «телеграмм — канала».

Материалы и методы

Обследовано 35 пациентов ЯК в возрасте от 18 до 65 лет, из них 21 женщина и 14 мужчин. В основную группу вошло 15 больных ЯК, в программу терапии которых была включена цитокиноterapia — препарат Ронколейкин. Ронколейкин применялся в дозе 0,25 мг ежедневно, курс лечения составил 5 суток. В группу сравнения вошло 20 больных ЯК, которые были также включены в образовательную Программу, но не получали цитокиноterapia. Анализировалась динамика клинических данных, результаты оценки качества жизни и психологического состояния.

Общеклиническое обследование включало анализ медицинской документации больных: амбулаторных карт, результатов предыдущих обследований, выписок из стационаров, консультаций смежных специалистов. Выяснялось, как были распознаны ЯК, его давность до установления диагноза. Оценивался спектр медикаментозного лечения больных, эффективность терапии. Уточняли наследственную отягощенность по хроническим воспалительным заболеваниям желудочно-кишечного тракта, онкопатологии. Оценивали наличие вредных привычек, профессионально-трудовой анамнез, характер и режим питания, режим дня.

Программа «Школа пациента с хроническими воспалительными заболеваниями кишечника» включала физическую реабилитацию, оценку и коррекцию психологического состояния пациентов, пищевого поведения, обучение пациентов принципам рационального питания, соблюдения его режима.

Физическая реабилитация была связана с самостоятельным выбором пациентами вида физической нагрузки по согласованию с врачом, которая включала не менее 60 минут умеренной физической активности ежедневно. Все пациенты предпочли занятие скандинавской ходьбой и каждый второй из них — танцы.

Целью коррекции пищевого поведения и диеты было научить пациента понимать и соблюдать диетические предписания пожизненно.

Медикаментозная терапия. Медикаментозная терапия проводилась с учетом международных рекомендаций (Third European Evidence-based Consensus on Diagnosis and Management of Ulcerative Colitis) и «Клинические рекомендации по диагностике и лечению язвенного колита Министерства здравоохранения РФ» Российской гастроэнтерологической ассоциации и Ассоциации колопроктологов России, одобренной в 2020 году Научно-практическим Советом Минздрава РФ [8,13]

Диспансерное наблюдение предполагало не только амбулаторный прием пациентов с обсуждением результатов терапии, но и курацию пациентов, проживающих в отдаленных районах Удмуртии с on-lain через интернет контролем состояния 1 раз в 2–3 недели. Очные осмотры осуществлялись не реже 1 раза в квартал. По требованию проводилось стационарное клиничко-лабораторное обследование.

Биологическая терапия назначалась только 8 пациентам с непрерывно прогрессирующим или гормонозависимым течением, при формировании гормонорезистентности с устойчивостью к глюкокортикоидам при низкой эффективности терапии 5-АСК.

В рамках оптимизации программы реабилитации проанализированы перспективы включения цитокино-терапии в Программу комплексной реабилитации пациентов[3,7,10]. Проведено проспективное исследование с конечной точкой наблюдения в 12 месяцев с целью оценки перспектив включения в Программы комплексной реабилитации рекомбинантного лейкинферона (препарат Ронколейкин) [2,7]. Препарат обладает доказанным иммуномодулирующим эффектом и подключался к терапии амбулаторных пациентов в период стойкой ремиссии или минимальной активности заболевания[1,4,5,6].

У всех пациентов повторно проведен мониторинг типичных признаков язвенного колита, показателей качества жизни, иммунограммы, показателей колоноскопии и психологического состояния через 1–1,5 месяца от начала реализации Программы и повторно через 6 и 12 месяцев (рис. 1 и 2.).

Статистика

Статистическая обработка полученных в ходе исследования данных проводилась на персональной ЭВМ, а также с помощью пакета программ STATISTICA6,0 (Matematica®, Matlab®, HarvardGraphics®), StatSoft(США 1995 г.).

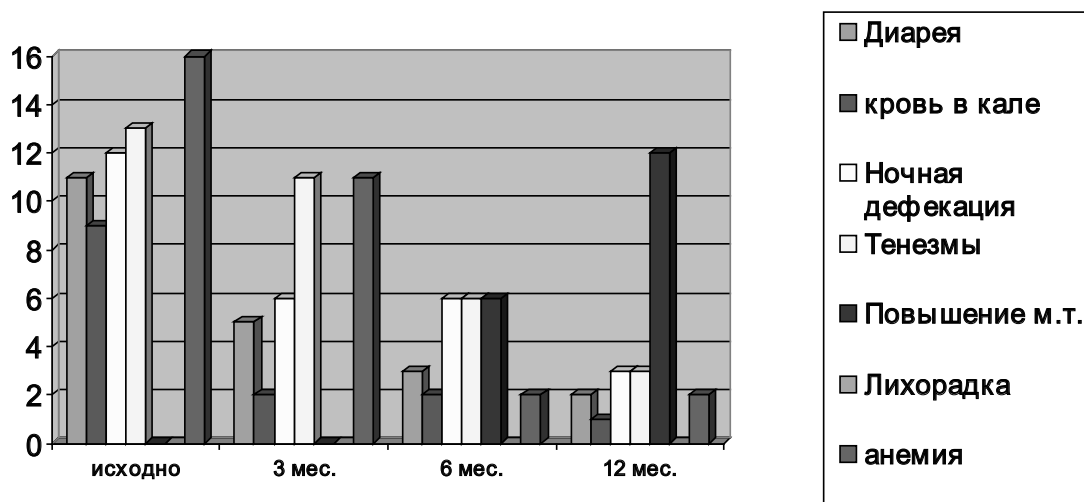


Рис. 1. Динамика типичных признаков ЯК у пациентов, включенных в программу комплексной реабилитации

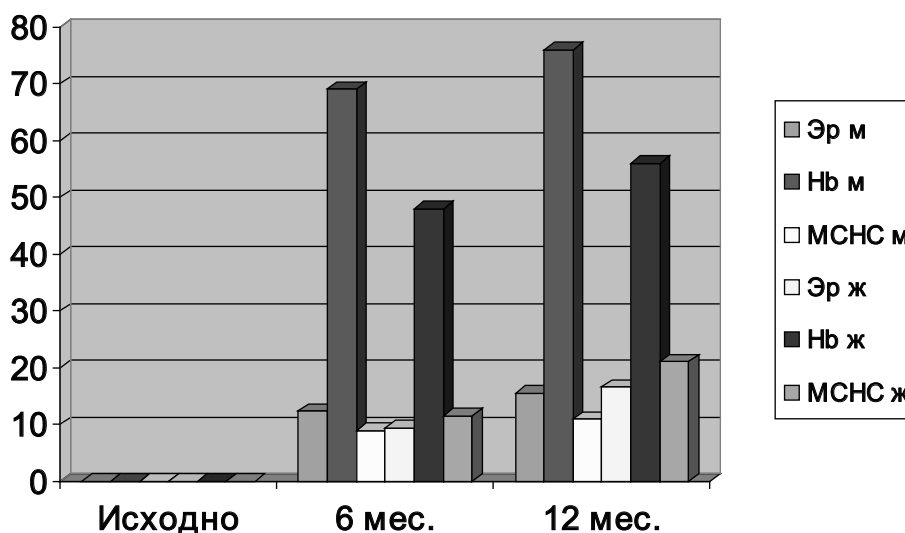


Рис. 2. Динамика прироста уровня эритроцитов, гемоглобина и средней концентрации гемоглобина в эритроците (%) на этапах реабилитации

Полученные результаты

Как представлено на рис. 1, в течение первых 3 месяцев реабилитации было зарегистрировано значимое улучшение большинства клинических характеристик ЯК: в два раза снизилась частота ночных дефекаций и синдрома диареи. Только у 2 (22,2%) пациентов из 9 периодически регистрировалась кровь в кале. Во всех случаях у пациентов отсутствовала лихорадка. Отмечена тенденция к снижению синдрома анемии. Положительная динамика клинической картины ЯК в дальнейшем сохранялась.

Начиная с 4 месяца, у больных регистрировалась тенденция к повышению индекса массы тела (ИМТ). Ди-

намика средних показателей ИМТ на этапах наблюдения составила $17,2 \pm 0,9$ – $18,1 \pm 0,8$ – $19,9 \pm 1,1$ – $22,9 \pm 0,9$ кг/м². Повышение ИМТ связывалась пациентами с улучшением общего состояния, повышением аппетита и возможности расширения диеты.

Еще один важный критерий эффективности программы реабилитации пациентов — коррекция анемии. Исходно при включении пациентов в группу наблюдения анемия зарегистрирована в 16 случаях со средним уровнем показателя эритроцитов у женщин $2,9 \times 10^{12}$ при уровне гемоглобина 98 г/л и у мужчин — $3,0 \times 10^{12}$ при уровне гемоглобина 114 г/л. Динамика показателей представлена на рис. 2.

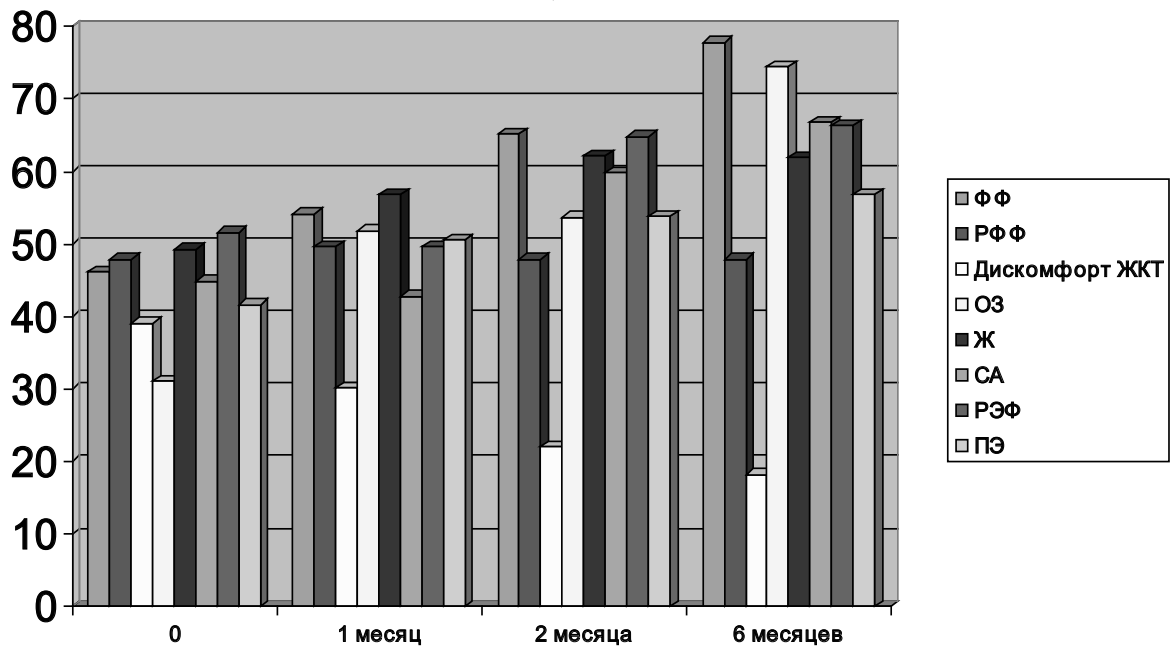


Рис. 3. Эффективность реабилитации пациентов ЯК при включении в терапию рекомбинантного лейкинферона и динамика качества жизни

Примечание: ФФ — физическое функционирование; РФФ — ролевое физическое функционирование; Б — боль; ОЗ — общее здоровье; Ж — жизнеспособность; СА — социальная активность; РЭФ — ролевое эмоциональное функционирование; ПЗ — психическое здоровье.

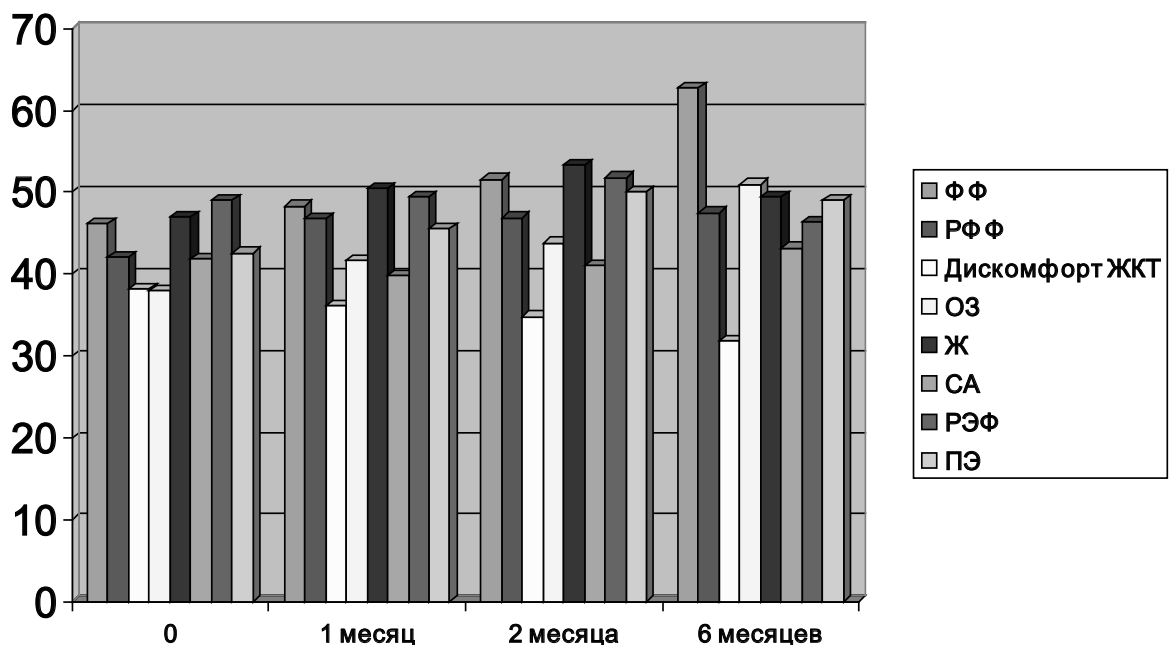


Рис. 4. Эффективность реабилитации пациентов ЯК и динамика качества жизни пациентов группы сравнения

Примечание: ФФ — физическое функционирование; РФФ — ролевое физическое функционирование; Б — боль; ОЗ — общее здоровье; Ж — жизнеспособность; СА — социальная активность; РЭФ — ролевое эмоциональное функционирование; ПЗ — психическое здоровье.

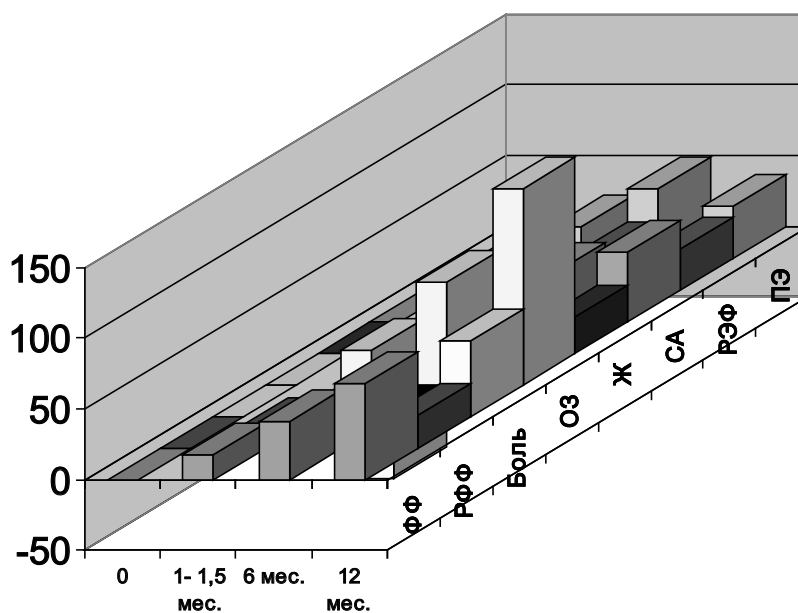


Рис. 5. Динамика показателей КЖ при проведении Программы реабилитации пациентов с ЯК с иммунокоррекцией (%)

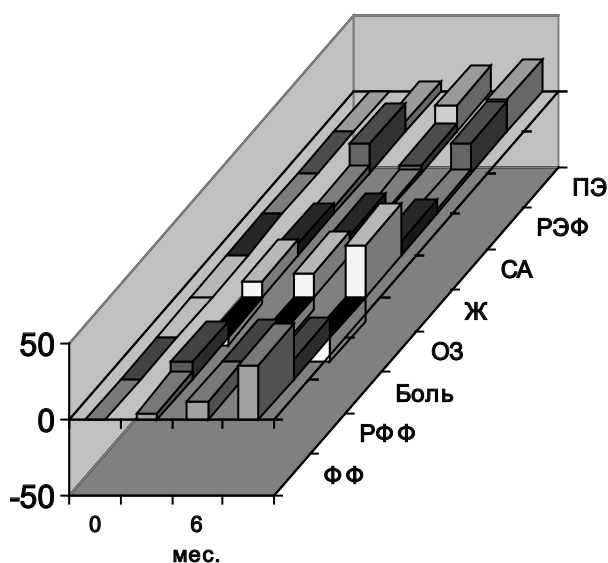


Рис. 6. Динамика показателей КЖ при реабилитации пациентов ЯК без цитокинотерапии (%)

Положительная динамика показателей зарегистрирована во всех случаях и была более значима у мужчин, за исключением динамики МСНС — средней концентрации гемоглобина в эритроците, которая превалировала у женщин.

В обеих группах пациенты отметили положительный эффект реализации программы. При сопоставлении динамики показателей зарегистрировано, что главным

фактором в повышении качества жизни пациентов явилась индивидуальная работа с пациентами, донесение до них и их родственникам сути того, что заболевание не является исключительным, и таких больных много, что современные возможности позволяют полноценно жить и трудиться (рис. 3, 4, 5, 6, 7.).

Значимая положительная динамика КЖ пациентов с ЯК, в программу терапии которых был включен Рон-

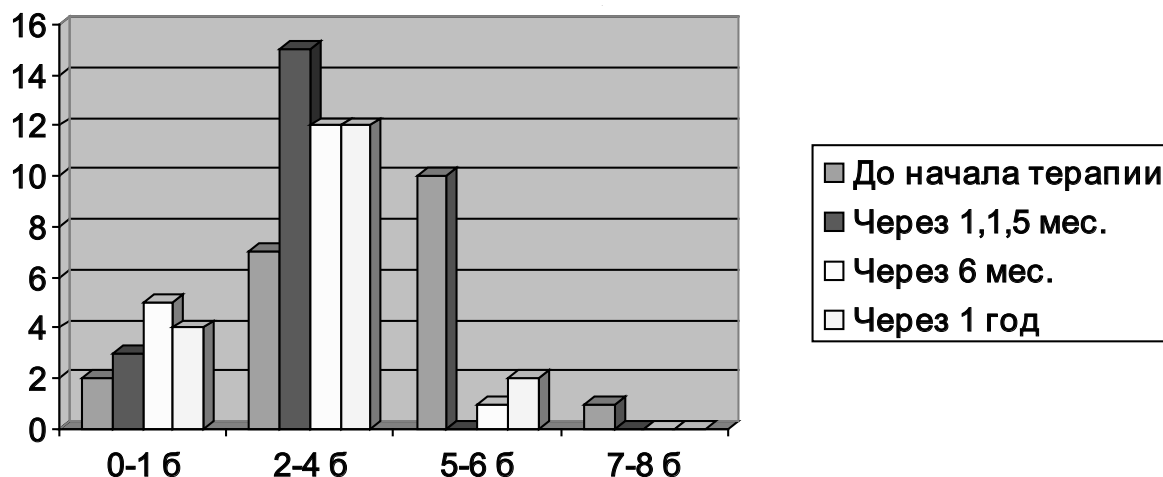


Рис. 7. Динамика показателей эндоскопической активности пациентов с ЯК при включении в терапию рекомбинантного лейкоинферона

Примечание: от 0 до 1 соответствует ремиссии, 2–4 балла — минимальная активность, 5–6 баллов — умеренная активность, 7–8 баллов — выраженная активность

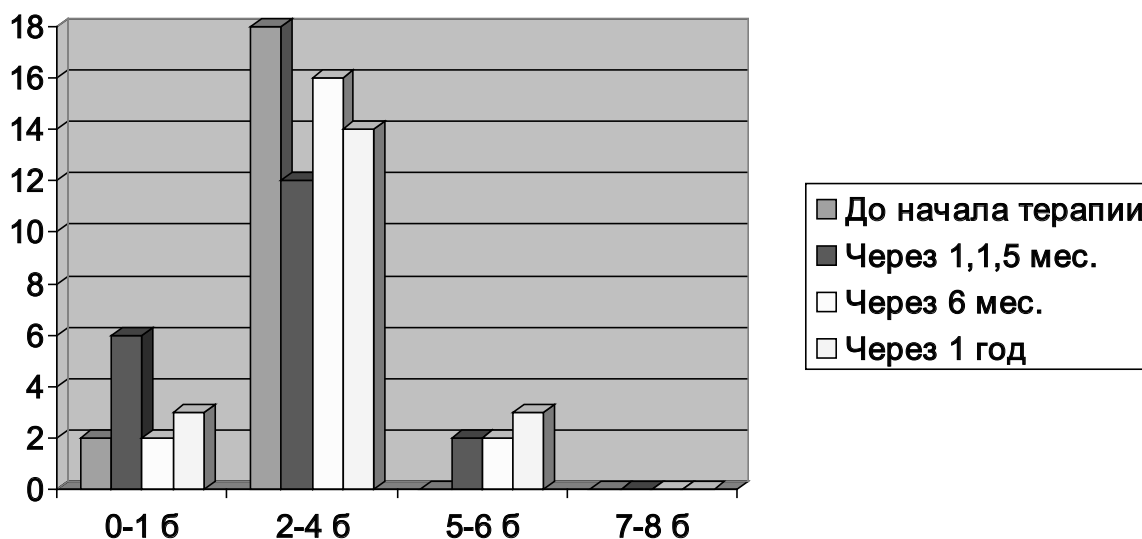


Рис. 8. Динамика показателей эндоскопической активности пациентов ЯК при реализации Программы реабилитации больных ЯК без иммунокоррекции

Примечание: от 0 до 1 соответствует ремиссии, 2–4 балла — минимальная активность, 5–6 баллов — умеренная активность, 7–8 баллов — выраженная активность

колейкин, зарегистрирована уже на этапах исследования по показателям физического функционирования: 17.3% — 41.1% ($p < 0,05$) — 68.4% ($p < 0,001$). Значимая положительная динамика РФФ отмечалась только к концу года. Тенденция к снижению степени выраженности показателей «абдоминальная боль» и «дискомфорт желудочно-кишечного тракта» регистрировалась уже на первой неделе от начала терапии, но достоверное улучшение отмечено на 6 и 12 месяцах наблюде-

ния: — 23% ($p < 0,05$) и —53,4% ($p < 0,01$), соответственно, как и улучшение показателя «общее здоровье»: 72,7% и 137,8% (рис. 5).

Результаты эффективности проведения программы реабилитации больных ЯК, которым не проводилась цитокинотерапия, представлены на рис. 5.6. Анализ полученных данных в группе сравнения выявил достоверную динамику показателей физического функционирования:

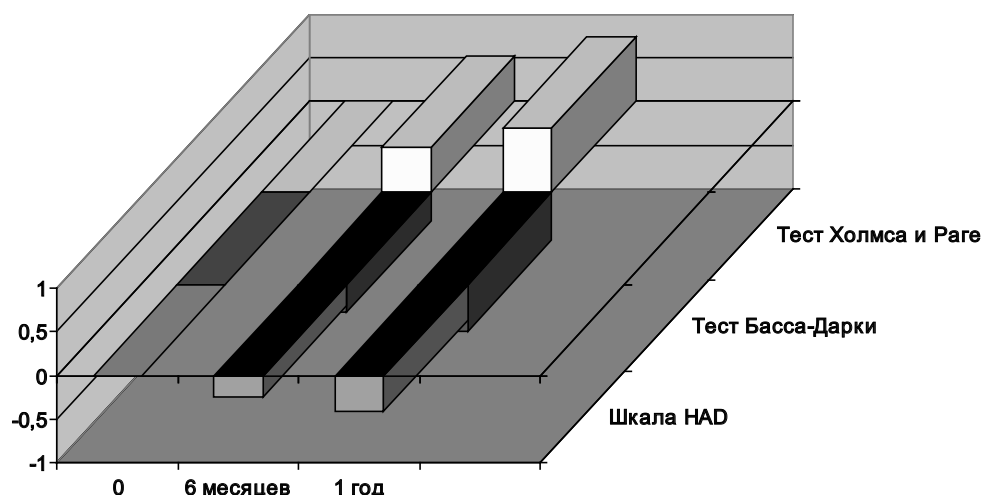


Рис. 9. Эффективность реабилитации пациентов ЯК и динамика психологического состояния больных при включении рекомбинантного лейкинферона в Программу реабилитации

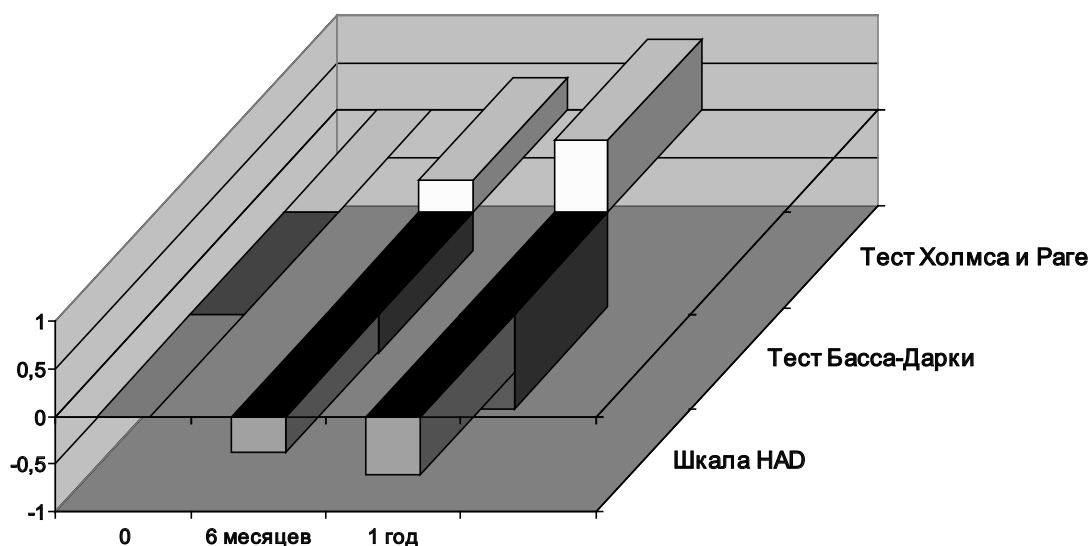


Рис. 10. Эффективность реабилитации пациентов ЯК и динамика психологического состояния больных без включения в Программу цитокинотерапии

4,8% — 11,9% — 36,2%; общего здоровья: 10% — 15,6% — 34,6% ($p < 0,01$) и снижение проблем, связанных с абдоминальным синдромом: -5% — -8,7% — -16,2% ($p < 0,01$). По остальным показателям имелась лишь тенденция к улучшению.

Динамика показателей эндоскопической активности представлена на рис. 7. и 8.

При анализе динамики показателей эндоскопической активности важно подчеркнуть, что для проведения цитокинотерапии больным ЯК на амбулаторно-поликлиническом звене отбирались пациенты в состоянии

эндоскопической ремиссии заболевания и при минимальной активности процесса. В группу сравнения, которым в Программу реабилитации не включили Ронколейкин, вошло 11,1% человек с ремиссией ЯК и 88,9% человек с минимальной активностью ЯК (рис. 8). Таким образом, до начала терапии у всех пациентов показатель эндоскопической активности не превышал 4 баллов.

Через месяц в группе сравнения количество больных с показателями эндоскопической ремиссии заболевания возросло в 3 раза ($p < 0,01$) за счет перераспределения пациентов из подгруппы с минимальным обострением

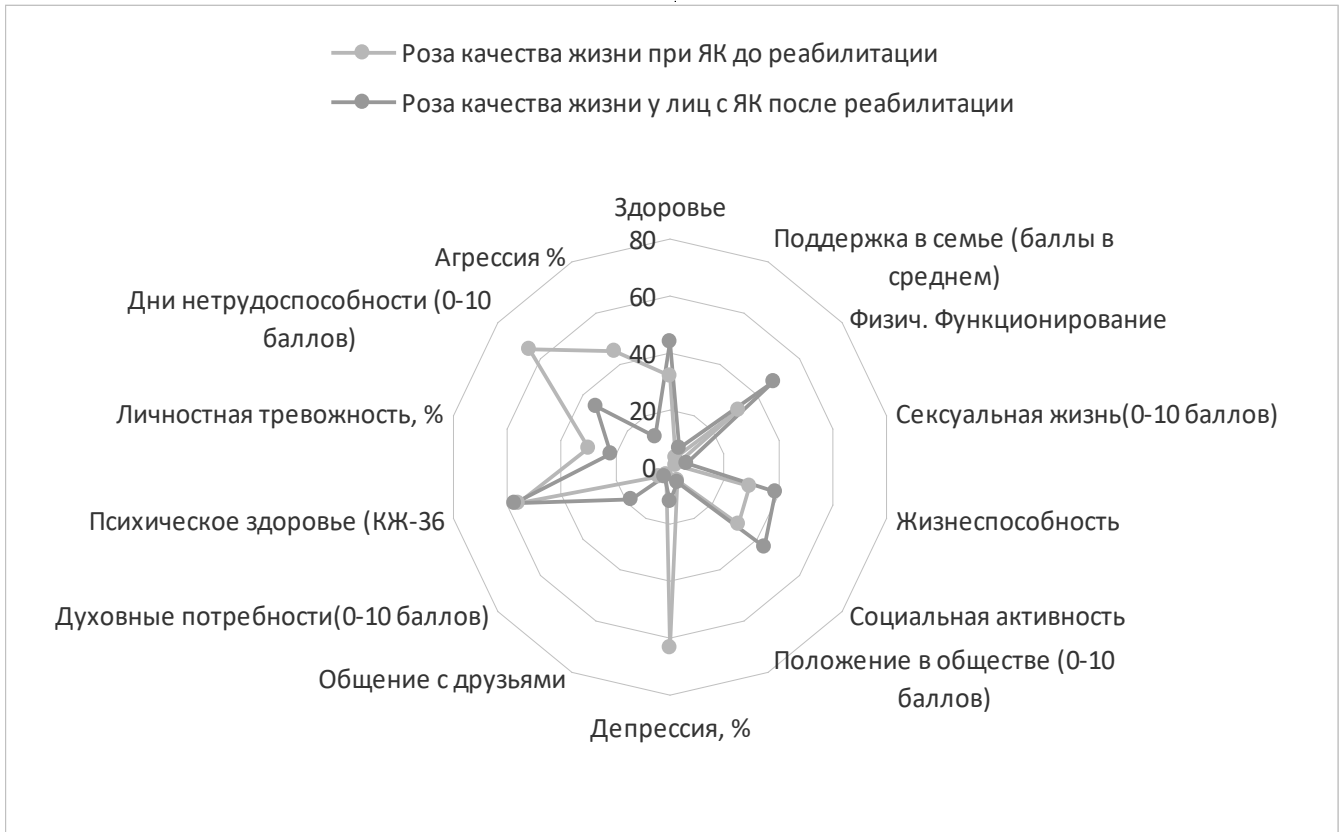


Рис. 11. Роза качества жизни пациентов ЯК, прошедших Программу реабилитации

ЯК. Однако через 6 и 12 месяцев показатели вернулись к исходным значениям.

Положительная динамика эндоскопической активности зарегистрирована в основной группе, где были реализованы задачи Программы с включением рекомбинантного лейкинферона (представлена на рисунке 8)

Количество пациентов с отсутствием эндоскопической активности, составив до начала исследования 10%, на ее этапах возросло до 30%, но через год снизилось, составив 15% от всех обследованных. В то же время, отмечена положительная динамика случаев с умеренной активностью процесса, частота регистрации прироста которых на этапах мониторинга составила: 10% — 10% — 15%.

В течение полугода от начала реализации Программы у 12 (31,6%) больных повысился индекс массы тела на 10–21%. Все эти пациенты были исходно со сниженной массой тела. Динамика массы тела не имела различий в группах наблюдения.

В обеих группах зарегистрирована положительная динамика показателей психологического статуса па-

циентов (рис. 9, 10.). Динамика показателей не имела значимых различий между пациентами, получающими и не получающими цитокинотерапию. Отмечено снижение частоты регистрации синдрома вегетативной дистонии ($p < 0,01$) и коррекция астенического синдрома в среднем ($p < 0,01$).

При анализе динамики психологического состояния больных мы ограничились наиболее значимыми для прогноза и чувствительными критериями: тревога — депрессия (шкала HAD), агрессивность (тест Басса-Дарки) и стрессоустойчивость (тест Холмса — Page). Динамика показателей представлена на рис. 9. У пациентов обеих подгрупп отмечены снижение степени тревоги и депрессии, агрессия с повышением стрессоустойчивости и социальной адаптации пациентов. Не выявлено статистически значимых различий в динамике показателей при реализации Программы в группах пациентов, не получающих цитокинотерапию, и при включении в терапию рекомбинантного лейкинферона (за исключением показателей теста на оценку агрессивности поведения).

В основной группе через 6 месяцев от начала реализации Программы реабилитации зарегистрирована тенденция к улучшению всех показателей Достоверные раз-

личия в группах получены по шкале НАД, составив через 6 месяцев 25 у.е., в основной группе и 38,5 у.е. в группе сравнения ($p < 0,001$). Оценка эффективности образовательной Программы, включающей коррекцию поведения и поведения, позволяющей совладать со стрессом, по вопроснику Холмса-Раге, выявила значимое улучшение стратегии социального отвлечения, имеющей в приоритете эмоции ($p < 0,05$).

У больных сформировалось желание пойти к друзьям, родственникам, детям. Снизилась потребность многословно рассказывать врачу о «подлых» друзьях и равнодушных родственниках и бессердечных медицинских работниках. Появлялось желание думать о хорошем, потребность в посещении магазинов, кино, театров. Динамика практически всех показателей тестов значимо коррелировала с показателями улучшения физического самочувствия, составив ($p < 0,001$). (рис. 11).

В течение года наблюдения в группе пациентов, получавших Ронколейкин, зарегистрировано снижение числа дней нетрудоспособности в 3,34 раза, в группе сравнения — в 1,67 раза за период наблюдения.

Заключение

Зарегистрированы достоверные улучшения показателей физического и ролевого физического функционирования ($p < 0,05$) при снижении степени выраженности болевого синдрома с сохранением общего абдоминального дискомфорта, которые не зависели от проводимых реабилитационных мероприятий.

Низкая физическая активность пациентов, сложные психоэмоциональные взаимоотношения в семье

и на работе, проблемы с лекарственным обеспечением, дефекты питания и другие факторы ведут к срыву адаптационных механизмов, истощению иммунной системы и нарушению в нейроэндокринной и иммунной регуляции физиологических процессов организма.

Страх за свое здоровье и боязнь осложнений заболевания увеличивают степень психоэмоционального напряжения, нарушая комплайнс «врач-больной». У некоторых пациентов хронический стресс и психические травмы оказываются ведущими, определяя резкое снижение качества их жизни — программируемый стресс, следствием которого могут стать рефлекторные нарушения сердечно-сосудистой, респираторной, нейроэндокринной и других систем.

Анализ эффективности предложенной комплексной реабилитации пациентов язвенным колитом с включением в программу методов психологической коррекции, диетотерапии и физической реабилитации и цитокино-терапии показал их значимость и перспективность.

Особенностью качества жизни больных ЯК, посещающих «Школу пациентов с ЯК» является тенденция к улучшению всех показателей качества жизни и, прежде всего, общего здоровья, показателей физического функционирования, ролевого эмоционального функционирования и психического здоровья. В период пандемии COVID19 было важным продолжить мониторинг состояния здоровья пациентов, оказание консультативной помощи, психологической и социальной поддержки. Это возможно только совместно с пациентами при создании «групп в контакте» или «телеграмм-канала», где они получают возможность общения друг с другом, что самое основное, а также имеют возможность контакта с врачом.

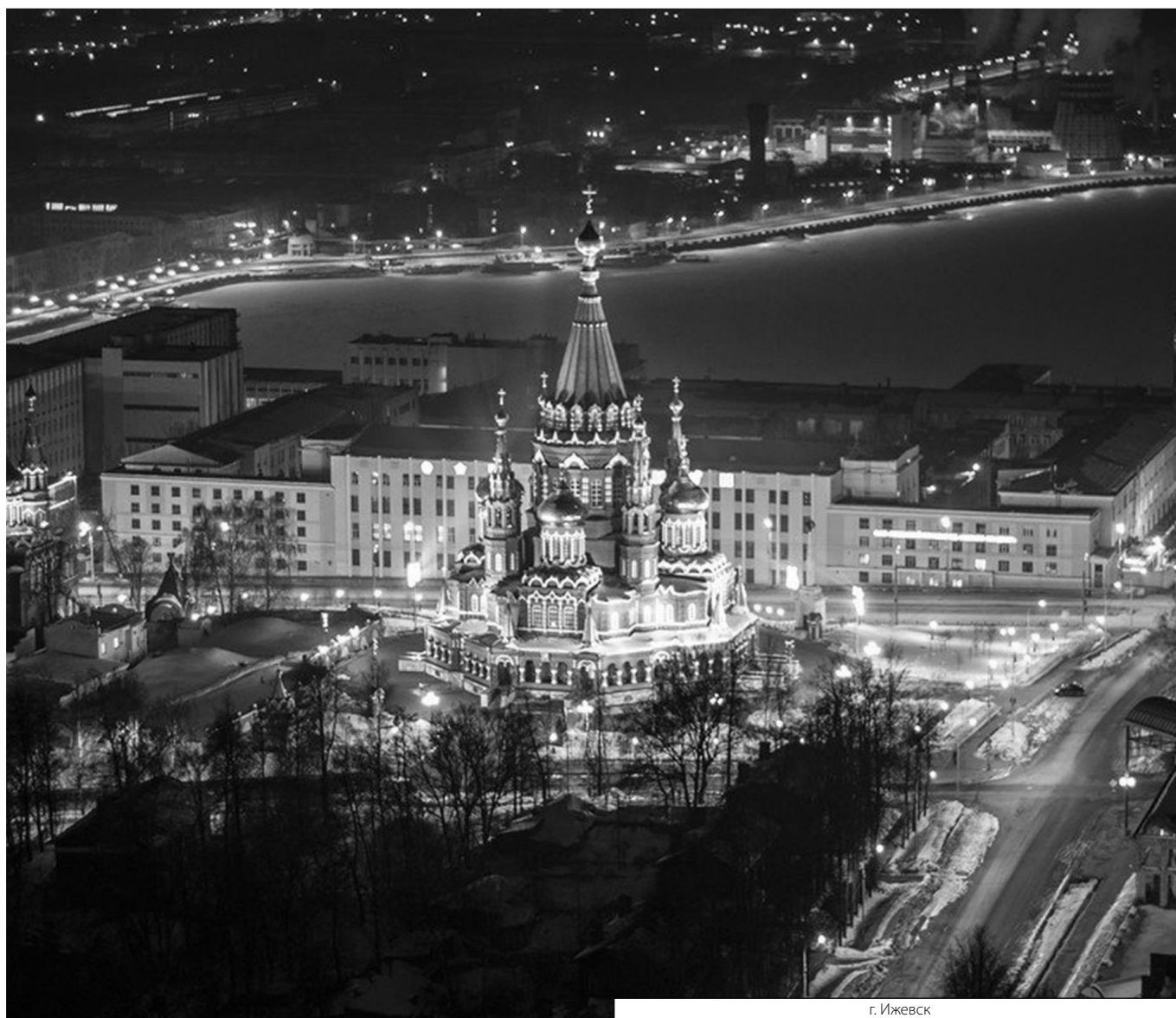
ЛИТЕРАТУРА

1. Блаженко, Ирина Леонидовна. Нарушение иммунологической реактивности при неспецифическом язвенном колите и болезни Крона и возможности иммунокоррекции: специальность 14.00.36: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Блаженко Ирина Леонидовна; Киевский ордена Трудового красного знамени медицинский институт имени академика А.А. Богомольца. — Киев, 1991. — 20 с. — Текст: непосредственный.
2. Дусанов, А.Д., Мамурова, Н.Н. Клинико-иммунологическая характеристика неспецифического язвенного колита / А.Д. Дусанов, Н.Н. Мамурова. — Текст: непосредственный // Достижения науки и образования. — 2020. — № 5 (59). — С. 65–68.
3. Евдокимова, Е.Ю. Первый опыт антицитокиновой терапии воспалительных заболеваний кишечника в Приморском крае / Евдокимова Е.Ю., Чеснокова О.В., Мухина И.Л. и др. — Текст: непосредственный // Тихоокеанский медицинский журнал. — 2013. — № 3 (53). — С. 76–78.
4. Конович, Е.А. Иммунопатогенез воспалительных заболеваний кишечника. / Е.А. Конович, И.Л. Халиф, М.В. Шапина. — Текст: непосредственный // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. — 2013. — № 4. — С. 69–78.
5. Цитокины сыворотки крови у больных язвенным колитом с различной клинической активностью / Е.А. Конович, И.Л. Халиф, М.В. Шапина, К.Е. Широких. — Текст: непосредственный // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. — 2014. — Т. 24. — № 4. — С. 51–56.
6. Левитан, М.Х. Иммунологические показатели у больных неспецифическим язвенным колитом / М.Х. Левитан, Б.П. Шадрин, И.Л. Халиф и др. — Текст: непосредственный // Клиническая медицина. — 2008. — С. 94–98.
7. Останин, А.А. Цитокиноterapia ронколейкином в комплексном лечении и профилактика хирургических инфекций: учебное пособие / А.А. Останин, Е.Р. Черных. — СПб, 2009. — 56 с. — Текст: непосредственный.

8. Российская Федерация. Клинические рекомендации. Язвенный колит. МКБ 10: K51 / Российская Федерация. Клинические рекомендации. // Судебные и нормативные акты РФ. — Москва, 2020. — URL: <https://clck.ru/UkQ4i/> (дата обращения: 24.02.2022). — Текст: электронный.
9. Стяжкина, С.Н. Пути решения проблем психосоматических расстройств у больных с язвенным колитом и болезнью Крона / С.Н. Стяжкина, Т.Е. Чернышова, Ю.В. Ковалев и др. — Текст: электронный // Медицинская психология в России. — 2018. — № 4. — С. 1–8. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/puti-resheniya-problem-psihsomaticheskikh-rasstroystv-u-bolnyh-s-yazvennym-kolitom-i-boleznyu-krona?> (дата обращения: 24.02.2022). Режим доступа: Научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
10. Хаитов, Р.М. Иммуномодуляторы: классификация и клиническое применение / Р.М. Хаитов, Б.В. Пинегин. — Текст: непосредственный // Аллергология и иммунология. — 2013. — 2 (4). — С. 65–66.
11. Халиф, И.Л. Воспалительные заболевания кишечника: неспецифический язвенный колит и болезнь Крона: клиника, диагностика и лечение: монография / И.Л. Халиф. — М.: Миклош, 2014. — 188 с. Текст: непосредственный.
12. Шифрин, О.С. Современные подходы к лечению больных язвенным колитом / О.С. Шифрин. — Текст: непосредственный // Фарматека. — 2011. — С. 46–48.
13. Stange, E.F. European evidence-based Consensus on the diagnosis and management of ulcerative colitis: Definitions and diagnosis / E.F. Stange et al. // Journal of Crohn's and Colitis (for the European Crohn's and Colitis Organisation (ECCO)). — 2008. — Vol. 2. — № 1. — P. 1–23.

© Неганова Ольга Андреевна (o_neganova@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Ижевск

ПСИХОСЕКСУАЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ ЖЕНЩИН В ДОРОДОВОМ И ПОСЛЕРОДОВОМ ПЕРИОДЕ

PSYCHOSEXUAL STATES OF WOMEN IN THE PRENATAL AND POSTPARTUM PERIOD

A. Parshin
A. Romanovskaya
M. Polidanov
I. Kondrashkin
I. Blokhin
D. Tyapkina

Summary. Objective: to determine the psychosexual personality traits of patients in the third trimester of pregnancy and the postpartum period. Material and methods. The study included 92 patients who are part of a full-fledged family and do not suffer from mental and extragenital diseases. The study was conducted from April to September 2021. The survey was conducted twice: in the prenatal (22–40 weeks of pregnancy) and postpartum period. To study personal characteristics, a set of psychological tests was used: Heim 's test and the A. Beck depression scale. Results. The following patterns were revealed, confirmed statistically: the lower the resistance of patients to the action of stressful agents, the significantly higher their anxiety was and significantly more often an increase in the level of depression on the Beck scale was detected. Conclusion. Insufficient awareness of women about the changes occurring in her body during the prenatal period often leads to the fact that most of them become vulnerable, prone to the development of depressive disorders, which is an alarming fact. That is why the successful management of pregnancy, childbirth and the postpartum period requires not only the help of an obstetrician-gynecologist, but also psychological, sometimes psychotherapeutic support of the woman herself and the couple as a whole.

Keywords: psychosexual state of a woman, postpartum period, postpartum sexual dysfunction, psychosomatic states.

Паршин Алексей Владимирович

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Саратовский
государственный медицинский университет им.
В.И. Разумовского» Минздрава России
parshin_av@mail.ru

Романовская Анна Викторовна

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Саратовский
государственный медицинский университет им.
В.И. Разумовского» Минздрава России

Полиданов Максим Андреевич

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный
медицинский университет им. В.И. Разумовского»
Минздрава России
maksim.polidanoff@yandex.ru

Кондрашкин Иван Евгеньевич

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный
медицинский университет им. В.И. Разумовского»
Минздрава России
ivan.kondrashckin@yandex.ru

Блохин Игорь Сергеевич

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный
медицинский университет им. В.И. Разумовского»
Минздрава России
ig.bloxin2010@yandex.ru

Тяпкина Дарья Андреевна

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный
медицинский университет им. В.И. Разумовского»
Минздрава России
Orchidaceae.2017@yandex.ru

Аннотация. Цель: определение психосексуальных особенностей личности пациенток в III триместре беременности и послеродовом периоде. Материал и методы. Исследование включало 92 пациентки, входящие в состав полноценной семьи и не страдающие психическими и экстрагенитальными заболеваниями. Исследование проводилось с апреля по сентябрь 2021 года. Анкетирование проводилось дважды: в дородовом (22–40 неделя беременности) и послеродовом периоде. Для исследования личностных характеристик использовали комплекс психологических тестов: тест Э. Хайма и шкалу депрессии А. Бека. Результаты. Были выявлены следующие закономерности, подтвержденные статистически: чем ниже была устойчивость пациентов к действию стрессовых агентов, тем достоверно выше была их тревожность и существенно чаще выявлялось повышение уровня депрессии по шкале Бека. Заключение. Недостаточная информированность женщин об изменениях, происходящих у неё в организме в дородовом периоде, нередко приводит к тому, что большинство из них становятся уязвимыми, склонными к развитию депрессивных расстройств, что является тревожным фактом. Именно поэтому для успешного ведения беременности, родов и послеродового периода требуется не только помощь врача акушера-гинеколога, но и психологическое, ино-



Введение

Ожидание ребенка, роды и уход за новорожденным — важнейшие периоды в жизни любой женщины, которые, как правило, сопровождаются чувствами удовлетворения и счастья. Однако, происходящие в это время психосоматические, эндокринные и физические изменения в организме женщины могут вызывать противоположные чувства и даже привести к депрессии и агрессивности [1, 2].

Выделяют следующие связанные с родами виды депрессивных расстройств: дородовая депрессия; послеродовая грусть; послеродовая депрессия; послеродовый психоз. Значительное влияние на психоэмоциональное состояние женщины в дородовом периоде бесспорно оказывает любое эмоциональное потрясение (негативный опыт и последствия предыдущих беременностей и родов; психические травмы детского возраста, отягощенный психическими заболеваниями анамнез) [3].

Находясь в депрессивном состоянии, женщина более сконцентрирована на собственных переживаниях и страхах и не может всецело дать материнскую теплоту и заботу ребенку. В дальнейшем, кризис материнского тепла и заботу отражается проявлением чувства вины, что в дальнейшем, по механизму порочного круга, ухудшает психическое благополучие женщины и приводит к послеродовому психозу, основой которого являются галлюцинации и бред (включающий навязчивые фобии и obsессии) [4–6]. Данные психические расстройства (дебютирующие довольно часто у женщин) требуют незамедлительной квалифицированной помощи врачей-психиатров и психотерапевтов

Резкие перемены психоэмоционального состояния женщины могут быть обусловлены и гормональными изменениями, нередко выражающимися эмоциональной лабильностью, гипотимией (являющимися стрессогенными для женщины), а также послеродовой депрессией с развитием депрессивного синдрома [7]. Вполне закономерно, что в развитии данных состояний играют роль и внешние факторы (напряженная атмосфера в семье, социальные факторы), влекущие за собой стресс. До-

гда психотерапевтическое сопровождение самой женщины и супружеской пары в целом.

Ключевые слова: психосексуальное состояние женщины, послеродовой период, послеродовая сексуальная дисфункция, психосоматические состояния.

стигнуть уравнивания психоэмоциональной устойчивости можно только восстановлением гормонального фона и устранением внешних стрессогенных факторов, что требует довольно длительного времени и сил, прежде всего самой женщины [8].

Основная задача послеродовой реабилитации — восстановление прежнего психосексуального состояния. Именно поэтому необходимо соблюдение рекомендаций, в том числе психологических, способствующих адекватному течению беременности и подготовке к родам.

В связи с этим, **цель исследования** заключалась в определении психологических особенностей личности пациенток в III триместре беременности и послеродовом периоде.

Объекты и методы исследования. Под нашим наблюдением находилось 92 пациентки, входящие в состав полноценной семьи и не страдающие психическими и экстрагенитальными заболеваниями. Краткая характеристика обследуемых нами лиц: в начале исследования пациентки распределились в следующих возрастных группах: от 20 до 30–37 человек (40,2%), от 31 до 36–33 человека (35,9%) и от 37 до 42–22 человека (23,9%) лет. Следует уточнить, большему числу пациенток предстоят 2 роды (38 человек /41,3%), а у 18 человек (19,6%) первая беременность была в 27 лет. У преобладающего числа респонденток роды проходили естественным путем (76 человек/82,6%) и после родов (у 66 человек/71,7%) отсутствовало чувство скованности, напряжения, тревоги, однако преобладающее большинство пациенток (77 человек/83,7%) считают, что у них изменился ритм половой жизни после родов. Затрагивая тему контрацепции, отметим, что чаще всего пациентки используют барьерные и комбинированные методы контрацепции (41 человек/44,6%).

Наблюдаемые нами пациентки, находящиеся в III триместре и послеродовом периоде, находились на стационарном лечении на базе ГУЗ «Клинический перинатальный центр Саратовской области», а пациентки с осложнениями в послеродовом периоде, в гинеколо-

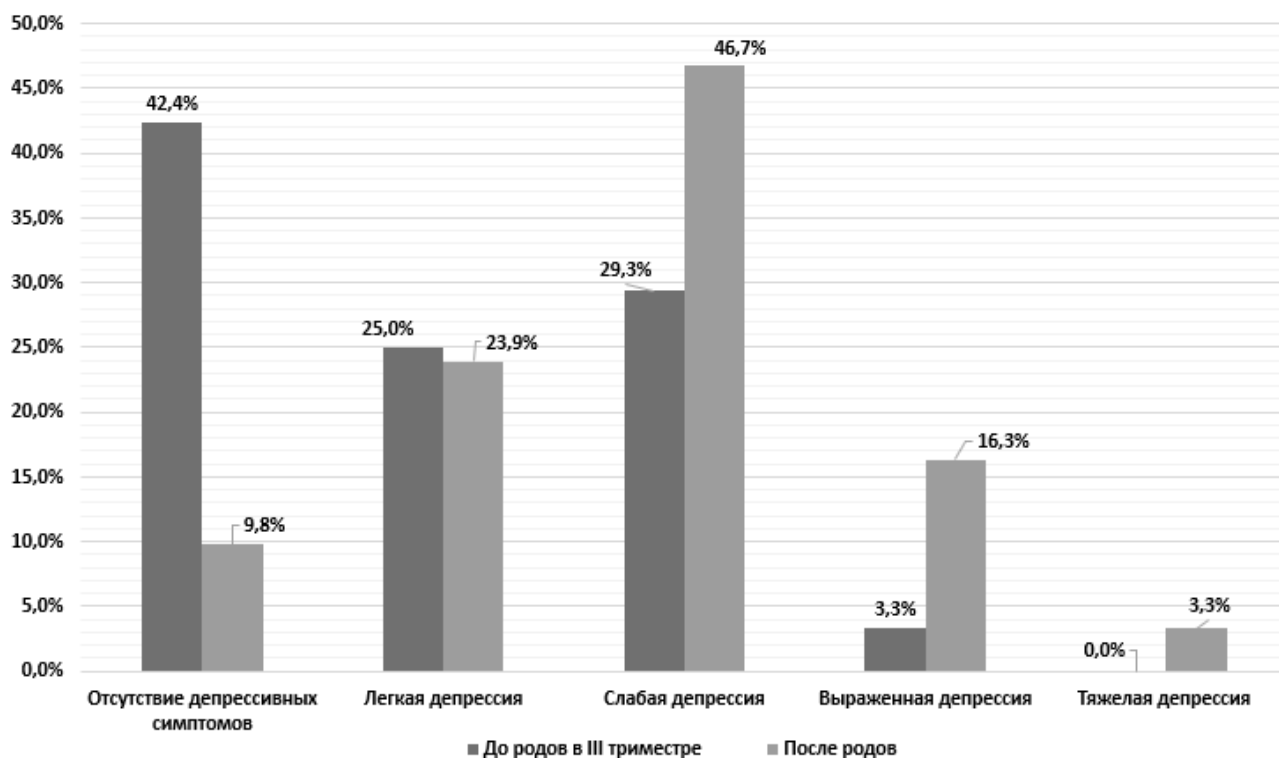


Рис. 1. Результаты распределения по уровню депрессии, согласно шкале Бека

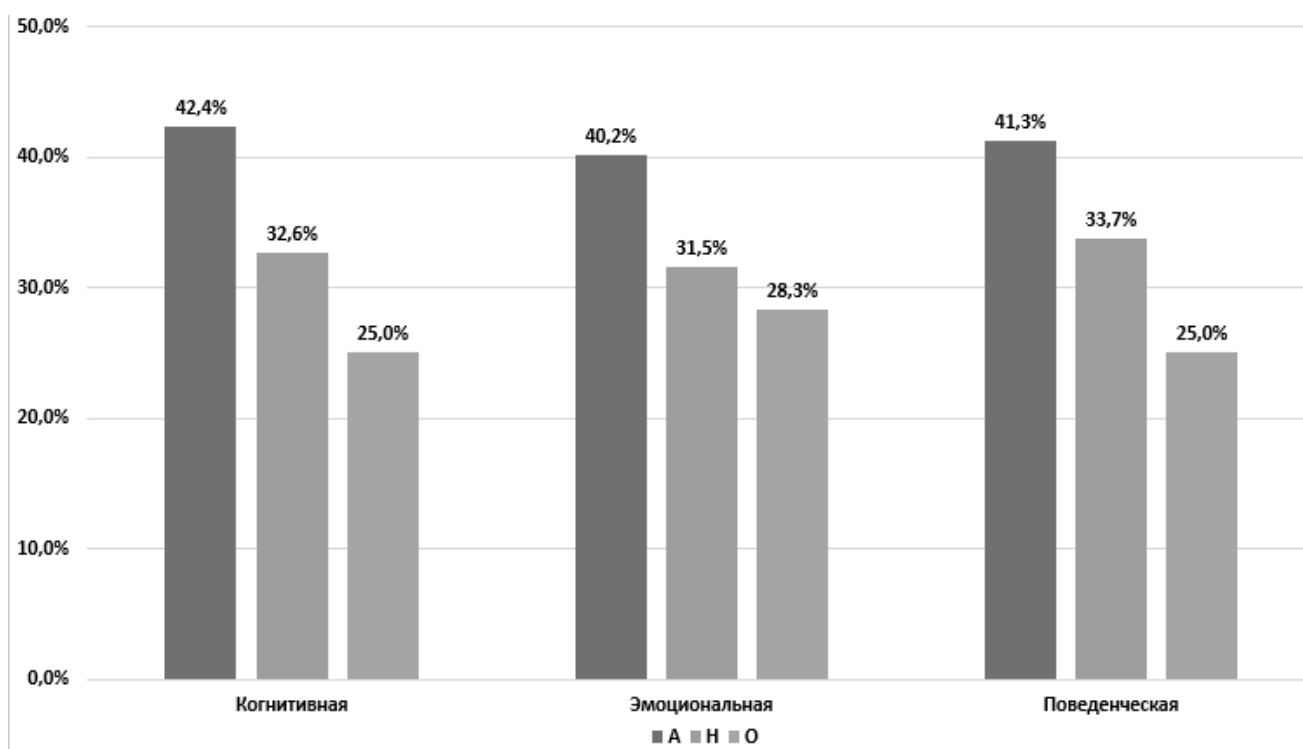


Рис. 2. Особенности построения стресс-преодолевающего поведения пациентками в дородовом периоде

Примечание: А-адаптивные копинг-стратегии; Н — неадаптивные копинг-стратегии; О — относительно-адаптивные копинг-стратегии

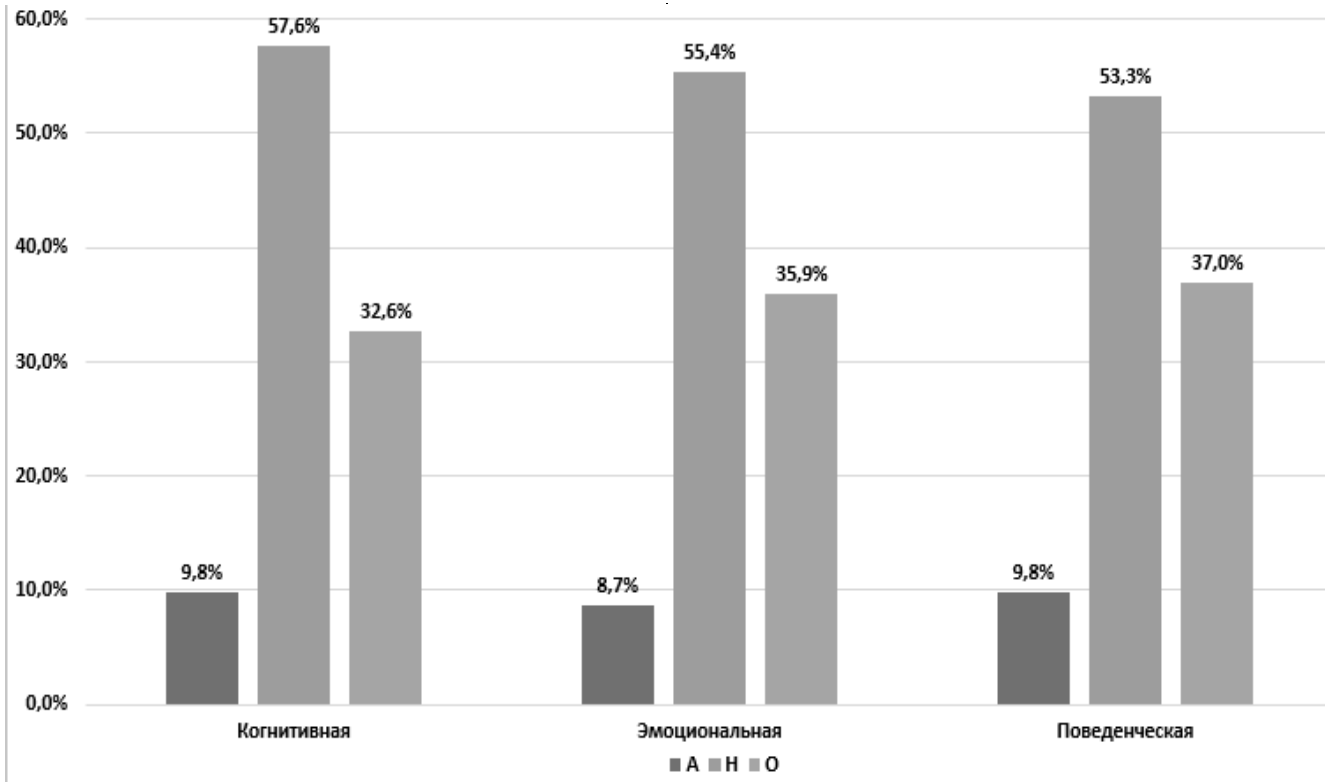


Рис. 3. Особенности построения стресс-преодолевающего поведения в послеродовом периоде
Примечание: Обозначение копинг-стратегий те же, что и на рис. 2.

гических отделениях и женской консультации ГУЗ «СГКБ № 1 им. Ю.Я. Гордеева». Исследование выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской Декларации. До включения в исследование у всех участников было получено добровольное письменное информированное согласие.

Исследование проводилось с апреля по сентябрь 2021 года. Анкетирование проводилось дважды: в дородовом (22–40 неделя беременности) и послеродовом периоде. Для исследования личностных характеристик использовали комплекс психологических тестов: тест Э. Хайма [9] на формирование копинг-поведения с разделением по сферам (когнитивной, эмоциональной и поведенческой) и шкалу депрессии А. Бека [10], которая позволяет с высокой точностью установить наличие депрессии, а также определить степень ее выраженности.

Статистическая обработка результатов осуществлялась с помощью лицензионной версии программы Statistica 8.0. Для статистического анализа результатов исследования произведена проверка нулевой гипотезы о соответствии их закону нормального распределения, в основе которой лежат вычисления критерия Шапи-

ро-Уилка. Выявлено, что изучаемые показатели не описываются законом нормального распределения, поэтому нами использовались методы непараметрической статистики. Компарирование переменных выполнялись при помощи критерия парных сравнений Вилкоксона. Расчет коэффициентов корреляции проводился по методу Спирмена. Соотнесение групп осуществлялось с использованием U-критерия Манна-Уитни. В качестве порогового значения статистической значимости принимали $p < 0,05$.

Результаты

По результатам анкетирования было установлено, что большинство пациенток (83 человека/90,2%) считают себя сексуально непривлекательными для своего партнера в послеродовом периоде и отмечают, что после родов им необходимо заняться физкультурой для улучшения фигуры (76 человек/82,6%) и выразили желание заниматься гинекологическими упражнениями для улучшения сексуальной жизни (68 человек/73,9%).

Было также отмечено, что у большей части пациенток (68 человек/75,6%) отношения с супругом не ухудшились в послеродовом периоде, несмотря на то, что большинство пациенток (56 человек/60,9%) отмечали не только

снижение либидо после родов, но и то, что кормление грудным молоком оказывает негативное влияние на их сексуальную жизнь.

Следует отметить, два основных момента: первый заключается в том, что партнеры поддерживали большинство пациенток (83 человек/90,2%) в послеродовом периоде, а второй, что преобладающее число пациенток утверждали, что не посещали школу молодых матерей в дородовом периоде и не собираются посещать в послеродовом периоде (68 человек/73,9%), что на наш взгляд пагубно влияет на уровень их стрессоустойчивости, в связи с чем, важную роль в нашем исследовании сыграло использование психологических методик.

По результатам оценки шкалы депрессии Бека обнаружено, что в дородовом периоде у пациенток преимущественно отсутствовали депрессивные симптомы (39 человек/42,4%), тогда как после родов чаще проявляла себя слабая депрессия (43 человека/46,7%). Согласно расчетам коэффициентов корреляции по Спирмену, между копинг-когнициями и депрессивностью связь была прямая, умеренная по шкале Чеддока: и в том, и в другом случае $r = -0,52$; $p < 0,048$ (рис. 1).

По результатам анкетирования по тесту Хайма получены следующие данные: в дородовом периоде во всех трех сферах (когнитивной, эмоциональной и поведенческой) пациентки чаще всего отдавали предпочтение адаптивным копинг-стратегиям (рис. 2), в то время как после родов — неадаптивным. Связь между значениями показателей копинг-поведения и в том и другом случае прямая, весьма высокая по шкале Чеддока ($r = 0,92$; $p < 0,05$) (рис. 3).

Обсуждение результатов

Известно, что в процессе беременности количество половых гормонов увеличивается, но уже перед родами их уровень резко падает, что и может привести к развитию послеродовой депрессии. Однако, следует отметить, что послеродовая грусть является вариантом нормы: обычно она начинается на пятые сутки после рождения ребенка и проходит к десятому дню ухода за ребенком, проявляясь эмоциональной лабильностью, повышенной утомляемостью, раздражительностью, бессонницей. В связи с этим, уровень депрессии пациенток и особенности их копинг-поведения — одна из ключевых психологических характеристик, которая оказалась в данном исследовании в центре нашего внимания.

Были выявлены следующие закономерности, подтвержденные статистически: чем ниже была устойчивость пациентов к действию стрессовых агентов, тем достоверно выше была их тревожность и существенно

чаще выявлялось повышение уровня депрессии по шкале Бека.

В ходе проведенного исследования по Э. Хайму было выяснено, что пациентки, отмечающие неудовлетворительное самочувствие после родов, были полностью поглощены анализом существующих у них проблем. Больные же с удовлетворительным самочувствием в послеродовой период, наряду с проблемным анализом, часто испытывали растерянность в текущей ситуации, однако пытались разобраться в причинах трудностей и с оптимизмом оценивали как свои собственные возможности, так и возможный исход текущих событий. Тревожным является тот факт, что больные, расценивающие свое самочувствие в послеродовой период, как неудовлетворительное, полностью подавляли любое проявление эмоций, тем самым многократно увеличивая риск осложнений и ухудшая прогноз.

Таким образом, более эффективны (практически во всех сферах стресс-преодолевающего поведения) были пациентки, находящиеся на 22–40 неделях беременности, а самыми непродуктивными в борьбе со стрессом были пациентки в послеродовом периоде. Вполне закономерно, что следствия переживаний, связанных с материнством, особенно сложны в первые месяцы, как для мамы, так и для ребенка, вне зависимости от количества беременностей. В течение первых нескольких месяцев необходимо наблюдение не только за соматическим, но и за психическим здоровьем женщины.

Заключение

Таким образом, можно сделать следующие выводы: недостаточная информированность женщин об изменениях, происходящих у неё в организме в дородовом периоде (22–40 недели беременности), нередко приводит к тому, что большинство из них становятся уязвимыми, склонными к навязчивым страхам (фобиям) и идеям (обсессиям) тревоге, повышенной потребности во внимании окружающих, и, как следствие, развитию депрессивных расстройств [12, 13]. Именно поэтому для успешного ведения беременности, родов и послеродового периода требуется не только помощь врача акушера-гинеколога, но и психологическое, иногда психотерапевтическое сопровождение самой женщины и супружеской пары в целом. Для анализа психологических особенностей личности пациентам как в дородовом (22–40 неделя беременности), так и послеродовом периоде рекомендуется использовать следующее сочетание психологических методик: тест Э. Хайма и шкалу депрессии Бека.

Конфликт интересов не заявляется.

ЛИТЕРАТУРА

1. Psychology and psychoanalysis of pregnancy. Ed. Raygorodsky D. Ya.: M.: Bahrach-M; 2013. Russian (Психология и психоанализ беременности. Под ред. Райгородского Д.Я.: М.: Бахрах-М; 2013).
2. Kachalina T.S., Lokhina E.V. Application of new methods of psychological support of pregnancy and psychoprophylactic preparation for childbirth. Medical almanac. 2013; 30(6): 37–41. Russian (Качалина Т.С., Лохина Е.В. Применение новых методов психологического сопровождения беременности и психопрофилактической подготовки к родам. Медицинский альманах. 2013; 30(6): 37–41).
3. Kuleshova D.A., Gustovarova T.A., Ivanyan A.N., Kryukovsky S.B., Babich E.N. Obstetric and perinatal outcomes in primiparous women over 40 years old. Bulletin of the Smolensk State Medical Academy. 2016; 15(1): 62–66. Russian (Кулешова Д.А., Густоварова Т.А., Иванян А.Н., Крюковский С.Б., Бабич Е.Н. Акушерские и перинатальные исходы у первородящих женщин старше 40 лет. Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2016; 15(1): 62–66).
4. Kartashova K.S., Shelekhov I.L., Kozhevnikov V.N., Mytnikova M.N. Psychological characteristics of women in the late stages of pregnancy. Bulletin of the Tomsk State Pedagogical University. 2010; 92(2): 103–106. Russian (Карташова К.С., Шелехов И.Л., Кожевников В.Н., Мытникова М.Н. Психологическая характеристика женщин на поздних этапах беременности. Вестник Томского гос. пед. университета. 2010; 92(2): 103–106).
5. Obstetrics. National leadership. Ed. Aylamazyan E.K., Kulakov V.I., Radzinsky V.E., Savelyeva G.M.: M.: GEOTAR-Media; 2009. Russian (Акушерство. Национальное руководство. Под ред. Айламазяна Э.К., Кулакова В.И., Радзинского В.Е., Савельевой Г.М.: М.: ГЭОТАР-Медиа; 2009).
6. Nikitenkova V.E., Komalova A.I. Studying the level and structure of depressive disorders in women in the early postpartum period. Smolensk Medical Almanac. 2018; 3: 45–46. Russian (Никитенкова В.Е., Комалова А.И. Изучение уровня и структуры депрессивных расстройств у женщин в раннем послеродовом периоде. Смоленский медицинский альманах. 2018; 3: 45–46).
7. Poluektova O.G. Psychological features of the postpartum state of women (literature review, brief). Bulletin of New Medical Technologies. Electronic edition. 2013; 1: 166–171. Russian (Полуэктова О.Г. Психологические особенности послеродового состояния женщин (обзор литературы, краткий). Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2013; 1: 166–171).
8. Zamanaeva Y u. V. Psychodiagnostic technique "Prenatal contact": structure, psychodiagnostic possibilities // Bulletin of St. Petersburg University. Psychology. 2020. V. 10. No. 3. S. 303–322. (Заманаева Ю.В. Психодиагностическая методика «Пренатальный контакт»: структура, психодиагностические возможности // Вестник Санкт-Петербургского университета. Психология. 2020. Т. 10. № 3. С. 303–322. doi: 10.21638/spbu16.2020.307).
9. Heim E. Coping und Adaptivitat: Gibt es Geeignetes oder Ungeeignetes Coping? Psychoter Psychosom Med. Psychol 1988; (1): 8–17.
10. Beck A.T, Weissman A., Lester D., Trexler L. Measurement of pessimism: The hopelessness scale Journal of Consulting and Clinical Psychology. 1974; 42 (6): 861–865.
11. Bagnenko E.S. Features of self-esteem of women seeking medical help. Actual problems of theoretical, experimental, clinical medicine and pharmacy: Materials of the 45th All-Russian Scientific Conference; 2011; Tyumen. Russian (Багненко Е.С. Особенности самооценки женщин, обращающихся за медицинской помощью. Актуальные проблемы теоретической, экспериментальной, клинической медицины и фармации: Материалы 45-й Всероссийской научной конференции; 2011; Тюмень: 154).
12. Bagnenko E.S. Psychological aspects of a woman's formation of her appearance. Psychology of the XXI century: Materials of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists; April 21–23, 2011; St. Petersburg. Russian (Багненко Е.С. Психологические аспекты формирования женщиной своего внешнего облика. Психология XXI века: Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых; Апрель 21–23, 2011; Санкт-Петербург: 267–268).

© Паршин Алексей Владимирович (parshin_av@mail.ru), Романовская Анна Викторовна,

Полиданов Максим Андреевич (maksim.polidanoff@yandex.ru), Кондрашкин Иван Евгеньевич (ivan.kondrashkin@yandex.ru),

Блохин Игорь Сергеевич (ig.bloxin2010@yandex.ru), Тяпкина Дарья Андреевна (Orchidaceae.2017@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ТЕЧЕНИЕ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У ПОЛИМОРБИДНЫХ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ПРОТЕЗИРОВАНИЯ МИТРАЛЬНОГО КЛАПАНА

THE COURSE OF HEART FAILURE IN POLYMORBID PATIENTS AFTER MITRAL VALVE REPLACEMENT

**V. Perekopskaya
N. Morova
V. Tsekhanovich**

Summary. The article presents the results of mitral valve replacement in polymorbid patients. In the course of the study, the influence of concomitant pathology on the course of heart failure in the early postoperative period was studied. A number of diseases have been identified that significantly influenced postoperative results. Timely compensation of these diseases can increase the effectiveness of surgical treatment in patients of the older age group.

Keywords: polymorbidity, mitral valve replacement, elderly patients, preoperative risk factors, heart failure.

Перекопская Вероника Сергеевна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет»
perekopskaya.vs@yandex.ru

Морова Наталья Александровна

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет»
nataliya-morova@yandex.ru

Цеханович Валерий Николаевич

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет»; БУЗОО «Областная клиническая больница»
cvn50omsk@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты протезирования митрального клапана у полиморбидных пациентов. В ходе исследования изучено влияние сопутствующей патологии на течение сердечной недостаточности в раннем послеоперационном периоде. Выявлен ряд заболеваний, который значительно влиял на послеоперационные результаты. Своевременная компенсация данных заболеваний может увеличить эффективность хирургического лечения у пациентов старшей возрастной группы.

Ключевые слова: полиморбидность, протезирование митрального клапана, пожилые пациенты, предоперационные факторы риска, сердечная недостаточность.

Введение

В настоящее время прослеживается тенденция к увеличению численности пожилых людей. В России, по данным Федеральной службы государственной статистики, в 2020 г. средняя продолжительность жизни составила 71,5 лет, при этом продолжительность жизни мужчин — 66,5 лет, а женщин — 76,4 лет [1].

Рост продолжительности жизни населения ставит новые задачи перед медициной. В первую очередь это касается оказания специализированной хирургической помощи людям с заболеваниями сердечно-сосудистой системы, так как именно эта категория составляет основную долю в структуре смертности населения. Пороки клапанов сердца и ишемическая болезнь сердца остаются наиболее распространенными заболеваниями сердца, поражая людей старшей возрастной группы [2, 3, 4]. Решение о тактике лечения пожилых пациентов представляет определенные проблемы, связанные с большим числом сопутствующих заболеваний (СЗ) и высоким

риском госпитальной летальности. В нашей стране проблема оперативного лечения пожилых пациентов особенно актуальна, поскольку в силу сложившихся стереотипов возраст сам по себе нередко является поводом для отказа от хирургического лечения [5, 6, 7].

Прогресс в кардиологии, кардиохирургии и реаниматологии, усовершенствование медицинской аппаратуры, анестезиологического пособия и хирургической техники обеспечили возможность успешного хирургического лечения клапанных пороков сердца у пожилых пациентов. Не смотря на совершенствование реконструктивно-пластических и эндоваскулярных транскатетерных операций протезирование клапанов сердца по-прежнему остается эффективным методом коррекции пороков [8, 9].

На сегодняшний день опубликовано несколько исследований о результатах коррекции клапанных пороков сердца у пожилых пациентов. В большинстве из них установлено, что на исход оперативного лечения влияли сопутствующие хроническая обструктивная болезнь

Таблица 1. Характеристика сопутствующей патологии пациентов

Заболевание	Группа 1 (n=170)
СД, n (%)	54 (32%)
Ожирение, n (%)	80 (47%)
ГБ, n (%)	134 (79%)
Атеросклероз коронарных артерий, n(%)	65 (38%)
ХБП, n(%)	17 (10%)

легких (ХОБЛ), хроническая сердечная недостаточность (ХСН) высокого функционального класса (ФК), хроническая болезнь почек (ХБП), ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет (СД) [5, 6, 10, 11, 12, 13]. Течение сердечной недостаточности у полиморбидных пациентов не изучено. Таким образом, данный вопрос остается открытым.

Своевременная компенсация СЗ, ухудшающих течение сердечной недостаточности и результаты митрального протезирования, поможет увеличить эффективность хирургического лечения у пациентов старшей возрастной группы.

Цель исследования

Оценить влияние сопутствующей патологии на результаты митрального протезирования механическими клапанами.

Материал и методы

С 2010 по февраль 2020 года на базе кардиохирургического отделения «Областной клинической больницы» г. Омска проведено нерандомизированное обсервационное клиническое исследование «случай-контроль». В исследовании участвовали 291 пациент, кому с целью коррекции митральных пороков имплантирован искусственный механический клапан. Из них 170 пациентов (58%) имели одно или несколько СЗ: СД, ожирение, гипертоническая болезнь (ГБ), атеросклероз коронарных артерий, ХБП. Диагнозы СД, ожирение и ГБ были установлены эндокринологами и терапевтами до госпитализации, атеросклероз коронарных артерий подтвержден данными коронароангиографии. Диагноз ХБП установлен на основании расчета СКФ по формуле СКД-EPI (Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration) и снижении СКФ менее 60 мл/мин/1,73м².

В исследование включены все пациенты, перенесшие одноклапанное митральное протезирование механическими протезами за наблюдаемый период времени. Выбор имплантируемой модели клапана зависел от материально-технического обеспечения.

Операция выполнена по стандартной методике в условиях искусственного кровообращения, нормотермии.

Для определения тяжести сердечной недостаточности в ходе исследования оценены длительность операции, время окклюзии аорты и искусственного кровообращения, способ восстановления сердечной деятельности и потребность в кардиотонической поддержке в конце операции. В раннем послеоперационном периоде изучены потребность в кардиотонической поддержке, количество и дозы препаратов, длительность искусственной вентиляции легких (ИВЛ), сроки пребывания в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), ранние осложнения. Всем пациентам перед операцией и перед выпиской выполняли трансторакальную эхокардиографию с использованием аппаратов экспертного класса Vivid E9, GE Vivid Q «General Electric», (США).

Статистические методы. Для обработки информации использованы программы Statistica 12, Microsoft Excel. Вид распределения вариационных рядов установлен при помощи критерия Шапиро-Уилка. Вид распределения отличался от нормального, в связи с чем анализ проводили с помощью непараметрических методов. Для описания количественных данных рассчитывалась медиана (Me) и процентиля (P25, P75), для качественных данных — доли. Сравнение количественных данных двух независимых выборок осуществлялось при помощи U-критерия Манна-Уитни, двух зависимых выборок — критерия Уилкоксона. Для анализа различия частот в двух независимых группах использован критерий χ^2 с поправкой Йетса. Статистическая значимость присваивалась при значении $p < 0,05$.

Результаты

Для определения влияния сопутствующей патологии на течение раннего послеоперационного периода все пациенты были разделены на группы в зависимости от наличия и отсутствия заболеваний. СЗ имели 170 человек (группа 1), остальные 121 человека не имели других патологий, кроме митрального порока (группа 2). Данные, представленные в таблице, позволяют отме-

Таблица 2. Варианты полиморбидности у пациентов

Заболевания	Группа 1 (n=170)
ГБ + ожирение, n (%)	32 (19%)
ГБ + атеросклероз коронарных артерий, n (%)	24 (14%)
ГБ + СД, n (%)	14 (8%)
ГБ + ожирение + СД, n (%)	15 (9%)
ГБ + ожирение + атеросклероз коронарных артерий, n (%)	13 (8%)
ГБ + СД + ХБП, n (%)	9 (5%)
ГБ + ожирение + СД + атеросклероз коронарных артерий, n (%)	7 (4%)
ГБ + ожирение + СД + ХБП, n (%)	5 (3%)

Таблица 3. Клиническая характеристика пациентов

Параметр	Группа 1 (n=170)	Группа 2 (n=121)	p
Мужской пол, n (%)	78 (46%)	60 (50%)	0,533
Возраст, лет, Me (P25, P75)	61 (52; 68)	47 (41; 52)	0,032
Давность ухудшения, месяцев, Me (P25, P75)	12 (8; 17)	9 (5; 12)	0,565
НК по NYHA, Me (P25, P75)	3 (2; 3)	3 (2; 3)	0,614
Ревматизм, n(%)	48 (28%)	41 (34%)	0,303
Миксоматозная дегенерация, n(%)	66 (39%)	36 (30%)	0,110
ИЭ, n(%)	37 (22%)	21 (17%)	0,354
ДСТ, n(%)	14 (8%)	17 (14%)	0,114
Тромбоз протеза, n(%)	5 (3%)	6 (5%)	0,564
Преобладание стеноза, n(%)	34 (20%)	35 (29%)	0,078
Преобладание недостаточности, n(%)	136 (80%)	86 (71%)	0,078
Фибрилляция предсердий, n(%)	78 (46%)	63 (52%)	0,299
Экстренная операция, n (%)	17 (10%)	20 (17%)	0,100

тить, что большинство пациентов (58%) имели С3. Так, ГБ зафиксирована у большинства пациентов, ожирение различной степени — у каждого второго пациента, СД и атеросклероз коронарных артерий — у каждого третьего, ХБП — у каждого десятого пациента (табл 1).

С целью определения влияния полиморбидности на течение послеоперационного периода все пациенты были разделены на подгруппы в зависимости от количества С3: одно, два, три или четыре. Исходно одно заболевание имели 51 человек (30%), два — 70 человек (41%), три — 37 человек (22%), четыре — 12 человек (7%). В каждой подгруппе определены наиболее часто встречаемые сочетания нозологий (табл 2).

Причинами митральных пороков были ревматическая болезнь сердца, инфекционный эндокардит (ИЭ), дисплазия соединительной ткани сердца (ДСТ), миксоматозная дегенерация.

Пациенты обеих групп существенно не различались по клиническим характеристикам. Однако пациенты группы 2 были моложе пациентов группы 1 (табл 3).

До операции все пациенты имели характерные для порока изменения геометрии сердца. У всех исследуемых с преобладанием митрального стеноза отмечены увеличение размеров левого предсердия (ЛП), высокий трансмитральный градиент давления (ТМГД), тяжелая легочная гипертензия. У пациентов с преобладанием митральной недостаточности выявлено увеличение объемных показателей левого желудочка, выраженная митральная регургитация, увеличение размеров ЛП, умеренная легочная гипертензия. Значимых различий эхокардиографических показателей среди лиц с одинаковым видом порока не выявлено (табл 4).

Средняя продолжительность операции в группе 1 составила 218 [193; 255] минут, в группе 2—196 [165; 224] минут; среднее время искусственного кровообращения в группе 1—93 [74; 102] минут, в группе 2—86 [70; 101] минут, средняя продолжительность окклюзии аорты в группе 1—64 [52; 69] минут, в группе 2—57 [46; 68] минут. В группе 1 при восстановлении сердечной деятельности синусовый ритм зарегистрирован у 72 человек (42%), в группе 2 — у 67 человек (55%), фибрилляция желудочков в группе 1 — у 83 пациентов (49%), в группе 2 — у 41

Таблица 4. Дооперационные эхокардиографические параметры у пациентов обеих групп

Параметр	Группа 1		Группа 2		p _{1-3; 2-4}
	Стеноз (n=34) (1)	Недостаточность (n=136) (2)	Стеноз (n=35) (3)	Недостаточность (n=86) (4)	
КДО, мл	87 [82; 104]	150 [143; 160]	93 [85; 108]	156 [150; 165]	0,642; 0,718
КСО, мл	35 [28; 42]	60 [54; 65]	45 [37; 52]	72 [65; 79]	0,307; 0,585
КДР, см	4,2 [3,9; 4,8]	5,8 [5,2; 6,1]	4,5 [4,0; 4,9]	5,9 [5,2; 6,3]	0,684; 0,833
КСР, см	2,8 [2,5; 3,3]	3,7 [3,2; 4,1]	3,2 [2,8; 3,6]	4,0 [3,5; 4,4]	0,440; 0,635
ФВ, (%)	65 [58; 69]	60 [53; 65]	62 [53; 70]	54 [50; 63]	0,792; 0,458
ЛП, см	5,3 [5,0; 5,8]	4,6 [4,2; 5,0]	5,8 [5,2; 6,1]	4,8 [4,3; 5,1]	0,086; 0,542
пикТМГД, мм рт.ст.	27 [22; 30]	6 [4; 7]	29 [22; 31]	7 [4; 11]	0,864; 0,786
срТМГД, мм рт.ст.	13 [10; 18]	4 [2,5; 6,0]	14 [10; 16]	4 [3,2; 6,0]	0,765; 0,907
Степень регургитации	2,0 [2,0; 3,0]	3 [3; 4]	2,5 [2,0; 3,0]	3 [3; 4]	0,646; 0,935
ПЖ, см	3,0 [2,6; 3,4]	2,7 [2,4; 3,2]	3,1, [2,5; 3,3]	2,7 [2,2; 3,1]	0,814; 0,910
Р ЛА, мм рт.ст.	70 [65; 73]	54 [47; 60]	74 [65; 80]	50 [42; 56]	0,623; 0,714

Примечание: КДО — конечный диастолический объем, КДР — конечный диастолический размер, КСО — конечный систолический объем, КСР — конечный систолический размер, ФВ ЛЖ– фракция выброса левого желудочка; пикТМГД — пиковый трансмитральный градиент давления, срТМГД — средний трансмитральный градиент давления, ПЖ — размер правого желудочка, Р ЛА — систолическое давление в легочной артерии.

Таблица 5. Осложнения раннего послеоперационного периода

Событие	Группа 1	Группа 2	p
Кровотечение, n(%)	10 (6%)	8 (7%)	0,994
Рестернотомия, n(%)	13 (8%)	8 (7%)	0,724
Протезный эндокардит, n(%)	4 (2%)	7 (6%)	0,235
Тромбоз протеза, n(%)	0	2 (2%)	0,339
ОНМК, n(%)	8 (5%)	5 (4%)	0,967
Сердечная недостаточность, n(%)	150 (90%)	92 (77%)	0,003
Нарушения ритма, n(%)	103 (62%)	67 (56%)	0,330
Экссудативный перикардит, n(%)	41 (25%)	26 (22%)	0,576
Экссудативный плеврит, n(%)	33 (20%)	19 (16%)	0,399
СПОН, n(%)	21 (13%)	12 (10%)	0,505

Примечание: ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения, СПОН — системная полиорганная недостаточность.

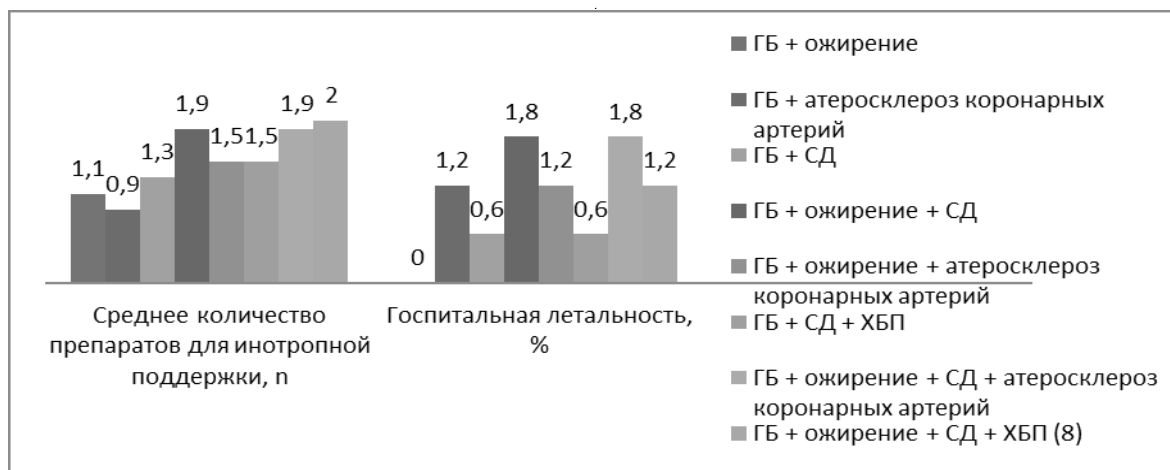


Рис. 1. Тяжесть сердечной недостаточности в послеоперационном периоде в зависимости от СЗ-1

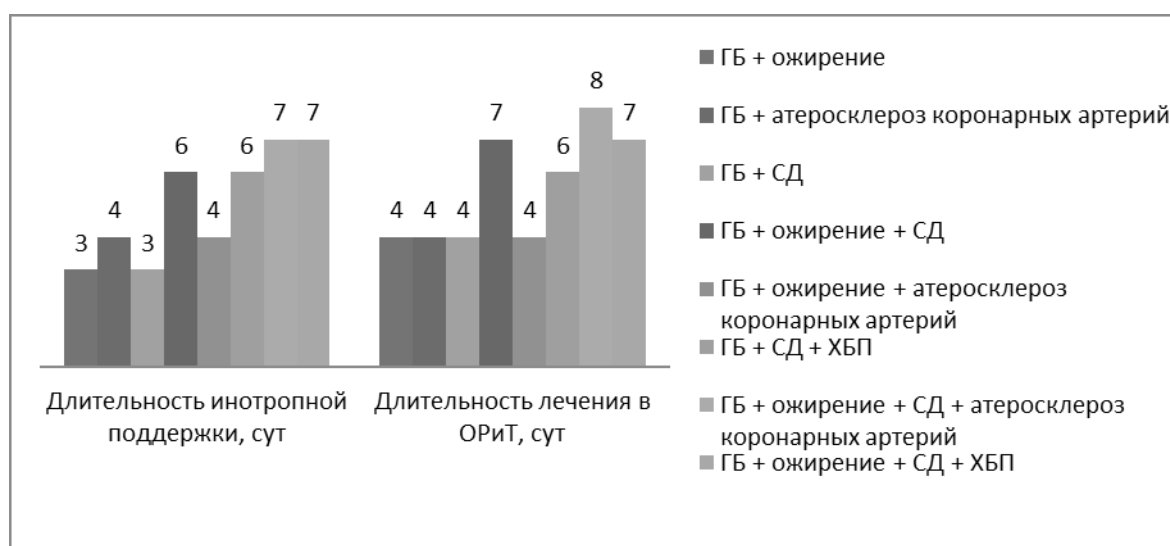


Рис. 2. Тяжесть сердечной недостаточности в послеоперационном периоде в зависимости от СЗ-2

пациента (34%). Стабилизация гемодинамики без кардиотонической поддержки в обеих группах отмечена у незначительного количества пациентов: у 22 человек (13%) в группе 1, у 24 человек (20%) — в группе 2.

Интраоперационная летальность зарегистрирована в обеих группах. В группе 1—4 человека (2,4%), в группе 2—2 человека (1,7%). Во всех случаях смерть была связана с тяжелой сердечной недостаточностью, нарушений функции протеза не зарегистрировано.

В группе 1 средняя продолжительность искусственной вентиляции легких (ИВЛ) составила 1,5 [0; 1] суток. Продленная ИВЛ (более 1 суток) потребовалась 36 пациентам (22%). Для поддержания стабильной гемодинамики 16 пациентов (10%) не нуждались в карди-

отониках. Гемодинамика поддерживалась одним препаратом у 77 пациентов (46%), двумя — у 51 пациента (31%), тремя — у 22 пациентов (13%). Средняя продолжительность кардиотонической поддержки составила 6,6 [3; 8] дней. Длительность лечения в ОРИТ — 8,4 [4; 10] дней.

В группе 2 средняя продолжительность ИВЛ — 1,0 [0; 0,5] суток. Потребность в продленной ИВЛ была у 19 пациентов (16%). Инотропная поддержка не требовалась 27 пациентам (23%). Гемодинамика поддерживалась одним препаратом у 65 пациентов (54%), двумя — у 19 пациентов (16%), тремя — у 8 пациентов (7%). Средняя продолжительность кардиотонической поддержки составила 5,3 [3; 7] дней. Длительность пребывания в ОРИТ — 6,2 [3,5; 8] дней.

Таблица 6. Послеоперационные эхокардиографические параметры у пациентов группы 1

Параметр	Стеноз		Недостаточность		P _{1-2; 3-4}
	До операции (n=34) (1)	После операции (n=30) (2)	До операции (n=136) (3)	После операции (n=126) (4)	
КДО, мл	87 [82; 104]	106 [98; 116]	150 [143; 160]	122 [114; 130]	0,026; 0,030
КСО, мл	35 [28; 42]	50 [45; 60]	60 [54; 65]	48 [42; 53]	0,042; 0,034
КДР, см	4,2 [3,9; 4,8]	5,0 [4,6; 5,3]	5,8 [5,2; 6,1]	5,2 [4,7; 5,4]	0,022; 0,037
КСР, см	2,8 [2,5; 3,3]	3,3 [2,9; 3,8]	3,7 [3,2; 4,1]	3,2 [3,1; 3,5]	0,036; 0,039
ФВ, (%)	65 [58; 69]	60 [53; 63]	60 [53; 65]	58 [54; 63]	0,680;0,852
ЛП, см	5,3 [5,0; 5,8]	4,8 [4,2; 5,2]	4,6 [4,2; 5,0]	4,4 [4,2; 4,8]	0,041; 0,235
пикТМГД, мм рт.ст.	27 [22; 30]	15 [11; 17]	6 [4; 7]	12 [9; 15]	0,014; 0,368
срТМГД, мм рт.ст.	13 [10; 18]	7 [4; 10]	4 [2,5; 6,0]	7 [5; 10]	0,025; 0,808
Степень регургитации	2,0 [2,0; 3,0]	1,4 [1,0; 1,8]	3 [3; 4]	1,3 [1,0; 1,5]	0,221; 0,038
ПЖ, см	3,0 [2,6; 3,4]	2,8 [2,5; 3,0]	2,7 [2,4; 3,2]	2,6 [2,4; 2,9]	0,105; 0,642
Р ЛА, мм рт.ст.	70 [65; 73]	51 [45; 56]	54 [47; 60]	36 [31; 43]	0,016; 0,024

Таблица 7. Послеоперационные эхокардиографические параметры у пациентов группы 2

Параметр	Стеноз		Недостаточность		P _{1-2; 3-4}
	До операции (n=35) (1)	После операции (n=33) (2)	До операции (n=86) (3)	После операции (n=82) (4)	
КДО, мл	93 [85; 108]	114 [102; 125]	156 [150; 165]	130 [118; 141]	0,038; 0,017
КСО, мл	45 [37; 52]	55 [46; 62]	72 [65; 79]	56 [49; 63]	0,044; 0,022
КДР, см	4,5 [4,0; 4,9]	5,1 [4,8; 5,3]	5,9 [5,2; 6,3]	5,4 [4,8; 5,6]	0,022; 0,027
КСР, см	3,2 [2,8; 3,6]	3,4 [3,1; 3,8]	4,0 [3,5; 4,4]	3,4 [3,0; 3,9]	0,065; 0,020
ФВ, (%)	62 [53; 70]	65 [59; 68]	54 [50; 63]	52 [47; 58]	0,762;0,895
ЛП, см	5,8 [5,2; 6,1]	5,1 [4,7; 5,5]	4,8 [4,3; 5,1]	4,5 [4,1; 4,8]	0,014; 0,145
пикТМГД, мм рт.ст.	29 [22; 31]	14 [10; 16]	7 [4; 11]	12 [10; 15]	0,014; 0,402
срТМГД, мм рт.ст.	14 [10; 16]	8 [5; 10]	4 [3,2; 6,0]	6 [4; 10]	0,038; 0,907
Степень регургитации	2,5 [2,0; 3,0]	1,5 [1,0; 1,8]	3 [3; 4]	1,5 [1,0; 1,8]	0,142; 0,025
ПЖ, см	3,1 [2,5; 3,3]	2,7 [2,5; 2,9]	2,7 [2,2; 3,1]	2,8 [2,4; 3,0]	0,083; 0,728
Р ЛА, мм рт.ст.	74 [65; 80]	48 [42; 54]	50 [42; 56]	35 [30; 41]	0,009; 0,012

Ранние послеоперационные осложнения представлены в таблице 5.

Причиной рестернотомии было продолжающееся кровотечение с развитием гемоперикарда. Ранний протезный эндокардит выявлен у пациентов обеих групп с подтвержденным диагнозом ИЭ до операции. В группе 2 зарегистрировано два случая тромбоза протеза у пациентов с доказанным нарушением системы гемостаза. В обеих группах в послеоперационном периоде зарегистрированы пароксизмы фибрилляции предсердий и желудочковой тахикардии, полной AV-блокады. СПОН развивалась у пациентов с тяжелой сердечной недостаточностью и длительным пребыванием в ОРИТ.

В 30-дневный период после операции в группе 1 зафиксировано десять случаев летального исхода (6,0%), в группе 2 — четыре случая (3,4%) ($p=0,455$). Восемь пациентов из группы 1 и все пациенты из группы 2, кому оперативное лечение было выполнено в неотложном порядке, имели летальный исход. Во всех случаях смерть не была связана с нарушением функции протеза.

При изучении течения послеоперационного периода у полиморбидных пациентов установлено, что сердечная недостаточность протекала тяжелее у пациентов, имеющих три и более СЗ, в отличие от пациентов с одной или двумя патологиями. Также выявлено, что комбинация заболеваний, таких как ГБ, СД и ожирение, утяжеляла течение сердечной недостаточности (рис 1, 2). На интраоперационные показатели и госпитальную летальность количество СЗ не влияло.

Данные эхокардиографических исследований перед выпиской из стационара представлены в таблицах 6, 7. Согласно полученным данным, проведенные операции положительно повлияли на структурно-геометрические параметры сердца.

При проведении теста 6-минутной ходьбы после операции установлено, что большинство пациентов перешло в I и II ФК сердечной недостаточности по классификации NYHA. В группе 1 ФК I имели 43 пациента, в группе 2—38 пациентов ($p=0,405$), ФК II — 64 и 42 пациентов соответственно ($p=0,806$), ФК III — 37 и 28 пациентов соответственно ($p=0,845$), ФК IV — 12 и 7 пациентов соответственно.

Обсуждение результатов исследования

Интраоперационная летальность существенно не различалась в обеих группах. При анализе интраоперационных показателей установлено, что полиморбидность не влияла на время операции, длительность искусственного кровообращения, окклюзии аорты и по-

требность в кардиотонической поддержки. Полученные результаты сопоставимы с данными других исследований [2, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13].

При изучении раннего послеоперационного периода выявлено, что большинство пациентов с СЗ имели потребность в кардиотонической поддержки в отличие от пациентов без СЗ ($p=0,031$). У пациентов с тяжелой полиморбидностью — три и более СЗ, а также с комбинацией заболеваний, таких как ГБ, СД и ожирение, сердечная недостаточность протекала тяжелее. Данная группа пациентов нуждалась в большем количестве препаратов для кардиотонической поддержки, в более продолжительных ее сроках и в более длительном наблюдении в ОРИТ. Частота других ранних осложнений существенно не различалась в исследуемых группах и была сопоставима с частотой событий полученных в других исследованиях [2, 5, 6, 11, 12, 13].

СЗ и возраст не влияли на показатель госпитальной летальности. Согласно литературе, показатели летальности в исследуемых группах существенно не отличались от показателей после митрального протезирования в других исследованиях [2, 8, 9, 13].

Фактором риска госпитальной летальности была экстренность оперативного вмешательства. Экстренность операции как предиктор риска хирургического лечения был доказан в ходе других исследований [6, 12, 13].

Послеоперационные данные эхокардиографических исследований и снижение ФК сердечной недостаточности среди пациентов обеих групп подтверждают эффективность оперативного лечения и положительную динамику структурно-геометрических и функциональных параметров сердца вне зависимости от наличия полиморбидности [2, 8, 9, 13].

Заключение

Фактором риска госпитальной летальности была экстренность оперативного вмешательства. Своевременность проведения оперативного вмешательства поможет улучшить результаты оперативного вмешательства и уменьшить показатель госпитальной летальности.

В раннем послеоперационном периоде такие заболевания, как ГБ, СД, ожирение, а также их комбинация, неблагоприятно влияют на течение сердечной недостаточности. На другие ранние послеоперационные осложнения и госпитальную летальность сопутствующая патология не влияла. При своевременной компенсации и лечении данных заболеваний можно уменьшить проявления сердечной недостаточности и улучшить результаты оперативного лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Продолжительность жизни по России за 2020 (на 2021) и по годам: города и села — мужское и женское население. <http://www.statdata.ru/>
2. Маркова М.М., Тарасов Д.Г., Чернов И.И., Козьмин Д.А., Кондратьев Д.А., Мартыанова Ю.Б., Маликова М.С., Фролова Ю.В., Дземешкевич С.Л. Фатальные и клинически значимые осложнения отдаленного периода после протезирования митрального клапана механическими протезами. Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского. 2018; 6(3(21)): 70–77. DOI: 10.24411/2308–1198–2018–13007.
3. Оганов Р.Г. Коморбидная патология в клинической практике: клинические рекомендации. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2017; 16 (6): 5–56. DOI: 10.15829/1728–8800–2017–6–5–56.
4. Meghani, SH., Buck HG., Dickson VV., Hammer MJ., Rabelo-Silva ER., Clark R., Naylor MD. The Conceptualization and Measurement of Comorbidity: A Review of the Interprofessional Discourse. Nursing Research and Practice. 2013: 1–10. DOI: 10.1155/2013/192782.
5. Бокерия Л.А., Олофинская И.Е., Скопин И.И., Никонов С.Ф. Анализ госпитальной летальности пациентов пожилого возраста после операций на сердце в условиях искусственного кровообращения. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2007; 5: 8–11.
6. Хугаева А.А., Никитина Т.Г. Хирургическое лечение клапанных пороков сердца у пациентов 75 лет и старше: непосредственные результаты и факторы риска. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2017; 59 (2): 77–84. DOI: 10.24022/0236–2791–2017–59–2–77–84.
7. Cassell A., Edwards D., Harshfield A., Rhodes K., Brimicombe J., Payne R., Griffin S. The epidemiology of multimorbidity in primary care: a retrospective cohort study. British Journal of General Practice. 2018; 68 (669): 245–251. DOI: 10.3399/bjgp18X695465.
8. Harb SC, Griffin BP. Mitral Valve Disease: a Comprehensive Review. Curr. Cardiol. Rep. 2017; 19(8): 73. DOI: 10.1007/s11886–017–0883–5.
9. Nishimura RA., Vahanian A., Eleid MF., Mack MJ. Mitral valve disease-current management and future challenges. Lancet. 2016; 387 (10025): 1324–34. DOI: 10.1016/S0140–6736(16)00558–4.
10. Бокерия Л.А., Никонов С.Ф., Олофинская И.И. Некоторые аспекты кардиохирургии и у больных пожилого возраста: особенности, прогноз, качества жизни. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2002: 46–52.
11. Скопин И.И., Отаров А.М. Предоперационные факторы риска при протезировании аортального клапана у больных пожилого и старческого возраста. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2017; 18 (3): 243–55. DOI: 10.24022/1810–0694–2017–18–3–243–255.
12. Скопин И.И., Отаров А.М., Кахкцян П.В., Асатрян Т.В., Курбанов Ш.М., Паронян Х.В. Протезирование аортального клапана у больных пожилого и старческого возраста: анализ предоперационных факторов риска. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2018; 7 (45): 24–35. DOI: 10.17802/2306–1278–2018–7–45–24–35.
13. Цитлидзе Н.З., Никитина Т.Г. Отдаленные результаты и качество жизни после хирургической коррекции клапанных пороков сердца у пациентов старческого возраста. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2018; 60 (2): 89–97. DOI: 10.24022/0236–2791–2018–60–2–89–97.

© Перекопская Вероника Сергеевна (perekopskaya.vs@yandex.ru),

Морова Наталия Александровна (nataliya-morova@yandex.ru), Цеханович Валерий Николаевич (cvn50omsk@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОЦЕНКА НУТРИТИВНОГО СТАТУСА БОЛЬНЫХ ГЕНЕРАЛИЗОВАННЫМИ ФОРМАМИ РАКА ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНАЛИЗАТОРА БАЛАНСА ВОДНЫХ СЕКТОРОВ ОРГАНИЗМА С ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ABC-01 «МЕДАСС»

GENERALIZED FORMS OF GASTROINTESTINAL CANCER WITH THE USE OF THE BALANCE ANALYZER OF THE WATER SECTORS OF THE BODY WITH THE SOFTWARE ABC-01 "MEDASS".

O. Petrova
L. Kudryashova
M. Petrova

Summary. The article presents data on the assessment of the nutritional status of patients with generalized forms of cancer of the gastrointestinal tract, using the analyzer of the balance of water sectors of the body "Medass". Bioimpedanceometry, is one of the most accurate and reliable biometric methods for the quantitative determination and analysis of the composition of body tissues, which helps to identify objective deviations from normative indicators.

Keywords: nutritional nutrition, malignant neoplasms, gastrointestinal tract, body mass index, bioimpedanceometry.

Петрова Ольга Михайловна

Аспирант, ассистент, ФГБОУ ВО «Башкирский
Государственный медицинский университет»
Минздрава России; врач онколог, ГАУЗ «Республиканский
клинический онкологический диспансер», г. Уфы
foxy1906@mail.ru

Кудряшова Любовь Николаевна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Башкирский
Государственный медицинский университет»
Минздрава России; ГАУЗ «Республиканский клинический
онкологический диспансер», г. Уфы
kudryashovaln@onkorb.ru

Петрова Марина Владимировна

ФГБОУ ВО «Башкирский Государственный
медицинский университет» Минздрава России)
marinapetrova.03@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования и оценки нутритивного статуса больных генерализованными формами рака желудочно-кишечного тракта, с использованием анализатора баланса водных секторов организма «Медасс». Биоэмпидансометрия, является одним из самых точных и надежных методов количественного определения и анализа состава тканей тела, помогающий выявлять объективные отклонения от нормативных показателей.

Ключевые слова: нутритивное питание, злокачественные новообразования, желудочно-кишечный тракт, индекс массы тела, биоэмпидансометрия.

Нутритивная недостаточность (НН) у пациентов, а в просторечии потеря в весе, является одним из наиболее характерных проявлений раковых опухолей. [1,3] У онкологических больных это обусловлено различными факторами: снижение аппетита, локализация опухоли, затрудняющей нормальное питание, осложнениями, связанными с противоопухолевой терапией (тошнота, рвота, мукозит и т.д.), ну и типичными для злокачественных новообразований изменениями метаболизма (раковая кахексия). [1,2,3,4,7]

По мнению разных авторов, частота проявлений нутритивной недостаточности среди онкологических больных варьирует от 40 до 80%. [1,5,6] Поэтому, на се-

годняшний день большое внимание уделяется нутритивной поддержке пациентов, так как полноценное питание, особенно при запущенных формах рака желудочно-кишечного тракта крайне затруднительно. [1,2]

Биоимпедансный анализ состава тела — это инструментальный метод исследования состояния пациента, отлично зарекомендовавший себя в клинической практике. [3,4,5,6,7,8] Применяется для оценки абсолютных и относительных компонентов состава тела. Помогает собрать информацию о качественном и количественном содержании жировой массы, определить индивидуальные особенности обменных и метаболических процессов в организме больного. На основе этих данных

Таблица 1. Данные содержания жировой массы в теле у обследуемых пациентов.

Жировая масса	Группы							
	1 (n=51)		2 (n=49)		3 (n=53)		Всего (n=153)	
	муж	жен	муж	жен	муж	жен	муж	жен
Понижена	15 (48,4%)	8 (40%)	18 (51,4%)	6 (42,9%)	15 (57,7%)	12 (44,4%)	48 (52,2%)	26 (42,6%)
Норма	10 (32,3%)	5 (25%)	11 (31,4%)	3 (21,4%)	8 (30,8%)	6 (22,2%)	29 (31,5%)	14 (23%)
Повышена	6 (19,3%)	7 (35%)	6 (17,2%)	5 (35,7%)	3 (11,5%)	9 (33,3%)	15 (16,3%)	21 (34,4%)
Итого	31 (100%)	20 (100%)	35 (100%)	14 (100%)	26 (100%)	27 (100%)	92 (100%)	61 (100%)

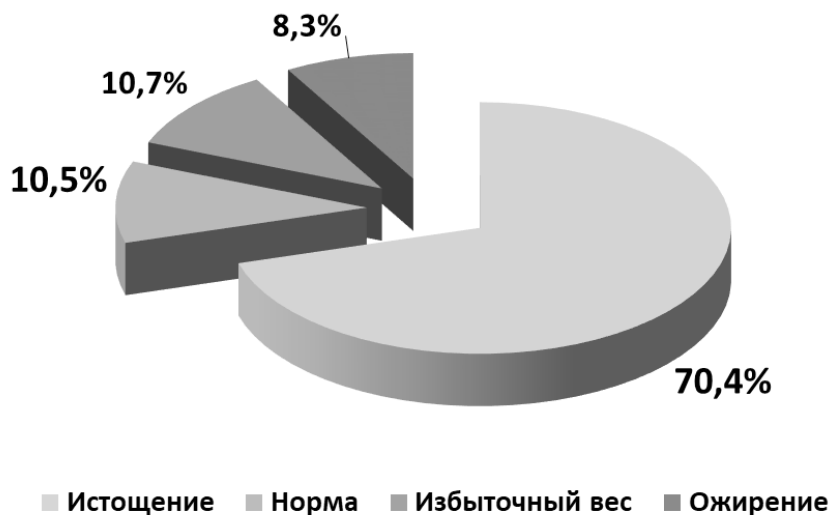


Рис. 1. Распределение больных по проценту жировой массы

исследуется общее состояние пациента, определяется основной обмен и проводится индивидуальная коррекция нутритивного статуса. [5,6,7,9,10,11]

Для исследования нами было отобрано 153 пациента — это больные с генерализованными формами рака желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), которых мы обследовали на анализаторе баланса водных секторов организма с программным обеспечением АВС — 01 «Медасс».

Жир для организма является важнейшим источником энергии и его нормальное содержание — залог хорошего самочувствия и физической активности. В таблице 1 приведены данные содержания жировой массы в теле у обследуемых пациентов.

Исходя из полученных данных обследования на анализаторе баланса водных секторов организма с программным обеспечением АВС — 01 «Медасс», можно сделать следующие выводы, что около 50% пациентов (52,2% — мужчин, 42,6% — женщин) имели снижение жировой массы. Лишь у 31,5% мужчин (29 пациентов) и у 23% женщин (14 пациентов) жировая масса находилась в пределах нормы. Избыточная жировая масса от-

мечалась у 16,3% мужчин (15 пациентов) и у 34,4% женщин (21 пациент).

Распределение больных, обследованных на анализаторе баланса водных секторов организма АВС — 01 «Медасс», по жировой массе (чел.,%)

Имея результаты содержания жира в организме пациентов, полученные при обследовании на анализаторе баланса водных секторов организма с программным обеспечением АВС — 01 «Медасс», а также фактический вес, можно рассчитать процент жировой массы. Принято считать, что если количество жировой массы составляет до 24%, то это — истощение; от 25 до 29 — норма; от 30 до 34% — избыточный вес; 35% и выше — ожирение.

Как видно на рисунке 1, что из всей совокупности обследованных имели истощение 70,4% больных, лишь 10,5% имели нормальный вес, а 10,7% и 8,3% соответственно избыточный и ожирение различной степени.

Тощая (безжировая) масса тела составляет примерно 75–85% от веса человека. Она является необходимым показателем для оценки основного обмена веществ,

Таблица 2. Распределение больных, обследованных на анализаторе баланса водных секторов организма ABC — 01 «Медасс», по тощей массе (чел.,%)

Тощая масса	Группы							
	1 (n=51)		2 (n=49)		3 (n=53)		Всего (n=153)	
	муж	жен	муж	жен	муж	жен	муж	жен
Понижена	3 (9,7%)	2 (10%)	0 (-)	1 (7,1%)	1 (3,8%)	1 (3,7%)	4 (4,3%)	4 (6,6%)
Норма	27 (87,1%)	17 (85%)	35 (100%)	13 (92,9%)	25 (96,2%)	25 (92,6%)	87 (94,6%)	55 (90,2%)
Повышена	1 (3,2%)	1 (5%)	0 (-)	0 (-)	0 (0%)	1 (3,7%)	1 (1,1%)	2 (3,2%)
Итого	31 (100%)	20 (100%)	35 (100%)	14 (100%)	26 (100%)	27 (100%)	92 (100%)	61 (100%)

Таблица 3. Распределение больных, обследованных на анализаторе баланса водных секторов организма ABC — 01 «Медасс», по активной клеточной массе (чел.,%)

Показатель	Группы							
	1 (n=51)		2 (n=49)		3 (n=53)		Всего (n=153)	
	муж	жен	муж	жен	муж	жен	муж	жен
Понижена	7 (22,6%)	5 (25%)	8 (22,9%)	3 (21,4%)	8 (30,8%)	7 (25,9%)	23 (25%)	15 (24,6%)
Норма	23 (74,2%)	15 (75%)	27 (77,1%)	11 (78,6%)	18 (69,2%)	20 (74,1%)	90 (73,9%)	46 (75,4%)
Повышена	1 (3,2%)	-	-	-	-	-	1 (1,1%)	-
Итого...	31 (100%)	20 (100%)	35 (100%)	14 (100%)	26 (100%)	27 (100%)	92 (100%)	61 (100%)

Таблица 4. Распределение больных, обследованных на анализаторе баланса водных секторов организма ABC — 01 «Медасс», по доле активной клеточной массе (чел.,%)

Показатель	Группы							
	1 (n=51)		2 (n=49)		3 (n=53)		Всего (n=153)	
	муж	жен	муж	жен	муж	жен	муж	жен
Понижена	14 (45,2%)	8 (40%)	16 (45,7%)	7 (50%)	12 (46,2%)	12 (44,4%)	42 (45,6%)	27 (44,3%)
Норма	16 (51,6%)	12 (60%)	19 (54,3%)	7 (50%)	14 (53,8%)	15 (55,6%)	49 (53,3%)	34 (55,7%)
Повышена	1 (3,2%)	-	-	-	-	-	1 (1,1%)	-
Итого...	31 (100%)	20 (100%)	35 (100%)	14 (100%)	26 (100%)	27 (100%)	92 (100%)	61 (100%)

то есть потребления энергии организмом, и используется для расчета суточного рациона питания. На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что при наступлении истощения тощая масса изменяется в меньшей степени и более чем у 90% больных остается в норме (табл. 2).

Активная клеточная масса — является частью массы тела без жира. Она состоит из мышц, органов, мозга и нервных клеток. При снижении веса очень важно терять именно жир и сохранить неизменной активную клеточную массу. Процентная доля активной клеточной

массы является частью участвующих в обмене веществ клеток в тощей массе. В норме она составляет для женщин свыше 50%, для мужчин — свыше 53%. Низкий показатель процентной доли активной клеточной массы служит индикатором недостаточного поступления питательных веществ в организм (см. табл. 3,4). Таким образом, результаты исследования показали, что если активная клеточная масса у 73,9% мужчин и 75,4% женщин остается в норме, то доля активной клеточной массы, находящейся в пределах нормы, зафиксирована только у 53,3% мужчин и у 55,7% женщин участвующих в исследовании.

Таблица 5. Распределение больных, обследованных на анализаторе баланса водных секторов организма ABC — 01 «Медасс», по скелетно-мышечной массе (чел.,%)

Скелетно-мышечная масса	Группы							
	1 (n=51)		2 (n=49)		3 (n=53)		Всего (n=153)	
	муж	жен	муж	жен	муж	жен	муж	жен
Понижена	5 (16,1%)	2 (10%)	4 (11,4%)	2 (14,3%)	2 (7,7%)	3 (11,1%)	11 (12,1%)	7 (11,5%)
Норма	24 (77,4%)	16 (80%)	27 (77,2%)	10 (71,4%)	21 (80,8%)	22 (81,4%)	71 (77,1%)	48 (78,7%)
Повышена	2 (6,5%)	2 (10%)	4 (11,4%)	2 (14,3%)	3 (11,5%)	2 (7,4%)	9 (9,8%)	6 (9,8%)
Итого	31 (100%)	20 (100%)	35 (100%)	14 (100%)	26 (100%)	27 (100%)	92 (100%)	61 (100%)

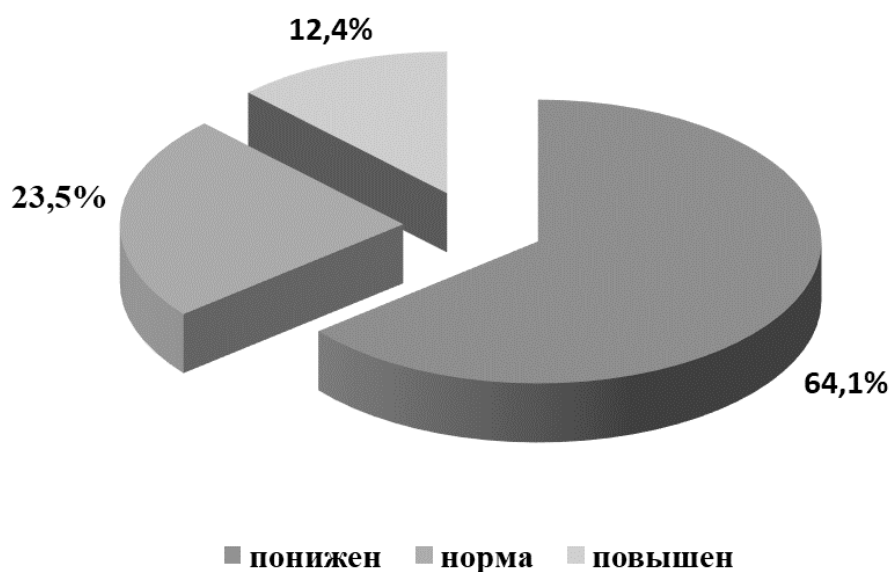


Рис. 2. Распределение больных, обследованных на анализаторе баланса водных секторов организма ABC — 01 «Медасс», по основному обмену веществ

Не менее важным компонентом тела является скелетно-мышечная масса, составляющая в среднем 30–40% от общего веса, масса скелетных мышц зависит от уровня физической активности и пищевого фактора.

Как видно из данных приведенных в таблице 5, лишь у 77,1% мужчин и 78,7% женщин показатель скелетно-мышечной массы находился в пределах нормы, понижен у 12,1% и 11,5% соответственно, повышен у 9,8% как у мужчин, так и у женщин.

Вода, как составляющая в организме пациентов находится во всех клетках и жидкостях, осуществляет транспортировку питательных веществ в организме человека. Общая жидкость (кг), как показатель — характеризует суммарное содержание в организме внутриклеточной,

и внеклеточной воды. В норме общая жидкость составляет около 73% тощей массы и 15% жировой ткани организма.

Внеклеточная жидкость (кг), как показатель — представляет наиболее мобильный компонент жидких фракций организма: межклеточную жидкость и плазму крови. Наиболее распространенные виды отеков носят межклеточный характер. Повышенные значения внеклеточной жидкости могут указывать на наличие кардиогенного или нефрогенного отека, которые происходят в результате задержки жидкости из-за чрезмерного потребления соли, при локальных отеках конечностей из-за сосудистых нарушений. Поэтому определение содержания воды в организме является обязательным. Как установлено результатами проведенного исследования,

Таблица 6. Распределение респондентов по обмену веществ, обследованных на анализаторе баланса водных секторов организма ABC — 01 «Медасс», (чел.,%)

Обмен веществ	Группы							
	1 (n=51)		2 (n=49)		3 (n=53)		Всего (n=153)	
	муж	жен	муж	жен	муж	жен	муж	жен
До 100 ккал	4 (12,9%)	1 (5%)	3 (8,6%)	1 (7,2%)	3 (11,5%)	7 (25,9%)	10 (10,8%)	9 (14,8%)
От 101 до 200 ккал	6 (19,4%)	4 (20%)	7 (20%)	3 (21,4%)	5 (19,3%)	10 (37,1%)	18 (19,6%)	17 (27,8%)
От 201 до 300 ккал	10 (32,3%)	10 (50%)	12 (34,3%)	7 (50%)	10 (38,5%)	6 (22,2%)	32 (34,8%)	23 (37,7%)
От 301 до 400 ккал	9 (29%)	5 (25%)	12 (34,3%)	3 (21,4%)	7 (26,9%)	3 (11,1%)	28 (30,4%)	11 (18,1%)
От 401 ккал и более	2 (6,4%)	-	1 (2,8%)	-	1 (3,8%)	1 (3,7%)	4 (4,4%)	1 (1,6%)
Итого...	31 (100%)	20 (100%)	35 (100%)	14 (100%)	26 (100%)	27 (100%)	92 (100%)	61 (100%)

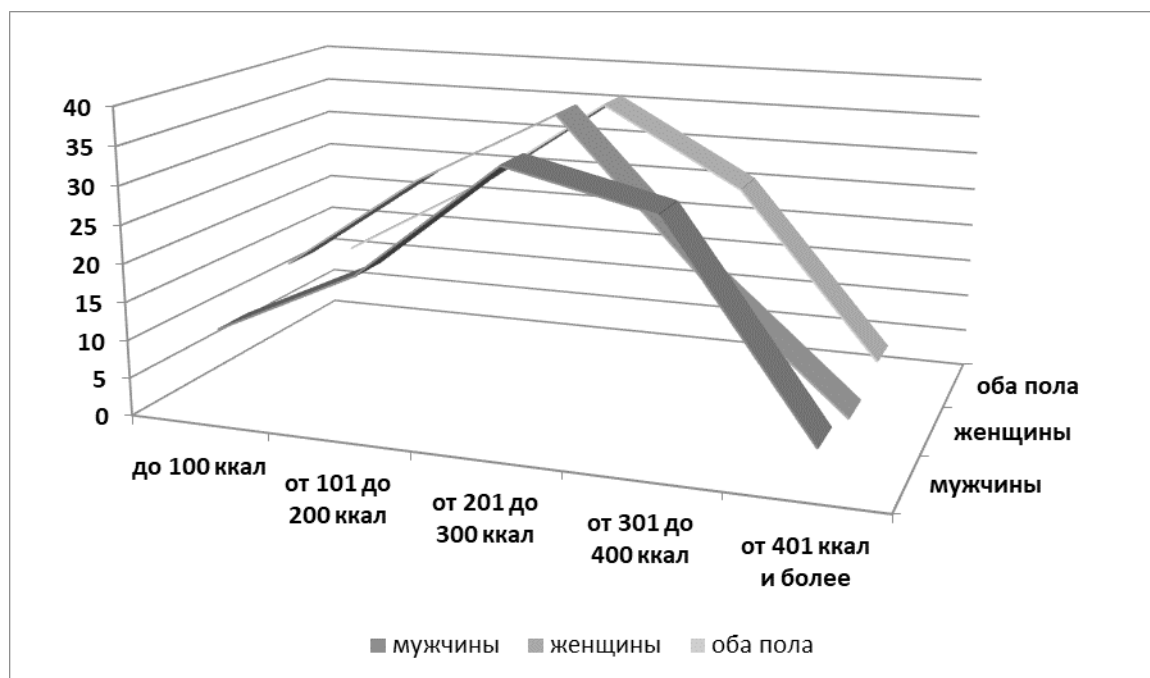


Рис. 3. Распределение больных, обследованных на анализаторе баланса водных секторов организма ABC — 01 «Медасс», по обмену веществ

показатель общей жидкости относительно стабильный и, несмотря на тяжесть заболевания в 92,8% остается в норме.

Полученные результаты измерения водных секторов организма могут быть основанием для заключения об уровне основного обмена веществ у пациентов. Основной обмен — это количество энергии, расходуемой в организме за сутки на поддержание функциони-

рования всех его составляющих. Принято считать, что мужчина среднего возраста и среднего роста (35 лет, рост 165 см) потребляет в среднем 1700 ккал, женщина на 10% меньше.

В результате проведенных нами исследований состояния больных генерализованными формами органов пищеварения на анализаторе баланса водных секторов организма ABC — 01 «Медасс», было установлено, что

основной обмен был понижен у 98 пациентов (64,1%), лишь у 36 (23,5%) — остался в пределах нормы, а у 19 больных (12,4%) был повышен (рис. 2).

Основную долю больных с пониженным обменом веществ составили лица со снижением потребления питательных веществ от 101 до 400 ккал, причем от 101 до 300 ккал у женщин и от 201 до 400 ккал у мужчин (рис. 3, табл. 6). Кроме того, у мужчин чаще (более чем в 2 раза) встречаются тяжелые формы нарушения обмена веществ от 401 и более ккал.

Подводя итоги обследования больных генерализованными формами рака органов пищеварения с использованием анализатора баланса водных секторов организма, можно сделать следующие выводы:

1. У больных генерализованными формами рака органов пищеварения отмечается нарушения во всех водных секторах организма. Имеет место снижение: жировой массы у 50% пациентов (лишь у 31,5% мужчин и у 23% женщин жировая масса находилась в пределах нормы); активной клеточной массы и доли активной клеточной массы (активная клеточная масса лишь у 73,9% мужчин и 75,4% женщин остается в норме, а доля

активной клеточной массы, находящихся в пределах нормы, зафиксирована только у 53,3% мужчин и у 55,7% женщин); скелетно-мышечной массы у 12,1% и 11,5% соответственно (лишь у 77,1% мужчин и 78,7% женщин показатель скелетно-мышечной массы находился в пределах нормы). Показатель общей жидкости относительно стабильный и, несмотря на тяжесть заболевания, у 92,8% пациентов остается в пределах нормы.

2. Среди больных, участвующих в исследовании, имели истощение 70,4% больных, основной обмен был понижен у 64,1% больных. Нарушение основного обмена у мужчин встречается чаще и протекает более в тяжелой форме чем у женщин.

Таким образом, полученные результаты исследований на анализаторе баланса водных секторов организма с программным обеспечением ABC-01 «Медасс» позволяют грамотно оценить нутритивный статус больных генерализованными формами рака, разработать индивидуальную коррекцию массы тела путем использования нутритивной поддержки, что позволяет улучшить качество и продолжительность жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Герилович, Л.В. Нерешенные вопросы нутритивной поддержки в онкохирургии / Л.В. Герилович, И.Н. Лейдерман, О.Г. Еремеева // Вестник интенсивной терапии. — 2014. — № 1. — С. 45–49.
2. Оценка эффективности различных вариантов нутритивной поддержки у больных с колоректальным раком в раннем послеоперационном периоде / О.А. Мальков, В.И. Куракин, А.О. Гирш и др. // Сибирский медицинский журнал. — 2012. — Т. 109, № 2. — С. 30–33.
3. Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. М.: Наука, 2009. 392 с.
4. Руднев С.Г., Соболева Н.П., Стерликов С.А. Биоимпедансное исследование состава тела населения России. М., 2014. 493 с.
5. Анищенко А.П., Архангельская А.Н., Рогозная Е.В. Сопоставимость антропометрических измерений и результатов биоимпедансного анализа // Вестник новых мед. технологий. — 2016. Т. 23, № 1. — С. 138–141.
6. Синдеева Л.В., Петрова М.М., Николаев В.Г. Анатомические и биоимпедансометрические показатели — маркеры физического здоровья женского населения // Соврем. проблемы науки и образования. 2015. Вып. 5. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=21638> (дата обращения: 14.12.2016).
7. Русякова Д.С., Щербакова М.Ю., Гаппарова К.М. Современные методы оценки состава тела // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. — 2012. Вып. 8. — С. 71–81.
8. Торнунев Ю.В., Непомнящих Д.Л., Никитюк Д.Б. Диагностические возможности неинвазивной биоимпедансометрии // Фундаментальные исследования. 2014. Вып. 10–4. — С. 782–788.
9. Enteral versus parenteral nutrition in critically ill patients: an updated systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials / G. Elke, A.R.H. van Zanten, M. Lemieux, et al. // Critical Care. — 2016. — № 20. — P. 117.
10. Eickemberg M., Oliveira C.C., Roriz A.K. Bioelectrical impedance and visceral fat: a comparison with computed tomography in adults and elderly // Arch. Bras. Endocrinol. Metabol. 2013. Vol. 57, N1. — P. 27–32.
11. Khalil S., Mohktar M., Idrahim F. The theory and fundamentals of bioimpedance analysis in clinical status monitoring and diagnosis of disease // Sensors (Basel). 2014. Vol. 14, N6. — P. 10895–10928.

© Петрова Ольга Михайловна (foxy1906@mail.ru),

Кудряшова Любовь Николаевна (kudryashovaln@onkorb.ru), Петрова Марина Владимировна (marinapetrova.03@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РЕДКАЯ АНОМАЛИЯ КОРОНАРНЫХ СОСУДОВ: АНОМАЛЬНОЕ ОТХОЖДЕНИЕ ПЕРЕДНЕЙ МЕЖЖЕЛУДОЧКОВОЙ ВЕТВИ ЛЕВОЙ КОРОНАРНОЙ АРТЕРИИ ОТ СТВОЛА ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ

RARE ANOMALY OF THE CORONARY VESSELS: ANOMALOUS ORIGIN ANTERIOR DESCENDING ARTERY FROM PULMONARY ARTERY

**V. Podzolkov
K. Petrosyan
G. Dadabaev
A. Karaev**

Summary. Aim: description of the case of the diagnosis of a rare coronary artery anomaly — the anterolateral branch of the left coronary artery from the pulmonary artery.

Materials and methods. Patient Sh., 5 years old got admitted to A.N. Bakoulev National Medical Research Center of Cardiovascular Surgery in a planned manner. From the anamnesis it is known: she does not make any complaints, she often has colds from her mother's words, when she undergoes routine clinical examination, according to echocardiography, coronary pulmonary fistula is suspected. Independently turned to the polyclinic was hospitalized for the purpose of instrumental diagnosis and verification of the diagnosis. The patient was carried out echocardiography, selective coronary angiography and multispiral computed tomography.

Results. Based on the clinical picture of the disease, objective and instrumental examinations were diagnosed: Congenital heart disease. Abnormal departure of LAD from the trunk of the pulmonary artery. The main diagnostic method allowed to diagnose was selective coronary angiography: the type of dominant blood supply of the myocardium is right. The envelope artery departs from the left coronary sinus. The anterior and interventricular branch is filled through intersystem collaterals from the right coronary artery, and there is an ejection of contrast material into the pulmonary artery trunk.

Keywords: congenital malformation, coronary arteries, rare anomaly, coronarangiography.

Подзолков Владимир Петрович

Д.м.н., академик РАН, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России

Петросян Карен Валерьевич

Д.м.н., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России

Дадабаев Гуламжан Мураджанович

К.м.н., м.н.с., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России

Караев Аслан Викторович

*К.м.н., м.н.с., ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава России
karaev8@ya.ru*

Аннотация. Цель исследования: демонстрация случая редкой аномалии коронарных сосудов — отхождения передней межжелудочковой артерии (ПМЖВ) левой коронарной артерии от ствола легочной артерии (ЛА).

Материалы и методы. Пациент Ш. 5 лет, поступил в ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России в плановом порядке. На момент осмотра ребенок жалоб не предъявлял. Со слов мамы, часто болеет простудными заболеваниями, при прохождении плановой диспансеризации (по данным ЭхоКГ) была заподозрена коронарорегочная фистула. Пациентка была госпитализирована в ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России с целью проведения инструментальной диагностики и верификации диагноза. Пациенту был выполнен весь спектр диагностических исследований, включая эхокардиографию, селективную коронарографию и мультиспиральную компьютерную томографию.

Результаты. На основании клинической картины заболевания, данных объективного и инструментального обследований поставлен диагноз: врожденный порок сердца, аномальное отхождение ПМЖВ от ствола легочной артерии. Главным диагностическим методом, позволившим окончательно поставить диагноз, стала селективная полипроекционная коронарография, по данным которой отмечалась контрастирование ПМЖВ по межсистемным коллатералям из правой коронарной артерии, с выбросом контрастного вещества в ствол легочной артерии.

Ключевые слова: врожденный порок, коронарные артерии, редкая аномалия, коронароангиография.

Аномальное отхождение левой коронарной артерии от легочной артерии, также известный как синдром Бланда — Уайта — Гарланда (СБУГ), является очень редкой врожденной аномалией, поражающей 1 из 300 000 новорожденных, и на ее долю приходится 0,46% случаев от всех врожденных пороков сердца (ВПС)[1]. При этом редком врожденном заболевании, левая коронарная артерия отходит от легочной артерии и перфузия левого желудочка, таким образом, зависит от развития коллатералей от правой коронарной артерии, которая берет начало из правого синуса Вальсальвы. Несмотря на свою редкость, это одна из наиболее частых причин ишемии и инфаркта миокарда у детей.

Еще более редким вариантом СБУГ, является аномальное отхождение переднемежжелудочковой ветви (ПМЖВ) левой коронарной артерии, которая впервые была описана J. Edwards в 1954 году, характеризуется разнообразием клинических проявлений[2]. В большинстве случаев, заболевание манифестируется симптомами ишемической болезни и основным методом диагностики порока является АКГ — исследование.

Мы представляем описание нашего наблюдения аномального отхождения ПМЖВ левой коронарной артерии от ствола легочной артерии.

Пациент М., 5 лет, (рост 112см, вес 18кг.) поступил в ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России в плановом порядке. Со слов матери ребенок активный, хорошо переносит физические нагрузки, занимается художественной гимнастикой, но часто болеет простудными заболеваниями. Из анамнеза: ребенок наблюдается у кардиолога по месту жительства по поводу открытого овального окна, в возрасте 1 года снят с учета. В возрасте четырех лет, при прохождении плановой диспансеризации, заподозрен дефект межжелудочковой перегородки и коронарорегочная фистула. В связи с этим обратились в поликлинику ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России и пациент госпитализирован с целью проведения инструментальной диагностики и верификации диагноза.

При поступлении в отделение общее состояние больного удовлетворительное, кожные покровы бледно-розовые, не изменены. Дыхание везикулярное, хрипов нет. Частота дыхательных движений — 18 в минуту. Грудная клетка правильной формы. Верхушечный толчок в типичном месте. Тоны сердца ритмичные. Частота сердечных сокращений равна пульсу и составляет 76 уд/мин. Артериальное давление 100/60 мм рт.ст. Живот мягкий, безболезненный. Печень расположена справа, не увеличена. Мочеполовая система без особенностей.

По данным *электрокардиографии* (ЭКГ) ритм синусовый (75 уд/мин), электрическая ось сердца нормальная, нарушение проводимости не зарегистрировано. Ишемические изменения отсутствуют(рис.1).

По данным *эхокардиографического исследования*: камеры сердца без особенностей, не расширены, сократительная способность миокарда сохранена, фракция выброса левого желудочка (ФВ) — 66%. Межжелудочковая перегородка (МЖП) интактна. В толще МЖП отмечаются расширенные коронарные артерии. Правая коронарная артерия отходит типично. Имеются признаки отхождения левой коронарной артерии от ствола легочной артерии.

По данным *селективной коронарографии*: тип кровоснабжения миокарда — правый; от левого коронарного синуса отходит ствол левой коронарной артерии, который продолжается огибающей ветвью(ОВ), с отсутствием антеградного контрастирования ПМЖВ. Правая коронарная артерия (ПКА), отходит от правого коронарного синуса — крупная, без особенностей. При длительной съемки из ЛКА и ПКА, отмечаются обширные коллатерали, по которым визуализируется прямое, аномальное соединение ПМЖВ со стволом легочной артерии (рис. 2, 3). Контрастное вещество в полном объеме поступает в ствол ЛА. Заключение: врожденный порок сердца. Аномальное отхождение ПМЖВ от ствола ЛА.

На рисунке показана аномально отходящая ПМЖВ от ЛА(А), которая заполняется при введении рентгенконтрастного вещества в огибающую и правую коронарную артерии. При этом виден выброс рентгенконтрастного вещества в ЛА через ПМЖВ(Б).

При селективной ангиографии из левого коронарного синуса, антеградно заполняется только ОВ левой коронарной артерии(А), контрастирование ПМЖВ отсутствует(Б).

В целях уточнения анатомии ПМЖВ и других коронарных артерий проведена *мультиспиральная компьютерная томография*. По данным которой выявлено: от левого коронарного синуса аорты отмечается отхождение ОВ. От левой задне-боковой стенки ствола ЛА, на 7 мм дистальнее клапана, отходит ПМЖВ (рис. 4). В толще МЖП определяются расширенные сосуды. ПКА отходит типично, прослеживается на всем протяжении.

Красными стрелками указана аномально отходящая переднемежжелудочковая ветвь от ствола легочной артерии в переднезадней(А) и левой косой проекции (Б).

Учитывая относительно бессимптомный статус и хорошую толерантность к физической нагрузке, паци-

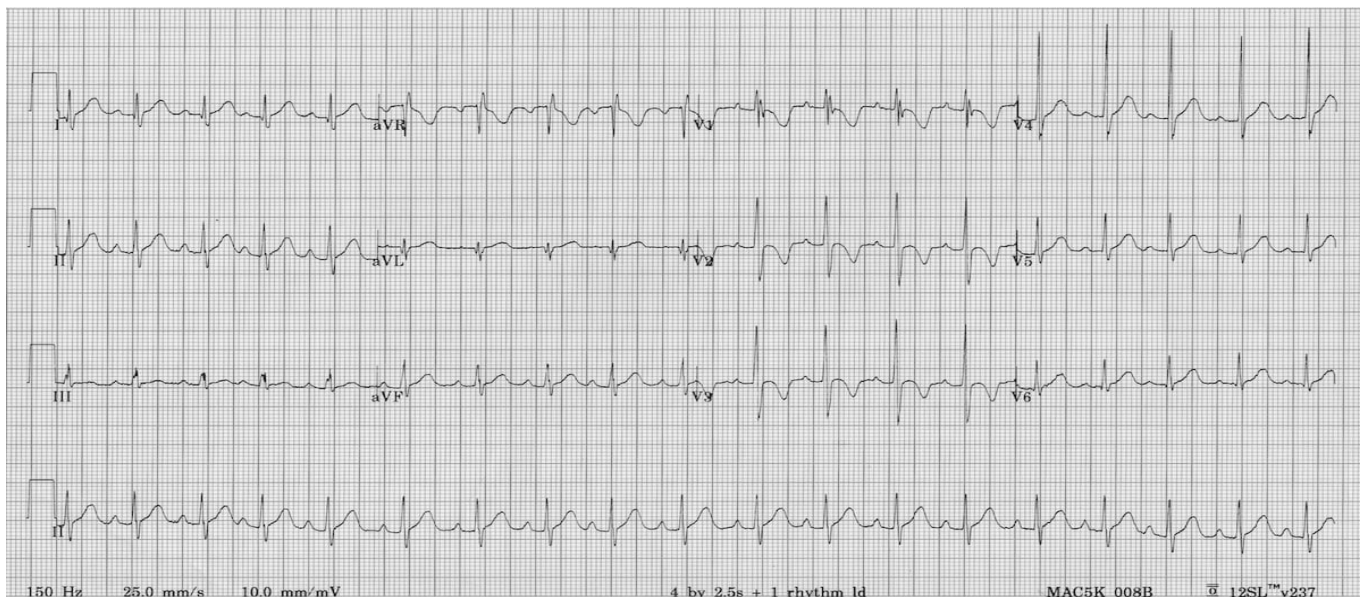


Рис. 1. Электрокардиограмма

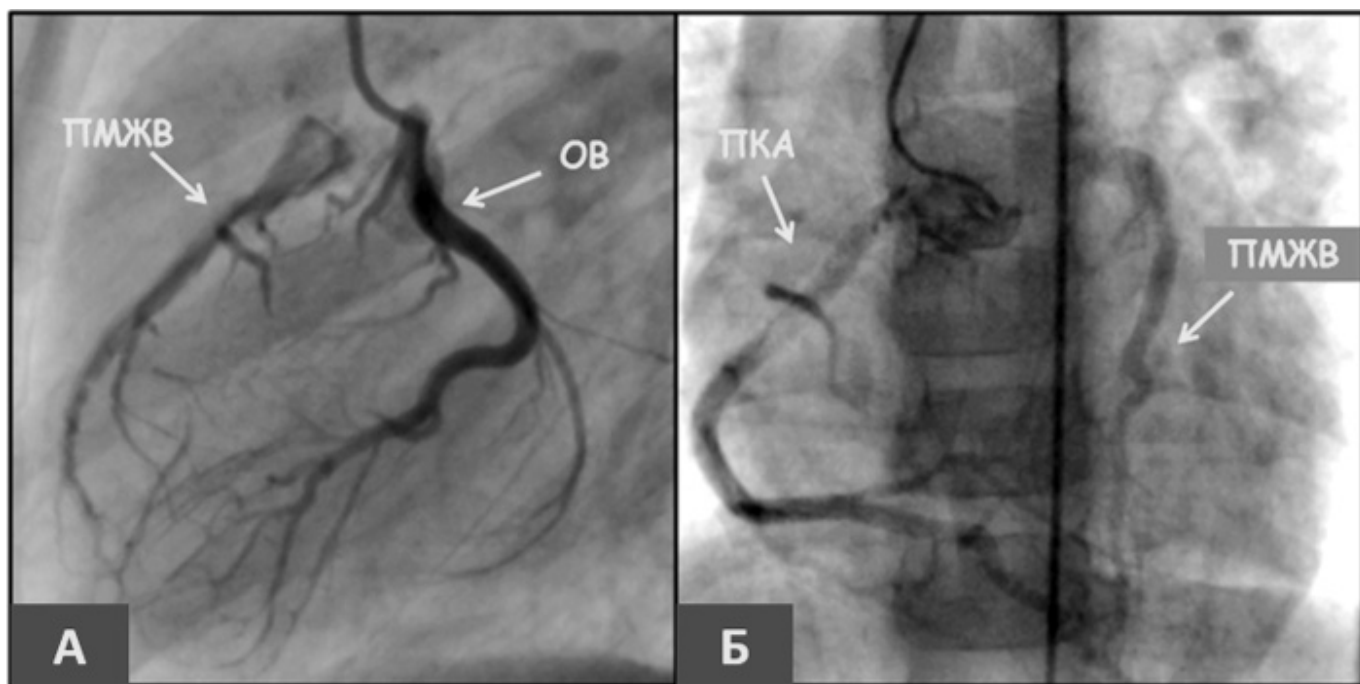


Рис. 2. Селективная коронарография ОВ и ПКА

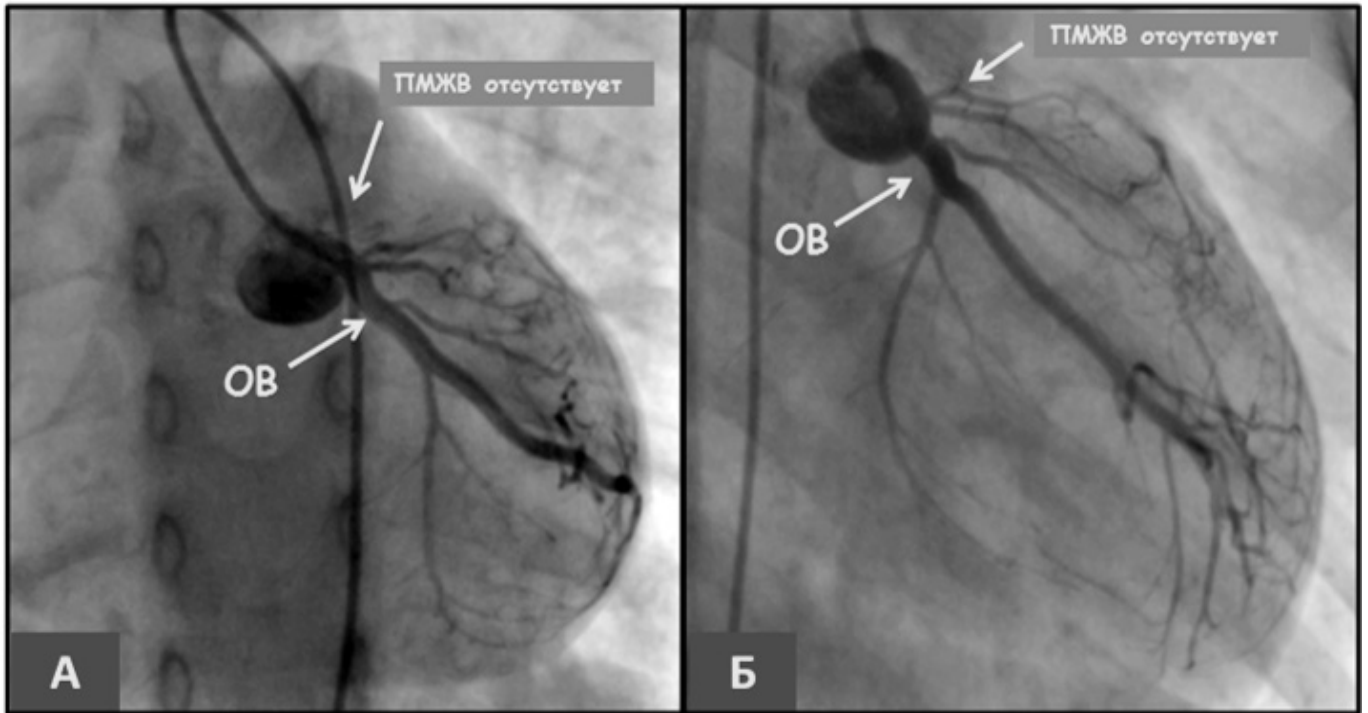


Рис. 3. Селективная коронарография из ЛКА



Рис. 4. Мультиспиральная компьютерная томография сердца и магистральных артерий

ент выписан, рекомендовано наблюдение кардиолога по месту жительства.

Обсуждение

Аномальное отхождение ПМЖВ от легочной артерии является очень редкой аномалией, описание которой имеет незначительное количество в мировой литературе. Коллектив авторов G. Murat и F. Cellier, описали свои наблюдения двух пациентов с аномально отходящей ПМЖВ от ЛА, которые обращалась к врачу с жалобами на стенокардию, у одного пациента в анамнезе был инфаркт миокарда [3]. В другой серии описания данного редкого порока, авторы описывают наблюдение четырех взрослых пациентов. У первого пациента ВПС манифестировался появлением одышки и ортопноэ, у второго болью в груди и эпизодами неустойчивой желудочковой тахикардии. Третья пациентка поступила

во время беременности с болью в груди, сердцебиением и аритмией. У четвертого пациента развилась внезапная сердечная смерть. В заключении описания авторы пришли к выводу, что при выявлении аномалии отхождения ПМЖВ от ЛА, при возможности, всегда выполнять хирургическую коррекцию во избежание прогрессирования ишемии, застойной сердечной недостаточности, аритмии и внезапной смерти. [4].

Описанный нами случай уникален, так как пациент хорошо переносил физические нагрузки и имел сохранную функцию левого желудочка, которая обусловлена хорошо развитой сетью коллатерального кровотока.

Пациент находится под динамическим наблюдением, при возникновении жалоб или ухудшения клинических показателей, будет госпитализирован для оценки клинического состояния и определения тактики лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л.А. Бокерия, И.И. Беришвили. Хирургическая анатомия венечных артерий. 2003 г. С 260–264.
2. Edwards J.E, White N.K. Anomalies of the coronary arteries; report of four cases. Arch Pathol (Chic). 1954 Jun; 45 (6):766–71. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=WHITE%20NK%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=18099650
3. Gurbuz Murat, François Cellier, Bertand Leobon, Nicolas Boudou. Asymptomatic anomalous origin of left anterior descending artery from the pulmonary artery and multiple atherosclerotic stenoses revealed by silent ischaemia. Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery, Volume 20, Issue 2, February 2015, Pages 283–284, <https://doi.org/10.1093/icvts/ivv347>
4. Carlos Eduardo Vergara-Uzategui, Barbara das Neves, Pablo Salinas, Antonio Fernández-Ortiz, Iván J Núñez-Gil. Anomalous origin of coronary arteries from pulmonary artery in adults: a case series. European Heart Journal — Case Reports, Volume 4, Issue 2, June 2020, Pages 1–5.

© Подзолков Владимир Петрович, Петросян Карен Валерьевич,
Дадабаев Гуламжан Мураджанович, Караев Аслан Викторович (karaev8@ya.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

DOI10.37882/2223–2966.2022.07.34

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИЮ ГЕНИТОУРИНАРНОГО МЕНОПАУЗАЛЬНОГО СИНДРОМА

INNOVATIVE APPROACHES TO THE DIAGNOSIS AND TREATMENT OF GENITOURINARY MENOPAUSAL SYNDROME

*I. Sakhautdinova
L. Ziganshina*

Summary. This article is devoted to the study of innovative approaches to the diagnosis and treatment of genitourinary menopausal syndrome (GUMS), based on the studies of domestic and foreign scientists. The high prevalence of genitourinary disorders among menopausal women and the multifactorial nature of this disease are triggers for the search for effective methods of prevention and correction. This article discusses the effectiveness of such diagnostic methods as examination of the vagina, microscopic examination of the vagina, transabdominal sonography. Treatment of patients with HUMS is a laborious, lengthy and rather complex task.

Keywords: genitourinary disorders, postmenopause, vagina, research, symptoms, therapy.

Сахаутдинова Индира Венеровна

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Башкирский
государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Уфа
indira2172@yandex.ru*

Зиганшина Лиана Замировна

*Ассистент, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный
медицинский университет» Минздрава России, г. Уфа
lz.ziganshina85@mail.ru*

Аннотация. Данная статья, посвящена изучению инновационных подходов к диагностике и лечению генитоуритарного менопаузального синдрома (ГУМС), на основании проведенных исследований отечественных и зарубежных ученых. Высокая распространенность генитоуритарных расстройств среди женщин менопаузального периода и мультифакторность данного заболевания, являются триггерами для поиска эффективных методик профилактики и коррекции. В данной статье рассмотрена эффективность таких диагностических методов как осмотр влагалища, микроскопическое исследование влагалища, трансабдоминальная сонография. Лечение пациенток с ГУМС представляет собой трудоемкую, длительную и достаточно сложную задачу.

Ключевые слова: генитоуритарные расстройства, постменопауза, влагалище, исследования, симптоматика, терапия.

В настоящее время значительно вырос интерес к проблеме здоровья женщин перименопаузального периода. Это послужило причиной того, что современная популяция женщин проводит одну треть жизни в состоянии постменопаузы. Так, по данным ВОЗ, уже в 2018 году половина населения планеты состоит из женщин старше 45 лет.

В связи с этим особое медико-социальное значение приобретают факторы, которые определяют качество жизни женщин этого возраста. К их числу относятся проблемы, связанные с профилактикой, диагностикой и лечением патологических состояний. Одним из существенных звеньев патогенеза является дефицит эстрогенов, вследствие возрастного угасания функции яичников.

Желание современной женщины вести активный образ жизни, увеличить продолжительность жизни после наступления естественной менопаузы подразумевают под собой повышение качества жизни и здоровья, а это зависит как от лечащего врача, так и от пациентки. Появление вазомоторных симптомов (приливы, холодный

или ночной пот), развивающихся с различной интенсивностью в условиях дефицита половых гормонов, является сигналом наступления климактерия и биомаркером возможных нарушений со стороны сердечно-сосудистой системы, остеопороза и других заболеваний, но, как правило, прогрессирования процесса не наблюдается, и при правильном подходе купируются в «зародыше» [1].

Наряду с вазомоторной симптоматикой дефицит эстрогенов вызывает более серьезные нарушения, существенно снижающие качество жизни в позднем репродуктивном, пери- и постменопаузальном периодах. Ранний и кардинальный симптом, развивающийся на этом фоне — сухость влагалища 27–55%, как проявление вульвовагинальной атрофии (ВВА), также можно наблюдать жжение и зуд во влагалище — 18%, диспареунию — 33–41%. Атрофические процессы затрагивают всю анатомию влагалища — соединительнотканную и мышечную структуры, мышцы тазового дна, уретру [2].

Исследования, проведенные в последние годы, показывают, что распространение ВВА в мире составляет

36–90% в пери- и постменопаузе, около 19% в позднем репродуктивном периоде [7]. Но даже столь высокая частота заболевания не приводит пациенток на прием к врачу, и как следствие терапия начинается при манифестации процесса [8].

Несмотря на тяжесть симптомов, высокую частоту встречаемости и прогрессирующее течение — термин вульвовагинальная атрофия не описывает весь спектр и всю суть менопаузальных симптомов, вызванных изменениями в вульве и влагалище, нижних мочевыводящих путях, вследствие дефицита эстрогенов [3]. Поэтому в 2014 г. ISSWSH и NAMS, а в 2015 г. в РФ принят новый термин — генитоуринарный синдром (ГУМС), который наиболее точно и исчерпывающе характеризует состояние, возникающее в постменопаузальном периоде и сопровождается клиническими проявлениями [3].

Генитоуринарные расстройства представляют собой комплекс симптомов, сопровождающихся развитием атрофических и дистрофических процессов в эстрогенозависимых тканях (влагалище, уретра, мочевого пузыря, нижняя треть мочеточников, связки и мышцы тазового дна) [4]. Острая нехватка эстрогенов в женском организме провоцирует истончение многослойного плоского эпителия, уменьшение количества лактобактерий и повышению pH влагалища, что в свою очередь приводит к нарушению биоценоза и беспрепятственному развитию воспалительной реакции рецидивирующего характера [5]. На фоне дефицита эстрогенов снижается уровень гликогена в уротелии, повышается уровень pH, что влечет риск развития восходящей урологической инфекции. Следует отметить, что патогенез ГУМС не ограничивается дефицитом только эстрогенов и прогестерона. Большое значение имеет также уровень мужских половых гормонов. Исследования показали, что наблюдается прямая связь между уровнем андрогенов и клиникой ГУМС. Чем выше было содержание тестостерона у испытуемых, тем реже наблюдались тяжелые проявления ГУМС, что объясняется значительной экспрессией в урогенитальном тракте рецепторов к андрогенам и возможностью частично компенсировать ситуацию за счет их анаболического эффекта [9].

Высокая распространенность генитоуринарных расстройств среди женщин менопаузального периода и мультифакторность данного заболевания, являются триггерами для поиска эффективных методик профилактики и коррекции.

Диагностика ГУМС не составляет особых сложностей для врача, и в ее основе, несомненно, лежит доверительное общение пациентки и врача, которое позволяет на основе жалоб на диспареунию заподозрить патологию [10]. В исследовании AGATA, проводимом среди

итальянок, проходивших плановый осмотр акушера-гинеколога, ГУМС был установлен у 64,7–84,2% из них в зависимости от длительности постменопаузы [7]. Поэтому раннее начало необходимой терапии у данных пациенток, позволило остановить прогрессирование процесса в 59,7% случаев [10].

Осмотр влагалища достаточно информативен и позволяет предположить, а в ряде случаев установить диагноз ГУМС. Характерными симптомами являются короткое и узкое влагалище, сглаживание складок, снижение объема трансудата, истончение и бледность слизистых оболочек малых половых губ, вульвы и влагалища, возможны петехии. При присоединении инфекционно-воспалительного процесса появляются характерные признаки в виде гиперемии и различного рода патологических белей [7].

Микроскопическое исследование вагинального эпителия демонстрирует прогрессирующее преобладание парабазальных клеток с меньшим количеством промежуточных и поверхностных клеток, что является «гормональным зеркалом», отражающим дефицит половых стероидов [11].

Показатель индекса здоровья влагалища, оцениваемый по 5 параметрам (эластичность влагалища, трансудат, pH, эпителий, влажность), дает нам клиническую оценку, определяющую степень атрофии в мочеполовом тракте. Сумма баллов варьирует от 5 до 25, где с уменьшением количества баллов, увеличивается степень вагинальной атрофии.

В исследованиях зарубежных авторов предпринимаются попытки использовать трансабдоминальную сонографию для определения толщины влагалищной стенки [11]. Полученные промежуточные итоги не позволяют с полной уверенностью судить об эффективности данного диагностического метода, но данный подход мог бы оказаться полезным в оценке как исходного состояния вагинального эпителия, так и динамики его в процессе лечебных мероприятий.

Лечение пациенток с ГУМС представляет собой трудоемкую, длительную и достаточно сложную задачу. Целевым показателем терапии является корригирование клинических симптомов, профилактика рецидивов и несомненно — улучшение качества жизни женщины в климактерическом периоде [2].

Тот факт, что в патогенезе заболевания лежит дефицит эстрогенов, терапия эстрогенами является золотым стандартом лечения ГУМС. Все клинические рекомендации по лечению ГУМС сходятся во мнении, что наиболее распространенным и эффективным методом лече-

ния является системная или локальная гормональная терапия эстрогенами в различных формах, так как она достаточно быстро улучшает индекс созревания влагалищного эпителия (ИС) и толщину слизистой оболочки влагалища, снижает pH влагалища и устраняет симптомы заболевания [6]. Если клиника ГУМС сочетается с вегетативными и психоэмоциональными проявлениями климактерия, то используется системная менопаузальная гормональная терапия.

В случаях, когда у пациентки исключительно симптомы ГУМС, предпочтение отдается локальной терапии эстриолом в виде свечей, крема или капсул, позволяющей избежать большинства системных побочных эффектов. Исследования показывают высокую эффективность локальной терапии эстриолом, которая составляет 80–90%, что выше чем системная МГТ устраняющая симптомы ГУМС лишь в 75% случаев [6]. Из природных эстрогенов человеческого организма эстриол имеет самый короткий период полувыведения и наименьшую биологическую активность, что практически исключает риск развития эндометриоза, а учитывая слабое пролиферативное действие на эндометрий, дополнительное введение прогестагена не требуется. Многочисленные исследования показали, что ежедневное применение эстриола в дозе 0,5 мг и 1 мг оказывает выраженный пролиферативный эффект на эпителий влагалища. В связи с этим в Российской Федерации в качестве средств первой линии рекомендуют препараты, содержащие 0,5 и 0,2 мг эстриола [12]. Локальное применение эстриолсодержащих препаратов является безопасным и эффективным подходом к предотвращению и лечению ГУМС, не имеющим ограничений по возрастному аспекту и длительности лечения. Положительным моментом терапии эстриолом, является то, что референсные значения, характерные для физиологического течения постменопаузы, не поднимаются выше нормы. Это обстоятельство особенно важно для пациенток с высоким риском рака молочной железы или перенесших это заболевание [12].

В целях нормализации микрофлоры, наряду с гормональной терапией, могут быть добавлены лиофилизированные лактобактерии и /или прогестерон для усиления секреторной трансформации вагинального эпителия [12].

В западных странах активно изучается новое направление коррекции ГУМС андрогенами для местного применения [10]. Доклинические исследования препаратов, содержащих эндогенный дегидроэпиандростерон выявили усиление коллагеновых и мышечных слоев влагалищной стенки, а также улучшение иннервации и кровоснабжения влагалища [13]. Использование данных препаратов связано со значительным улучшением

созревания эпителиальных клеток влагалища, снижением pH влагалищного секрета при неизменных сыровоточных уровнях эстрадиола и тестостерона. В результате его применения снижается диспареуния и другие объективные и субъективные проявления ГУМС [13], но эффективность андрогенов в целях лечения ГУМС требует дальнейшего изучения.

Если у пациентки есть противопоказания к гормональному лечению или в дополнение к нему, для уменьшения сухости влагалища и поддержания сексуальной активности целесообразно назначение увлажнителей [13], причем последние могут дополнительно оказывать трофический эффект.

В комплексное лечение ГУМС, наравне с медикаментозной терапией, особенно у женщин в постменопаузе с недержанием мочи, эффективно проводить тренировки мышц тазового дна, которые позволяют улучшить трофику тканей и служат средством профилактики пролапса [13].

Исследование, проведенное отечественными акушерами-гинекологами по использованию физиотерапевтических методов лечения, а именно фракционная абляция CO₂-лазером, показало значительное уменьшение (~90%) как субъективных симптомов (сухость, зуд, жжение, диспареуния), так и клинических признаков. Под воздействием лазера произошло увеличение толщины плоского эпителия, улучшилось кровоснабжение и повысилась упругость стенок влагалища.

Таким образом, ГУМС — это собирательный термин, который объединяет в себе симптомы и признаки, ухудшающие качество жизни большей половине женщин в постменопаузе. Несмотря на достаточную изученность клинических симптомов генитоуринарного менопаузального синдрома на современном этапе, раннее выявление заболевания, а в последующем раннее начало терапии составляет для акушера-гинеколога проблему, так как женщины зачастую не акцентируют на симптомы ни свое внимание, ни внимание врача. В качестве основной терапии, применяемой сегодня, используются препараты эстрогенов для локального применения или системная менопаузальная гормональная терапия. Но не стоит забывать о дополнительных методах, которые, на фоне основного лечения, позволяют объективно улучшить клинику ГУМС (вагинальные увлажнители, смазочные средства, восстановление микробиоты влагалища, тренировка мышц тазового дна и другие). Влияние генитоуринарного менопаузального синдрома на жизнь и здоровье большей части женского населения планеты в возрасте климактерия подталкивает отечественных и зарубежных ученых на поиски новых, эффективных и безопасных способов лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гречканев Г.О., Мотовилова Т.М., Клементе Х.М., Никишов Н.Н., Крупинова Д.С., Гагаева Ю.А., Щерина А.В., Гулян Ж.И. Патогенез и патогенетическое лечение менопаузального генитоуринарного синдрома (обзор литературы)/Медицинский альманах № 3 (64). 2020. Ст. 6–14.
2. Ермакова Е.И. Генитоуринарный менопаузальный синдром: диагностика и принципы лечения. Медицинский совет. 2019;(13):106–111. /doi: 10.21518/2079-701X-2019-13-106-111.
3. Сметник В.П. Генитоуринарный менопаузальный синдром: новый термин, обоснование и дискуссия. Акушерство и гинекология. 2016. ст. 7–10. DOI: <https://dx.doi.org/10.18565/aig.2016.4.7-10>
4. Кулаков В.И., Манухин И.Б., Савельева Г.М. Национальное руководство по гинекологии. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2010. С. 413–432
5. Кулакова В.И., Савельевой Г.М., Манухина И.Б. Гинекология. Национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2009. С. 404–405. DOI: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970418970>.
6. Есефидзе Ж.Т. Клиника, диагностика и лечение атрофического вагинита в постменопаузе. Русский медицинский журнал. 2001; 9(9): 370–4.
7. Gandhi J., Chen A., Dagur G., Suh Y., Smith N., Cali B., Khan S.A. Genitourinary syndrome of menopause: An overview of clinical manifestations, pathophysiology, etiology, evaluation, and management. Am J Obstet Gynecol 2016; 215: 704–711, <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2016.07.045>.
8. Nappi R.E., Seracchioli R., Salvatore S., Cagnacci A., Di Paolantonio T., Busacca M. Impact of vulvovaginal atrophy of menopause: prevalence and symptoms in Italian women according to the EVES study. Gynecol Endocrinol 2019; 35: 453–459, <https://doi.org/10.1080/09513590.2018.1563883>.
9. Traish A.M., Vignozzi L., Simon J.A., Goldstein I., Kim N.N. Role of androgens in female genitourinary tissue structure and function: implications in the genitourinary syndrome of menopause. Sex Med Rev 2018; 6: 558–571, <https://doi.org/10.1016/j.sxmr.2018.03.005>.
10. Palma F., Xholli A., Cagnacci A., as the Writing Group of the AGATA Study. The most bothersome symptom of vaginal atrophy: evidence from the observational AGATA study. Maturitas 2018; 108: 18–23, <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2017.11.007>.
11. Balica A., Schertz K., Wald-Spielman D., Egan S., Bachmann G. Transabdominal sonography to measure the total vaginal and mucosal thicknesses. Clin Ultrasound 2017; 45: 461–464, <https://doi.org/10.1002/jcu.22497>.
12. Faubion S.S., Larkin L.C., Stuenkel C.A., Bachmann G.A., Chism L.A., Kagan R., Kaunitz A.M., Krychman M.L., Parish S.J., Partridge A.H., Pinkerton J.V., Rowen T.S., Shapiro M., Simon J.A., Goldfarb S.B., Kingsberg S.A. Management of genitourinary syndrome of menopause in women with or at high risk for breast cancer: consensus recommendations from The North American Menopause Society and The International Society for the Study of Women's Sexual Health. Menopause 2018; 25: 596–608, <https://doi.org/10.1097/GME.0000000000001121>.
13. Mercier J., Morin M., Zaki D., Reichetzer B., Lemieux M.C., Khalifé S., Dumoulin C. Pelvic floor muscle training as a treatment for genitourinary syndrome of menopause: a single-arm feasibility study. Maturitas 2019; 125: 57–62, <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2019.03.002>.

© Сахатудинова Индира Венеровна (indira2172@yandex.ru), Зиганшина Лиана Замировна (lz.ziganshina85@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

DOI10.37882/2223–2966.2022.07.37

АНЕМИЯ И ПОВТОРНЫЕ ГОСПИТАЛИЗАЦИИ У КОМОРБИДНЫХ ПАЦИЕНТОВ С СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

ANEMIA AND REPEATED HOSPITALIZATIONS IN COMORBID PATIENTS WITH CARDIOVASCULAR DISEASES

L. Khudainetova

Summary. The aim of the study was to study the effect of anemia on the frequency of repeated hospitalizations in patients with cardiovascular diseases in conditions of comorbidity to improve the prognosis. Materials and methods. A combined cohort retrospective and single-stage study was performed using a continuous sampling method to analyze the clinical condition of 104 patients urgently hospitalized in the cardiology department, all patients were comorbid with the number of concomitant pathologies from 2 to 21. The relationship between the hemoglobin level and the frequency of repeated hospitalizations was evaluated. Statistical analysis was performed by the program Statistica 10.0, Microsoft Excel and StatTech v. 2.5.2. Descriptive statistics, correlation analysis by Spearman were used, the closeness of the siavzi was determined by Cheddock. Intergroup comparisons were carried out using the Kraskel-Walis criterion. Results. The presence of anemia is an unfavorable prognostic criterion determining the frequency of episodes of decompensation of cardiovascular diseases occurring in comorbidity.

Keywords: anemia, comorbidity, cardiological pathology, regospitalization.

Худайнетова Лейла Алибековна

*Аспирант, Сургутский государственный университет; Врач-кардиолог, Сургутская окружная клиническая больница
los-anj@list.ru*

Аннотация. Цель исследования — изучить влияние анемии на кратность повторных госпитализаций у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями в условиях коморбидности для улучшения прогноза. Материалы и методы. Проведено комбинированное когортное ретроспективное и одномоментное исследование, выполненное методом сплошной выборки по анализу клинического состояния 104-х экстренно госпитализированных в кардиологическое отделение больных, все пациенты были коморбидные с количеством сопутствующих патологий от 2-х до 21-го. Оценивали взаимосвязь уровня гемоглобина и кратности повторных госпитализаций. Статистический анализ выполнен программой Statistica 10.0, Microsoft Excel и StatTech v. 2.5.2. Используются описательная статистика, корреляционный анализ по Спирмену, теснота связи определялась по Чеддоку. Межгрупповые сравнения проводились с помощью критерия Краскела-Уолиса. Результаты. Наличие анемии является неблагоприятным прогностическим критерием определяющим учащение эпизодов декомпенсации сердечно-сосудистых заболеваний, протекающих в коморбидности.

Ключевые слова: анемия, коморбидность, кардиологическая патология, регоспитализации.

Введение

Сердечно-сосудистая патология занимает лидирующие позиции по заболеваемости и смертности и чаще всего она протекает в условиях коморбидности [1; 2]. Необходимость популяризации персонализированной медицины порождает необходимость изучения коморбидности по всем ее аспектам, так как большинство пациентов это коморбидные пациенты и необходимо при подборе тактики ведения пациента учитывать сочетание хотя бы основных нозологий. Определить на системном уровне все заболевания пациентов невозможно, так как таких комбинаций бесчисленное множество, но выявлять самые распространенные неблагоприятные сочетания заболеваний и определять тактику ведения для них это посильная задача здравоохранения [3]. В связи с этим проведение всех исследований направленных на изучение пациен-

тов с сердечно-сосудистыми заболеваниями протекающими в условиях коморбидности является актуальным. Известно, что наличие ожирения, дислипидемии, нефропатии, сахарного диабета, мультифокального атеросклероза являются часто сочетающимися с сердечно-сосудистой патологией нозологиями и представляют собой проявления кардио-ренального и кардио-метаболического континуумов с общими патогенетическими механизмами [4; 5]. Наличие изменений в гемограмме в виде снижения гемоглобина у пациентов с ХСН так же часто встречающееся сочетание, а анемия является независимым предиктором неблагоприятного прогноза у пациентов с ХСН. Наличие патогенетических механизмов в данном сочетании так же не исключается [6; 7; 8]. Представляет собой интерес взаимосвязи анемии и сердечно-сосудистых заболеваний и влияние анемии на повторные госпитализации кардиологических пациентов в условиях коморбидности.

Таблица 1. Взаимосвязь количества повторных госпитализаций и показателей общего анализа крови

Показатели	Характеристика корреляционной связи		
	ρ	Теснота связи по шкале Чеддока	ρ
Гемоглобин	-0,348	Умеренная	< 0,001*
Лейкоциты	-0,117	Слабая	0,237
Эритроциты	-0,269	Слабая	0,006*
Тромбоциты	-0,131	Слабая	0,185
СОЭ	0,153	Слабая	0,137
Базофилы	-0,085	Нет связи	0,393
Эозинофилы	0,076	Нет связи	0,448
Палочкоядерные	0,034	Нет связи	0,736
Сегментоядерные	0,068	Нет связи	0,493
Лимфоциты	-0,144	Слабая	0,146
Моноциты	-0,003	Нет связи	0,978
MCV	0,047	Нет связи	0,634
MCH	-0,156	Слабая	0,116
MCHC	-0,335	Умеренная	< 0,001*

* — различия показателей статистически значимы (p < 0,05)

Цель

Изучить влияние анемии на кратность повторных госпитализаций у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями в условиях коморбидности для улучшения прогноза.

Материалы и методы

Проведено комбинированное когортное ретроспективное и одномоментное исследование, выполненное методом сплошной выборки по анализу клинического состояния 104-х экстренно госпитализированных в кардиологическое отделение больных. В исследование были включены пациенты с сердечно-сосудистыми заболеваниями (гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, нарушение ритма сердца, хроническая сердечная недостаточность) госпитализированные в кардиологическое отделение Сургутской окружной клинической больницы в августе 2018 г. Изучены все архивные истории болезни за 2015–2018 гг., оценена частота регоспитализаций у каждого пациента. Всем пациентам оценен общий анализ крови (эритроциты, тромбоциты, лейкоциты, гемоглобин), эритроцитарные индексы — MCV, MCHC, MCH. Был всем пациентам определен индекс коморбидности Charlson, изучена структура коморбидности.

Рассчитывались средние величины — M и стандартное отклонение (SD) с расчетом доверительного интервала (95% ДИ). При отклонении распределения от нормального определяли медиану — Me и 25-й, 75-й квартили (Q1-Q3). Межгрупповые сравнения проводились с помощью критерия Краскела-Уоллиса, корреляционный анализ проведен с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена и Чеддока. Статистическая обработка данных проведена при помощи программы Statistica 10.0, Microsoft Excel и StatTech v. 2.5.2.

Результаты и их обсуждение

Все 104 пациента были коморбидными, средний индекс коморбидности составил 4 (4–6). У пациентов были от 2-х до 21-го заболеваний. Самыми частыми заболеваниями в структуре коморбидности как и следовало ожидать были сердечно-сосудистые заболевания. Лидирующие позиции заняли гипертоническая болезнь (n = 89, 85,6%), ИБС (n = 45, 43,3%), ФП (n = 47, 45,2%), ХСН (n = 84, 80,8%). Из некардиологических заболеваний были компоненты кардио-ренального, кардио-метаболического континуумов — ожирение (n = 52, 50%), атеросклероз БЦА (n = 45, 43,2%), нефропатия (n = 35, 33,7%), у трети пациентов была выявлена анемия. анемия (n = 30, 28,8%).

При изучении показателей общего анализа крови были выявлены следующие данные: медиана гемоглоби-

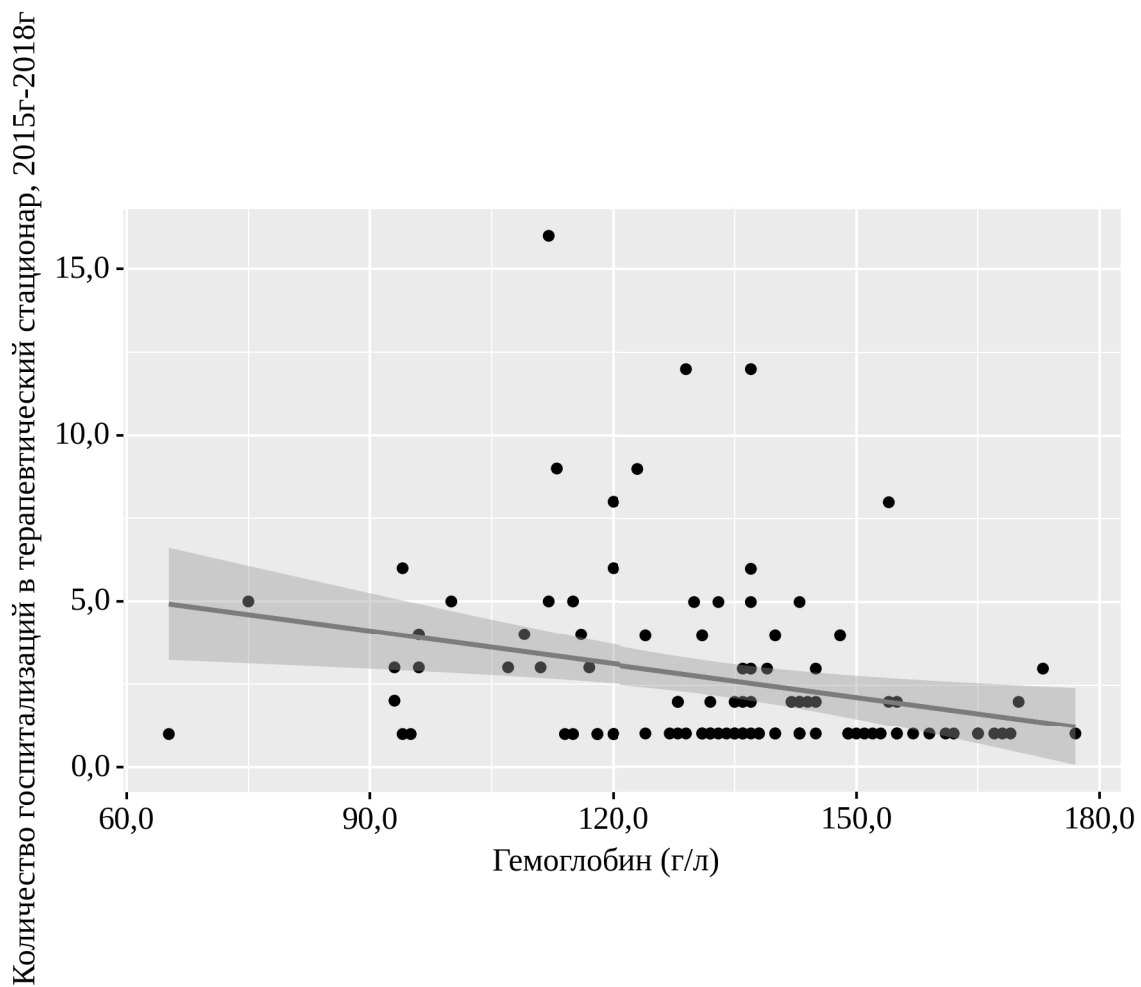


Рис. 1. Взаимосвязь между числом повторных госпитализаций и уровнем гемоглобина

на в общей когорте 104-х экстренно госпитализированных пациентов составила 136 (120–145) г/л. Гемоглобин и МСНС коррелировали с числом повторных госпитализации, получена обратная умеренной тесноты связь. У пациентов при снижении уровня гемоглобина и МСНС отмечался рост числа регоспитализаций. Лейкоциты, тромбоциты, МСН и MCV достоверно не влияют на число повторных госпитализаций. (табл. 1).

При оценке связи количества госпитализаций в анамнезе и гемоглобина была установлена умеренной тесноты обратная связь. Наблюдаемая зависимость описывается уравнением парной линейной регрессии:

$$Y_{\text{Количество госпитализаций}} = -0,033 \times X_{\text{Гемоглобин}} + 7,165$$

При увеличении гемоглобина на 1 Г/л следует ожидать уменьшение количества госпитализаций на 0,033. Полученная модель объясняет 6,6% наблюдаемой дисперсии количества госпитализаций. Корреляционная

взаимосвязь представлена на графике линейной регрессии (рис. 1).

Аналогичные результаты при проведении корреляционного анализа числа повторных госпитализаций и МСНС. Зависимость количества госпитализаций и МСНС описывается уравнением парной линейной регрессии:

$$Y_{\text{Количество госпитализаций}} = -0,047 \times X_{\text{МСНС}} + 18,006$$

Корреляционная взаимосвязь представлена на рисунке 2, у пациентов с меньшим показателем МСНС отмечается большее число регоспитализаций в анамнезе (рис. 2).

Длительность анемии в анамнезе у пациентов был от впервые выявленной до 25 лет. Медиана длительности составила 3 (2–6) лет, но несмотря на длительность анемии, препараты железа на амбулаторном лечении

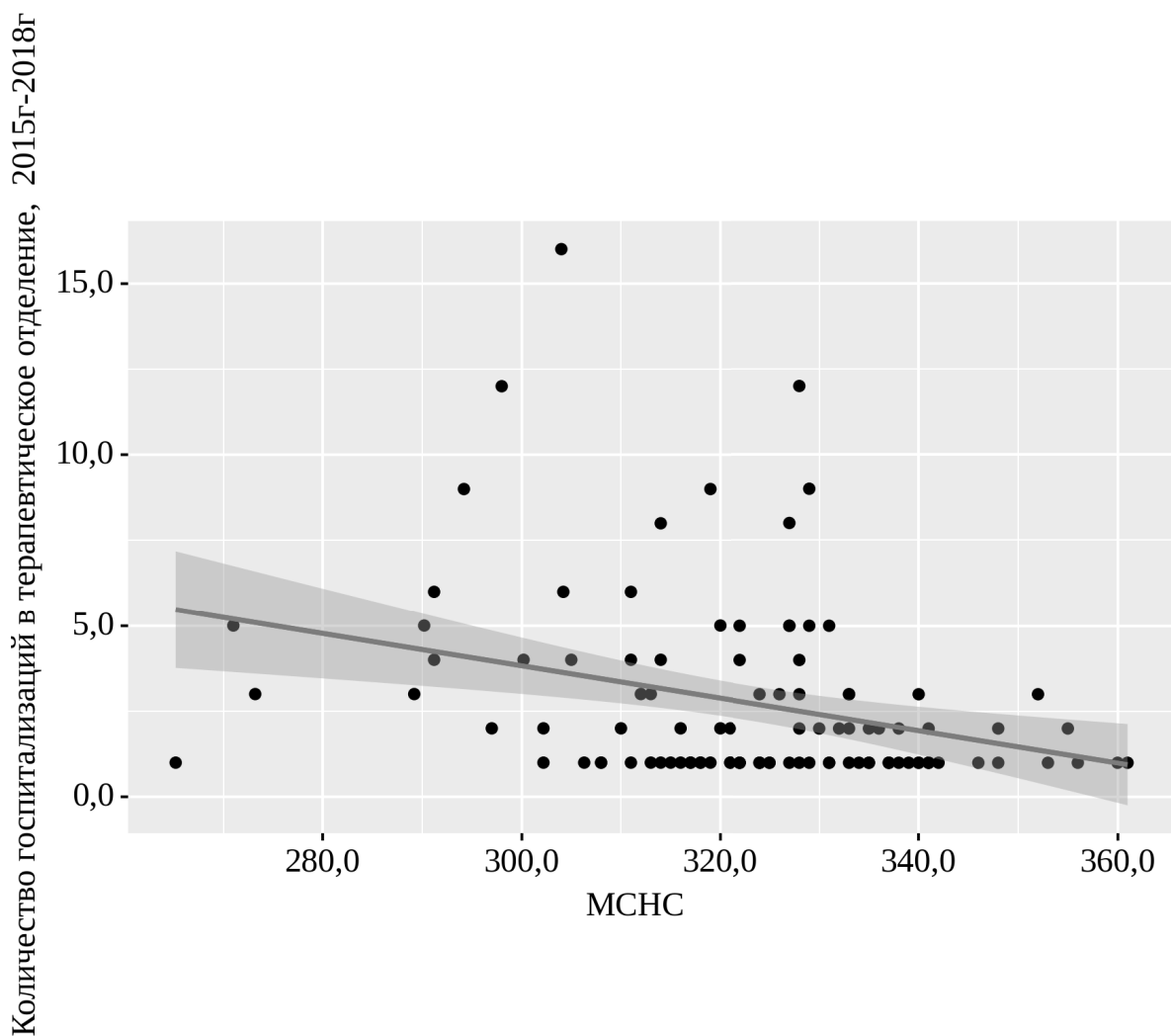


Рис. 2

принимали только 3 пациента (10%), только 1 пациент наблюдался у гематолога (1%).

По литературным данным снижение гемоглобина в общем анализе крови и МСНС у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями чаще всего отмечали у пациентов с хронической сердечной недостаточностью. Так же сидеропения может быть следствием скрытых желудочно-кишечных кровотечений у больных с коморбидной гастродуоденальной патологией учитывая необходимость постоянного приема антикоагулянтов и антиагрегантов[7; 8]. Снижение МСНС свидетельствует о гипохромной анемии, чаще всего она представлена железодефицитной анемией. Первопричиной анемии так же может быть наличие хронической болезни почек в структуре коморбидности у пациентов с ССЗ [9]. Таким образом, патогенез у пациентов с ССЗ и развитием анемии может иметь разным, но неблагоприятное влияние

гипохромной анемии на декомпенсацию и смертность у пациентов с ССЗ очевидно.

Заключение

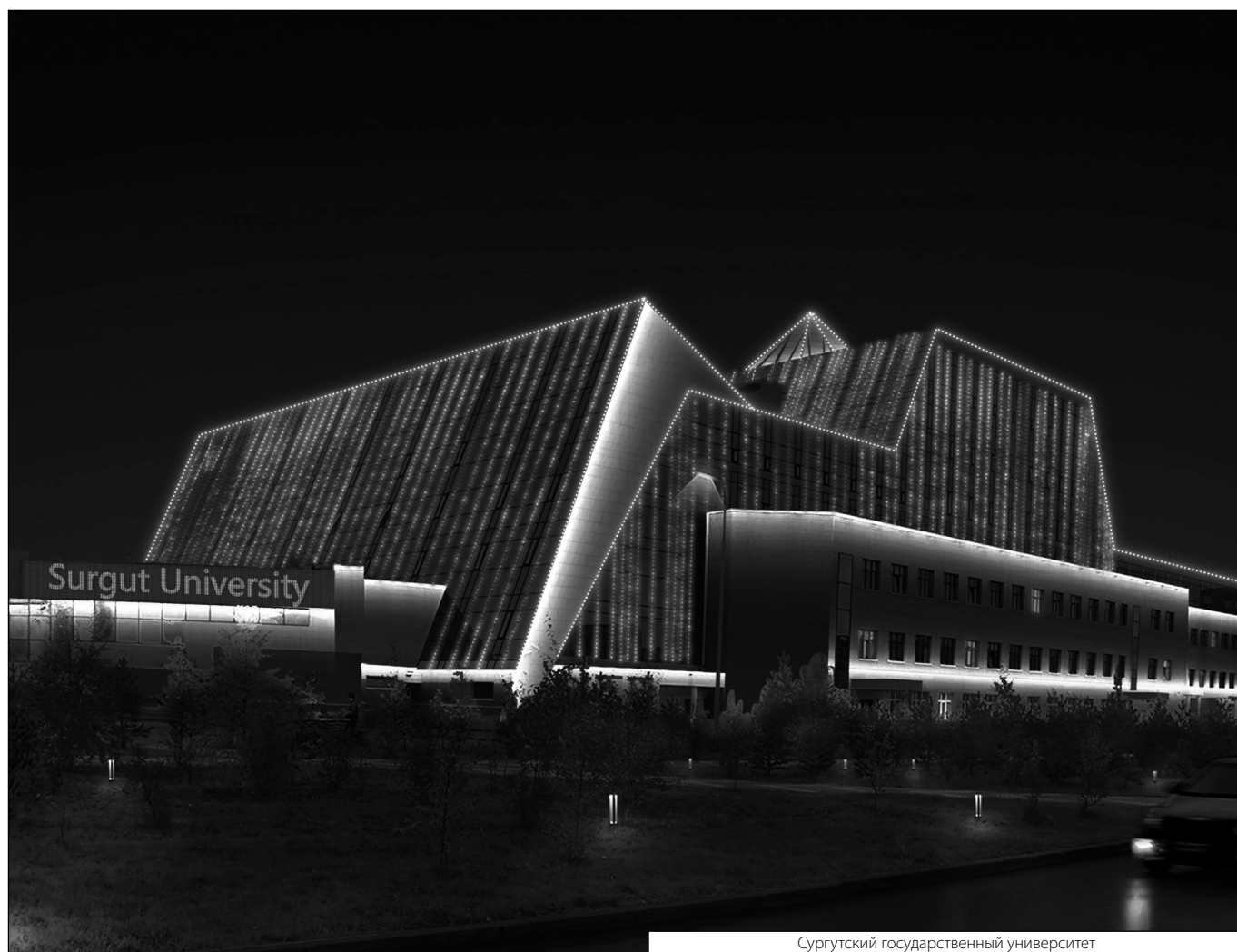
Развитие анемии, согласно литературным данным, неблагоприятно влияет на пациентов с ССЗ. Согласно проведенному исследованию отмечено неблагоприятное влияние гипохромной анемии на повторные госпитализации и, соответственно, частоту декомпенсаций ССЗ в условиях коморбидности. Заместительная терапия препаратами железа у пациентов возможно снизит число регоспитализаций у данной категории пациентов и это субстрат для проведения других исследований по изучению влияния подбора терапии и числа регоспитализаций ССЗ в условиях коморбидности. Но, к сожалению, по результатам нашего исследования, анамнез анемии у пациентов длительный, а приема препаратов у большинства пациентов на момент исследования не было.

ЛИТЕРАТУРА

1. ВОЗ публикует статистику о ведущих причинах смертности и инвалидности во всем мире за период 2000–2019 гг. URL: <https://www.who.int/ru/news/> (дата обращения: 07.06.2021).
2. Сердечно-сосудистые заболевания. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/> (дата обращения: 05.06.2021).
3. Лазебник, Л.Б. Семантические трудности при полиморбидности / Л.Б. Лазебник, Л.И. Ефремов, Ю.В. Конев // Клиническая геронтология, 3–4,–2015.— М., С. 44–46.
4. Кобалава, Ж.Д. Концепция кардиоренальных и метаболических соотношений в современной профилактической кардиологии / Ж.Д. Кобалава, В.С. Моисеев // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. — 2008. — Т7. — № 4. — С. 4–7.
5. Коморбидная патология в клинической практике. Алгоритмы диагностики и лечения Р.Г. Оганов / Симаненков В.И., Бакулин И.Г., Бакулина Н.В., Барбараш О.Л. // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. — 2019. — № 18. — С. 5–66.
6. Анемия у больных с хронической сердечной недостаточностью: современное состояние проблемы С.Р. Гиляревский / Голшмид М.В., Кузьмина И.М., Бенделиани Н.Г. // Журнал им. НВ Склифосовского Неотложная медицинская помощь. — 2019. — Т8. — № 1. — С. 68–73.
7. Дворецкий, Л.И. Кардиологический больной с анемией / Л.И. Дворецкий, Н.В. Дятлов // Фарматека. — 2013. — № 6. — С. 22–31.
8. Дворецкий, Л.И. Ожирение как фактор риска нарушения обмена железа. / Л.И. Дворецкий, О.В. Ивлева // Медицинский совет. — 2015. — № 17. — С. 144–148.
9. Иванов Д.Д. Хроническая болезнь почек и анемия: применение хелата бисглицината железа для коррекции железодефицита у пациентов с хронической болезнью почек //Почки. — 2019. — Т8. — № 3. — С. 157–160.

© Худайнетова Лейла Алибековна (los-anj@list.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ЯСНОКЛЕТОЧНАЯ ПАПИЛЛЯРНАЯ ПОЧЕЧНО-КЛЕТОЧНАЯ КАРЦИНОМА

Хэ Минцзэ

Аспирант, Первый Московский государственный
медицинский университет имени И.М. Сеченова
hemingze1997@gmail.com

Цзен Цзытун

Аспирант, Первый Московский государственный
медицинский университет имени И.М. Сеченова
zengzitong999@gmail.com

CLEAR CELL RENAL CELL CARCINOMA

**He Mingze
Zeng Zitong**

Summary. This article discusses clear cell papillary renal cell carcinoma (PPRC), which is a newly discovered cancer and the fourth most common type of renal cell carcinoma. In this article, the authors discuss the features of APPLIC, immunohistochemical and genetic profiling, and describe the prognosis of APPLIC based on a systematic literature review and content analysis. The performed study made it possible to determine the key features of PPCC, consider the differential diagnosis of this disease, and describe the optimal prognosis and treatment option.

Keywords: clear cell papillary renal cell carcinoma, renal cell carcinoma, differential diagnosis, prognosis, treatment, morphology.

Аннотация. В данной статье рассматривается ясноклеточная папиллярная почечно-клеточная карцинома (ЯППКК), которая представляет собой недавно открытое онкологическое заболевание, четвертый по распространенности вид почечно-клеточной карциномы. В данной статье авторы обсуждают особенности ЯППКК, ее иммуногистохимическое и генетическое профилирование, а также описывают прогноз ЯППКК на основании выполненного систематизированного литературного обзора и контент-анализа. Выполненное исследование позволило определить ключевые особенности ЯППКК, рассмотреть дифференциальную диагностику данного заболевания, описать оптимальный вариант прогноза и лечения.

Ключевые слова: ясноклеточная папиллярная почечно-клеточная карцинома, почечно-клеточная карцинома, дифференциальная диагностика, прогноз, лечение, морфология.

Ясноклеточная папиллярная почечно-клеточная карцинома (ЯППКК) — это недавно открытое онкологическое заболевание, которое представляет собой четвертый по распространенности вид почечно-клеточной карциномы (ПКК). Ясноклеточная папиллярная почечно-клеточная карцинома имеет уникальные морфологические и иммуногистохимические особенности и характеризуется индолентным клиническим поведением. Микроскопически она может имитировать другие ПКК, что осложняет диагностику. В неоднозначных случаях для обоснования диагноза ЯППКК необходима иммуногистохимия. В данной статье авторы обсуждают особенности ЯППКК, иммуногистохимическое и генетическое профилирование, а также прогноз ЯППКК.

Ясноклеточная папиллярная почечно-клеточная карцинома (ЯППКК) была выделена как новая опухолевая единица в классификации почечных неоплазий Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) 2016 года на основании ее уникальных морфологических, имму-

ногистохимических и генетических особенностей, а также индолентного клинического поведения [1–4]. Изначально ЯППКК рассматривалась в 2006 году в контексте конечной стадии болезни почек [5]. Однако спорадические случаи ЯППКК наблюдались у пациентов и без заболеваний почек [6]. Имеющиеся данные говорят о том, что ЯППКК составляет от 1% до 4% всех резецированных опухолей почек и представляет собой четвертый наиболее распространенный вариант ПКК [7].

Имеющиеся данные говорят о том, что ЯППКК схожа морфологически с другими подтипами ПКК, такими как низкосортная ясноклеточная ПКК, папиллярная ПКК с ясноклеточными изменениями и транслокационная ПКК [7, 8]. Важно отметить, что ЯППКК является индолентной опухолью с хорошими клиническими исходами, не имеющая рецидивов, метастазов или поражения лимфатических узлов [9]. Это обуславливает важность правильной дифференциальной диагностики ЯППКК от других подтипов ПКК, которые имеют гораздо худший прогноз. В неоднозначных случаях для постановки пра-

вильного диагноза поможет ряд иммуногистохимических исследований, включая изучение цитokerатина 7 (CK7), α -метилацил-КоА рацемазы (AMACR), карбоновую ангидразу IX (CA IX), CD10 и транскрипционного фактора E3 (TFE3) [10].

Если говорить о клинических особенностях ЯППКК, развитие опухоли протекает бессимптомно, опухоль обычно обнаруживается случайным образом в нормально функционирующих почках или во время наблюдения за пациентами с конечной стадией заболевания почек. Возраст при выявлении варьирует от 18 до 88 лет, без половых предпочтений [1]. Рентгенологическая визуализация демонстрирует, что ЯППКК представляют собой гетерогенные образования с ровными краями, растущие в пределах или за пределами почечной коры [11]. Примечательно, что ЯППКК имеет индолентное клиническое поведение, и на сегодняшний день не было зарегистрировано рецидивов или метастазов.

Компьютерная томография (КТ) с контрастированием позволяет представить ЯППКК в виде солидного гетерогенного образования с гладкими краями, растущего за пределы почечной коры.

Рассматривая патологию ЯППКК, необходимо отметить, что ЯППКК представляет собой опухоли небольшого размера, их средний размер составляет 2,6 см. ЯППКК обычно инкапсулированы, имеют хорошо выраженную, тонкую, фиброзную капсулу. Поверхность среза изменчива, часто розово-загорелая с кистозными изменениями без участков некроза. ЯППКК в преимущественном количестве случаев проявляется в виде небольшой одиночной опухоли, однако нередко у пациентов могут быть мультифокальные и/или двусторонние опухоли, или он может сосуществовать с другими почечными опухолями [12, 13]. Подавляющее большинство опухолей на момент презентации находятся на I стадии.

Микроскопически ЯППКК обычно имеют четкий контур, который хорошо видно и фиброзную капсулу. Общая архитектура может быть тубулярной, папиллярной, солидной, кистозной, ацинарной или их комбинацией, наиболее часто встречается тубулярно-папиллярная архитектура с характерными ветвящимися канальцами. В некоторых опухолях небольшие ацинусы или тесно упакованные клетки со скудной цитоплазмой создают впечатление солидной опухоли. Неопластические клетки имеют кубовидную или столбчатую форму с прозрачной цитоплазмой.

Ядра часто маленькие, круглой или овальной формы, с регулярными ядерными мембранами и незаметными или маленькими нуклеолами, что соответствует 1 или 2 классу ВОЗ/Международного общества урологической

патологии (ISUP). Характерно, что ядра обычно располагаются линейно по направлению к люминальной поверхности и в сторону от базальной мембраны, а именно с обратной полярностью.

Опухоль имеет различное количество фиброзной, коллагеновой или гладкомышечной стромы и рассеянные мелкие кровеносные сосуды. В строме ЯППКК присутствуют кальцификаты, отложения гемосидерина, лимфоплазматический воспалительный инфильтрат или некротизирующие гранулемы. Некоторые опухоли могут иметь преобладающий гладкомышечный компонент и ранее назывались ангиомиоаденоматозными опухолями почек (АОДП) [14, 15]. До настоящего времени не было зарегистрировано агрессивного поведения, такого как экстраренальная инвазия, лимфоваскулярная инвазия, некроз или саркоматоидные/рабдоидные изменения.

Для точной дифференциальной диагностики ЯККПП выполняется иммуногистохимическое окрашивание [4]. Опухоль характеризуется диффузной и равномерной иммунореактивностью для CK7 и имеет характерный мембранный рисунок для CA IX [1–3, 7]. Недавно GATA-3 был признан специфическим маркером ЯППКК, он окрашивается положительно примерно в одной трети случаев [16]. Также ЯППКК маркирует высокомолекулярный цитокератин (34 β E12), ген парного бокса 2 (PAX2), PAX8, виментин, E-кадхерин, β -катенин, c-MET, CK19, p27, p53, HIF1 и GLUT-1 [17].

Опухоль обычно отрицательна для CD10, RCC антигена, AMACR, TFE3 и фактора транслокации EB (TFEB). Таким образом, ссрRCC имеет уникальный иммуногистохимический фенотип (CK7+, CA IX+ [cuplike], AMACR-, 34 β E12+, CD10-, TFE3-), 1,10 что позволяет дифференцировать эту опухоль от других типов рака почки с совпадающими гистологическими особенностями.

Генетически ЯППКК имеет молекулярный профиль, отличный от других видов ПКК, она не имеет делеции хромосомы 3p и мутации гена VHL, которые являются типичными находками для ссрRCC [17, 18]. ЯППКК не имеет нарушений числа копий хромосом 7, 17 и Y [17, 18].

Некоторые соматические мутации, такие как MET, PTEN, ERBB4 и STK11, были выявлены в ЯППКК с помощью секвенирования следующего поколения [19, 20]. Профилирование некодирующих РНК выявило сверхэкспрессию семейства miR-200 в ссрRCC [20, 21]. Недавнее исследование показало, что ЯППКК имеет профиль экспрессии микроРНК, отличный от других видов ПКК, что подтверждает, что ЯППКК является уникальным образованием [21]. Клиническое значение имеющихся результатов неясно, необходимы дальнейшие исследования

для понимания роли этих изменений в патогенезе и клиническом поведении ЯППКК.

Особого внимания заслуживают прогноз и лечение ЯППКК. По результатам наблюдений за 362 пациентами с ЯППКК в литературе (в среднем 38 месяцев), до настоящего времени не сообщалось о рецидиве опухоли, метастазировании или смерти от заболевания [17].

Частичная или полная нефрэктомия является основным методом лечения ЯППКК. Если диагноз может быть поставлен до операции с помощью биопсии сердцевин, для лечения этой индолентной опухоли может быть

использован более консервативный подход, включая минимальные хирургические процедуры, такие как абляция, частичная нефрэктомия или активное наблюдение со строгим контролем [2, 17].

Таким образом, выполненное исследование позволило определить ключевые особенности ЯППКК и рассмотреть дифференциальную диагностику данного заболевания. Выполненный систематизированный литературный обзор и контент-анализ расширяет и систематизирует имеющиеся знания о ЯППКК, что представляет высокую ценность для международного научного сообщества.

ЛИТЕРАТУРА

- Moch H, Humphrey PA, Ulbright TM, Reuter VE. WHO Classification of Tumours of the Urinary System and Male Genital Organs. 4th ed. Lyon, France: 2016. WHO Classification of Tumours; vol 8.
- Kuroda N, Ohe C, Kawakami F, et al. Clear cell papillary renal cell carcinoma: a review. *Int J Clin Exp Pathol.* 2014;7(11):7312–7318.
- Alexiev BA, Drachenberg CB. Clear cell papillary renal cell carcinoma: incidence, morphological features, immunohistochemical profile, and biologic behavior: a single institution study. *Pathol Res Pract.* 2014;210(4):234–241.
- Williamson SR, Zhang S, Eble JN, et al. Clear cell papillary renal cell carcinoma-like tumors in patients with von Hippel-Lindau disease are unrelated to sporadic clear cell papillary renal cell carcinoma. *Am J Surg Pathol.* 2013; 37(8):1131–1139.
- Tickoo SK, dePeralta-Venturina MN, Harik LR, et al. Spectrum of epithelial neoplasms in end-stage renal disease: an experience from 66 tumor-bearing kidneys with emphasis on histologic patterns distinct from those in sporadic adult renal neoplasia. *Am J Surg Pathol.* 2006;30(2):141–153.
- Aron M, Chang E, Herrera L, et al. Clear cell-papillary renal cell carcinoma of the kidney not associated with end-stage renal disease: clinicopathologic correlation with expanded immunophenotypic and molecular characterization of a large cohort with emphasis on relationship with renal angiomyoadenomatous tumor. *Am J Surg Pathol.* 2015;39(7):873–888.
- Zhou H, Zheng S, Truong LD, Ro JY, Ayala AG, Shen SS. Clear cell papillary renal cell carcinoma is the fourth most common histologic type of renal cell carcinoma in 290 consecutive nephrectomies for renal cell carcinoma. *Hum Pathol.* 2014;45(1):59–64.
- Dhakal HP, McKenney JK, Khor LY, Reynolds JP, Magi-Galluzzi C, Przybycin CG. Renal neoplasms with overlapping features of clear cell renal cell carcinoma and clear cell papillary renal cell carcinoma: a clinicopathologic study of 37 cases from a single institution. *Am J Surg Pathol.* 2016;40(2):141–154.
- Williamson SR. What is the malignant potential of clear cell papillary renal cell carcinoma? *Urol Oncol.* 2016;34(9):420–421.
- Alshenawy HA. Immunohistochemical panel for differentiating renal cell carcinoma with clear and papillary features. *Pathol Oncol Res.* 2015;21(4):893–899.
- Wang K, Zarzour J, Rais-Bahrami S, Gordetsky J. Clear cell papillary renal cell carcinoma: new clinical and imaging characteristics. *Urology.* 2017;103: 136–141.
- Anderson DA, Tretiakova MS. Primary renal carcinoid with bilateral multiple clear cell papillary renal cell carcinomas. *Case Rep Pathol.* 2017;2017: 9672368.
- Park JH, Lee C, Suh JH, Moon KC. Clear cell papillary renal cell carcinoma: a report of 15 cases including three cases of concurrent other-type renal cell carcinomas. *Korean J Pathol.* 2012;46(6):541–547.
- Hes O, Comperat EM, Rioux-Leclercq N. Clear cell papillary renal cell carcinoma, renal angiomyoadenomatous tumor, and renal cell carcinoma with leiomyomatous stroma relationship of 3 types of renal tumors: a review. *Ann Diagn Pathol.* 2016;21:59–64.
- Demi KF, Schildhaus HU, Comperat E, et al. Clear cell papillary renal cell carcinoma and renal angiomyoadenomatous tumor: two variants of a morphologic, immunohistochemical, and genetic distinct entity of renal cell carcinoma. *Am J Surg Pathol.* 2015;39(7):889–901.
- Mantilla JG, Antic T, Tretiakova M. GATA3 as a valuable marker to distinguish clear cell papillary renal cell carcinomas from morphologic mimics. *Hum Pathol.* 2017;66:152–158.
- Massari F, Ciccicarese C, Hes O, et al. The tumor entity denominated “clear cell-papillary renal cell carcinoma” according to the WHO 2016 new classification, have the clinical characters of a renal cell adenoma as does harbor a benign outcome. *Pathol Oncol Res.* 2018;24(3):447–456.
- Aydin H, Chen L, Cheng L, et al. Clear cell tubulopapillary renal cell carcinoma: a study of 36 distinctive low-grade epithelial tumors of the kidney. *Am J Surg Pathol.* 2010;34(11):1608–1621.
- Fisher KE, Yin-Goen Q, Alexis D, et al. Gene expression profiling of clear cell papillary renal cell carcinoma: comparison with clear cell renal cell carcinoma and papillary renal cell carcinoma. *Mod Pathol.* 2014;27(2):222–230.
- Lawrie CH, Larrea E, Larrinaga G, et al. Targeted next-generation sequencing and non-coding RNA expression analysis of clear cell papillary renal cell carcinoma suggests distinct pathological mechanisms from other renal tumour subtypes. *J Pathol.* 2014;232(1):32–42.
- Munari E, Marchionni L, Chitra A, et al. Clear cell papillary renal cell carcinoma: micro-RNA expression profiling and comparison with clear cell renal cell carcinoma and papillary renal cell carcinoma. *Hum Pathol.* 2014;45(6): 1130–1138.

22. Crino PB, Nathanson KL, Henske EP. The tuberous sclerosis complex. *N Engl J Med.* 2006;355(13):1345–1356.
23. Parihar A, Tickoo SK, Kumar S, Arora VK. Xp11 translocation renal cell carcinoma morphologically mimicking clear cell-papillary renal cell carcinoma in an adult patient: report of a case expanding the morphologic spectrum of Xp11 translocation renal cell carcinomas. *Int J Surg Pathol.* 2015;23(3):234–237.
24. Armah HB, Parwani AV. Xp11.2 translocation renal cell carcinoma. *Arch Pathol Lab Med.* 2010;134(1):124–129.
25. Yang P, Cornejo KM, Sadow PM, et al. Renal cell carcinoma in tuberous sclerosis complex. *Am J Surg Pathol.* 2014;38(7):895–909.
26. Udager AM, Mehra R. Morphologic, molecular, and taxonomic evolution of renal cell carcinoma: a conceptual perspective with emphasis on updates to the 2016 World Health Organization classification. *Arch Pathol Lab Med.* 2016; 140(10):1026–1037.
27. Hakimi AA, Tickoo SK, Jacobsen A, et al. TCEB1-mutated renal cell carcinoma: a distinct genomic and morphological subtype. *Mod Pathol.* 2015; 28(6):845–853.

© Хэ Минцзэ (e-mail: hemingze1997@gmail.com), Цзен Цзытун (zengzitong999@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Первый МГМУ им. И.М. Сеченова

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЦИТОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕЙТРОФИЛЬНЫХ ГРАНУЛОЦИТОВ И АКТИВНОСТИ ТИРЕОПЕРОКСИДАЗЫ ПРИ МАКРО- И МИКРОФолликулярном коллоидном зобе

THE RELATIONSHIP OF CYTOCHEMICAL PARAMETERS OF NEUTROPHIL GRANULOCYTES AND THYROPEROXIDASE ACTIVITY IN MACRO- AND MICROFOLLICULAR COLLOIDAL GOITER

**R. Shakhbanov
T. Dibirov
U. Alieva
K. Suleymanova
M. Asadulayeva**

Summary. This article discusses one of the pathologies of the thyroid gland, which is an important medical and social problem worldwide due to the high prevalence of pathology. In particular, the interrelations of cytochemical parameters of blood neutrophil granulocytes cells with the activity of thyroid enzyme thyroperoxidase in macro- and microfollicular colloidal goiter are presented. In the modern literature, little attention is paid to these relationships, and this was the reason for this study.

Keywords: thyroid gland, macro-microfollicular goiter, thyroperoxidase, neutrophil granulocytes.

Шахбанов Руслан Казбекович

Доцент, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ
shahbanovrk@yandex.ru

Дибиров Тагир Муратович

Доцент, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ
dibirovtagir@mail.ru

Алиева Умхайр Бадрутдиновна

Доцент, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ

Сулейманова Хадижат Гасбаловна

Ассистент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет» МЗ РФ

Асадулаева Мадина Набиевна

Доцент, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный
медицинский университет» МЗ РФ

Аннотация. В данной статье рассматривается одна из патологий щитовидной железы, которая является важной медико — социальной проблемой во всем мире в связи с высокой распространенностью патологии. В частности, приведены взаимосвязи цитохимических показателей клеток нейтрофильных гранулоцитов крови с активностью фермента щитовидной железы тиреопероксидазы при макро — и микрофолликулярном коллоидном зобе. В современной литературе данным взаимосвязям уделено мало внимания, это и послужило поводом для проведения данного исследования.

Ключевые слова: щитовидная железа, макро-микрофолликулярный зоб, тиреопероксидаза, нейтрофильные гранулоциты.

Заболевания щитовидной железы — важная медико-социальная проблема во всем мире в связи с высокой распространенностью патологии, которая поражает наиболее трудоспособную группу населения и детей. Зобная эндемия образует одну из самых распространенных групп тиреоидной патологии, в которую входит и макро-микрофолликулярный коллоидный зоб. По литературным данным последним страдает 2–3% населения всего мира [1,2,6].

По современным представлениям наблюдаются некоторые особенности развития макро-микрофолликулярного коллоидного зоба: во-первых, довольно часто коллоидный зоб более выражен, чем можно было

ожидать при уровне дефицита йода в данном регионе. Во-вторых, проведение йодной профилактики в этих регионах значительно снижает напряженность данной патологии, но не ликвидирует ее полностью. В-третьих, попытки применения йодсодержащих препаратов при макро-микрофолликулярном коллоидном зобе не всегда приносит положительных результатов [3,4,10].

Как следует из литературных источников [5,8,9], в последние 10–15 лет среди инструментальных методов диагностики зоба ведущее место занял ультразвуковой, несомненным преимуществом которого явились высокая информативность, безвредность и необременительность. Между тем, для постановки диагноза ма-

кро-микрофолликулярного коллоидного зоба нужно проводить гистологическое исследование ткани щитовидной железы [7,11].

Несмотря на существующее разнообразие диагностических критериев для определения нарушений тиреоидной функции, нами было обнаружено, что существуют также малоизученные аспекты диагностики, в частности, изучение цитохимии и гистохимии клеточных ферментов, которые активно реагируют на гормональный дисбаланс при макро-микрофолликулярном коллоидном зобе.

Этим вопросам в литературе уделено недостаточное внимание, что определяет необходимость всестороннего и углубленного изучения взаимосвязи рассмотренной группы антимикробных компонентов нейтрофильных гранулоцитов с активностью фермента щитовидной железы и обоснования их важной роли в формировании макро-микрофолликулярного коллоидного зоба.

Целью данного исследования было установить степень возможных взаимосвязей цитохимических показателей нейтрофильных гранулоцитов крови с тиреопероксидазой щитовидной железы при макро-микрофолликулярном коллоидном зобе.

Материалом для гистохимических исследований явились кусочки ткани щитовидной железы взятые у 37 больных, оперированных по поводу заболеваний щитовидной железы в отделении эндокринной хирургии республиканской клинической больницы (г. Махачкала). Из них женщин составили 92,8%, мужчин 7,2%. Возраст больных от 24 до 57 лет. Операционный материал держали в морозильной камере, а далее переносили в камеру криостата, где готовили срезы толщиной 8–10 мкм. Материалом для цитохимических исследований служила венозная кровь, взятая у тех же больных при поступлении, а также на 2-е и 5-е сутки после операции. Контролем при цитохимических исследованиях служила венозная кровь взятая у 20 здоровых добровольцев в возрасте 20–45 лет.

В результате исследования у больных макрофолликулярным коллоидным зобом при постановке реакции на тиреопероксидазу в препаратах почти все поле зрения занято крупными фолликулами, стенка которых образована однослойным эпителием уплощенной или кубической формы. Активность фермента в цитоплазме фолликулярных клеток умеренная или слабая. Распределение продуктов реакции в различных участках стенки фолликулов неравномерное. В структурах тонких соединительнотканых прослоек активность тиреопероксидазы отсутствует. В варианте макро-и микрофолликулярного коллоидного зоба наряду с крупными выявляются фол-

ликулы малых размеров с умеренной и высокой активностью; в стенке некоторых из них — экстрафолликулярные сосочки со значительным содержанием продуктов ферментной реакции. Исследования цитохимических показателей нейтрофильных гранулоцитов показали, что активность миелопероксидазы в нейтрофильных гранулоцитах крови больных макрофолликулярным коллоидным зобом сходна с контролем. Распределение фермент-содержащих гранул в цитоплазме клеток равномерное; плотность их расположения умеренная, лишь 3–7% клеток имеет насыщенную периферическую зону. Следует отметить, что в нейтрофильных гранулоцитах крови больных макро-микрофолликулярным зобом количество клеток с насыщенной активностью больше. Процентное содержание молодых (палочкоядерные и юные) форм также увеличено. Средний цитохимический показатель миелопероксидазы у этой группы больных — $1,39 \pm 0,09$. На 2-е сутки послеоперационного периода картина распределения и количественного содержания продуктов реакции не изменена. Сходная активность выявляется и на 5-е сутки. При окрашивании мазков лейкомазсы крови больных макро-микрофолликулярным зобом на катионные белки преобладающее большинство нейтрофильных гранулоцитов имеет умеренно и слабо насыщенную гранулами цитоплазму. В некоторых клетках последние вовсе не выявляются; определяется лишь слабо окрашенный диффузный фон. Гранул сравнительно меньше в цитоплазме незрелых форм клеток. Цитохимическая картина содержания катионных белков в нейтрофильных гранулоцитах на 2-е и на 5-е сутки послеоперационного периода заметно не изменена. Несколько меньше клеток с умеренным содержанием окрашенных гранул, в тоже время больше палочкоядерных и юных форм со слабым содержанием продуктов реакции. При окрашивании на гликоген в нейтрофильных гранулоцитах крови больных макро-микрофолликулярным коллоидным зобом распределение шик-положительного материала равномерное. Гранулярный компонент, как правило слабо контурируется. Окрашивание цитоплазмы основной массы нейтрофильных гранулоцитов умеренное и лишь 3–5% процентов клеток имеет весьма насыщенное, или же слабое содержание продуктов. Средний цитохимический показатель — $1,31 \pm 0,08$, при норме — $1,44 \pm 0,07$. Некоторые изменения содержания гликогена в нейтрофильных гранулоцитах выявляются при исследовании больных в послеоперационном периоде. В частности, в мазках лейкомазсы количество нейтрофильных гранулоцитов с умеренным содержанием шик-положительного меньше, соответственно больше клеток со слабо окрашенной цитоплазмой. Процентное содержание нейтрофильных гранулоцитов, насыщенных окрашенным материалом, сохраняется. Средний цитохимический показатель — $1,33 \pm 0,05$. Содержание липидов в нейтрофильных гранулоцитах крови больных макро-микрофолликуляр-

ным коллоидным зобом по сравнению с тем у здоровых имеет некоторые особенности: процентное содержание клеток с умеренным количеством диффузно распределенного суданположительного материала около 60–65% (в норме — 80–85%), гранулярный компонент выражен весьма слабо. В цитоплазме значительной части нейтрофильных гранулоцитов распределение окрашенного материала в виде отдельных или слившихся островков; на периферии клеток имеются участки свободные от продуктов. На 2-е сутки после операции отмечается некоторый рост нейтрофильных гранулоцитов с умеренным содержанием гликогена. Эта тенденция еще более выражена на 5-е сутки послеоперационного периода. В мазках резко уменьшено количество клеток с расположением окрашенных продуктов в виде островков.

Проведенные в работе исследования выявили, что при гистохимическом исследовании послеоперационного материала, взятого у больных макро- и микрофолликулярным коллоидным зобом, в препаратах выявляются фолликулы преимущественно крупных размеров с малым содержанием, или полным отсутствием продуктов реакции в стенке фолликулов слабо очерченный однослойный уплощенный эпителий. Как было отмечено, просматривается закономерность — чем больше размеры фолликулов, тем меньше в клетках их стенки окрашенного гистохимического материала. В межфолликулярных пространствах аденоматозные очаги, по-видимому, признаки ранее пролиферативной активности. Слабая активность тиреопероксидазы просматривается и в участках, стенки фолликулов, где тиреодный эпителий многослойный. И надо полагать, что указанные особенности количественного содержания и распределения продуктов реакции являются признаками истощения функциональных возможностей щитовидной железы,

т.е. выраженного гипотиреоза. Исследования связанные с цитохимическими показателями нейтрофильных гранулоцитов крови больных макро- и микрофолликулярным зобом не выявили существенных изменений. Имевший при этом место некоторый рост выбранных показателей не были достоверными.

Таким образом, полученные в работе результаты указывают на морфологические изменения щитовидной железы в различные сроки послеоперационного периода. Они выражаются в структурных перестройках, увеличении с уплотненной стенкой и с малым содержанием продуктов реакции фолликулов щитовидной железы, что по морфологии соответствует состоянию макро- и микрофолликулярного коллоидного зоба. В участках, где стенка фолликулов имеет утолщенный эпителий также снижено содержание фермента тиреопероксидазы, что говорит об истощении функции щитовидной железы.

Однако при исследовании цитохимических показателей нейтрофильных гранулоцитов при макро- и микрофолликулярном коллоидном зобе были выявлены небольшие изменения, что требует дальнейшего изучения данного вопроса. На основании этих данных нам представляется оправданным вывод, что при увеличении фолликулов щитовидной железы совместно с уплощением стенки как происходит при макро- и микрофолликулярном коллоидном зобе снижается ферментная активность тиреопероксидазы фолликулярных тироцитов с небольшими цитохимическими изменениями нейтрофильных гранулоцитов, что связано угнетением функциональной активности органа и влиянием на нейтрофильные гранулоциты отвечающие за деградацию тиреоидных гормонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонова С.С., Юшков П.В., Трошина Е.А., Абдулхабирова Ф.М., Егорычева Е.К., Абесадзе И.А. Узловой коллоидный зоб: клинико-морфологические критерии тиреоидной автономии и прогрессирования роста // Клиническая и экспериментальная тиреология. 2006. Т. 2, № 1. С. 47–50.
2. Боташева В.С., Калоева А.А., Эркенова Л.Д. Характер морфологических изменений при эндемическом зобе // Фундаментальные исследования. 2015. № 1–1. С. 36–40.
3. Гулов М.К., Расулов А.Г., Нуров З.М., Солиев Х.М. Клинико-морфологическая картина многоузлового эутиреоидного зоба // Вестник Авиценны. 2017. Т. 19, № 1. С. 46–49.
4. Калмин О.В., Калмин О.О. Сравнительный анализ микроструктуры щитовидной железы при тиреоидной патологии у жителей некоторых регионов Поволжья // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2016. Т. 6, № 12. С. 1673–1677.
5. Калмин О.В., Чаиркин И.Н., Калмин О.О. Сравнительная характеристика микроструктуры щитовидной железы при некоторых формах зобной трансформации // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. 2016. Т. 6, № 3. С. 51–57.
6. Пастернак И.А., Казачков Е.Л., Пастернак А.Е. Узловой коллоидный зоб: клинические и морфологические особенности в детском возрасте // Вятский медицинский вестник. 2019. Т. 64, № 4. С. 12–16.
7. Петрова Т.Н., Красноруцкая О.Н., Бугримов Д.Ю. Оценка морфофункционального состояния тиреоидного остатка после резекции щитовидной железы // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. 2011. Т. 4, № 1. С. 118–121.
8. Селиверстова Т.Г., Жигаев Г.Ф. Йоддефицитные тиреопатии // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2011. Т. 77, № 1–2. С. 84–86.

9. Сяжкина С.Н., Грачева В.А., Ситников В.А., Коробейников В.И., Горшкова Е.В. Клинико-морфологические параллели и при узловых образований щитовидной железы // Морфологические ведомости. 2009. № 3–4. С. 39–42.
10. Фрунзе Е.М. Особенности микроструктуры щитовидной железы при разных формах ее патологии // Вестник Пензенского государственного университета. 2017. Т. 17, № 1. С. 54–58.
11. Шахбанов Р.К., Бакуев М.М., Дибиров Т.М., Алиева У.Б. Цитохимическая характеристика нейтрофилов крови у больных аутоиммунным тиреонидом в стадии гипотиреоза // Морфология. 2019. № 2. С. 325.

© Шахбанов Руслан Казбекович (shahbanovrk@yandex.ru), Дибиров Тагир Муратович (dibirovtagir@mail.ru), Алиева Умхайр Бадрутдиновна , Сулейманова Хадиджат Гасбаловна, Асадулаева Мадина Набиевна (dibirovtagir@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Дагестанский государственный медицинский университет

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ТКАНЕЙ ПРОТЕЗНОГО ЛОЖА И ФУНКЦИИ ЖЕВАНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ПОЛНЫМ ОТСУТСТВИЕМ ЗУБОВ

ASSESSMENT OF THE STATE OF PROSTHETIC BED TISSUES AND CHEWING FUNCTION IN PATIENTS WITH COMPLETE ABSENCE OF TEETH

A. Shtorina
R. Subbotin
S. Fishchev
T. Shishko
A. Sevastyanov
M. Puzdyreva
S. Galstyan
F. Baroyan

Summary. Relevance. The use of complete removable dentures causes changes in the underlying tissues. In the mucous membrane there is a violation of the blood supply, characterized by an increase in venous stasis. These processes are the main reason for the development of inflammatory and dystrophic complications in the tissues of the prosthetic bed. The purpose of the study. Evaluation of microcirculation in the tissues of the prosthetic bed under the basis of a complete removable denture by the method of rheography and the study of the function of chewing by the method of electromyography using chewing tests in patients with complete removable dentures. Material and methods. 105 patients with complete absence of teeth (31 men and 74 women) aged 45 to 85 years were examined. The results of the study. Rheography data indicate an increase in blood supply due to the presence of a functional load on the tissues. The peripheral resistance index (PRI) in old dentures is of great importance, which is associated with spasm, and, possibly, sclerosis of non-functioning vessels. When using new prostheses, IPS decreases and amounts to $86.29 \pm 2.11\%$. According to the results of impedancemetry, the number of patients with less than normal blood filling of the vessels of the mucous membrane of the prosthetic bed in cases of applying new prostheses was greater than with old designs or without prostheses. Also, there were no differences in this indicator between subgroups of patients with different degrees of atrophy. Conclusions. The data obtained indicate an increase in the quality of chewing when using new functional prostheses, a reduction in the time spent on the process of chewing food. Due to an adequate load on the tissues under the basis of the prosthesis, the blood supply to this area is enhanced.

Keywords: total absence of teeth, edentulous jaws, prosthetics.

Шторина Анастасия Александровна
К.м.н., ассистент, Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет Министерства здравоохранения РФ
nastiya78@mail.ru

Субботин Роман Сергеевич
К.м.н., ассистент, Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет Министерства здравоохранения РФ
roma.seregin.92@mail.ru

Фищев Сергей Борисович
Д.м.н., профессор, Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет» Министерства здравоохранения РФ
super.kant@yandex.ru

Шишко Татьяна Владимировна
Ассистент, Санкт-Петербургский государственный
педиатрический медицинский университет
Министерства здравоохранения РФ
tat-sh04@rambler.ru

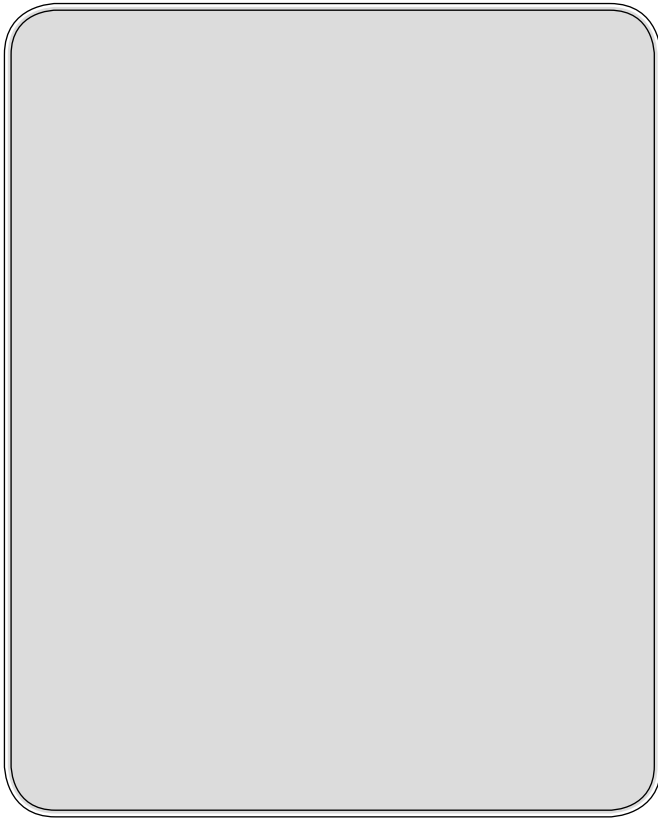
Севастьянов Аркадий Владимирович
Д.м.н., профессор, Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет Министерства здравоохранения РФ
ardy.dkr@mail.ru

Пуздырева Маргарита Николаевна
К.м.н., ассистент, Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет Министерства здравоохранения РФ
seven-spb@yandex.ru

Галстян Самвел Галустович
К.м.н., доцент, Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет Министерства здравоохранения РФ
samvel.galstyan.2012@mail.ru

Бароян Фёдор Бабкенович
Санкт-Петербургский государственный
педиатрический медицинский университет
Министерства здравоохранения РФ
fbaroian@bk.ru

Аннотация. Актуальность. Применение полных съёмных протезов вызывает изменения в подлежащих тканях. В слизистой оболочке происходит нарушение кровоснабжения, увеличивается венозный застой. Эти процессы являются основной причиной развития воспалительных и дистрофических осложнений в тканях протезного ложа. Цель исследования. Оценка микроциркуляции в тканях протезного ложа под базисом полного съёмного



Введение

В тканях протезного ложа после удаления зубов помимо перестройки в слизисто-подслизистом слое происходят изменения микроструктуры костной ткани альвеолярных отростков (1, 2, 3, 4, 5). Эти процессы зависят как от общих факторов (возраста, наследственности, состояния гормонального, метаболического и генетического статуса, соматической патологии), так и от местных факторов, таких как длительность пользования протезами, величина и характер жевательной нагрузки (6, 7, 8, 9). При полном отсутствии зубов в микроциркуляторном русле происходят ишемические изменения. В первые дни пользования съемными протезами микроциркуляторные нарушения нарастают и сопровождаются значительным увеличением венозного застоя (10, 11, 12). Эти процессы являются основной причиной развития воспалительных и дистрофических осложнений в тканях протезного ложа после протезирования.

Цель исследования

Оценить состояние гемодинамики слизистой оболочки тканей протезного ложа методом реографии, с помощью жевательных проб и метода электромиографии изучить функцию жевания у пациентов с полным отсутствием зубов в протезах

протеза методом реографии, исследование функции жевания методом электромиографии с применением жевательных проб у пациентов с полными съемными протезами. Материал и методы. Обследовано 105 пациентов с полным отсутствием зубов (31 мужчины и 74 женщины) в возрасте от 45 до 85 лет. Результаты исследования. Данные реографии свидетельствуют о усилении кровоснабжения вследствие наличия функциональной нагрузки на ткани. Индекс периферического сопротивления (ИПС) в старых зубных протезах имеет большие значения, что связано со спазмом, и склерозированием неработающих сосудов. При использовании новых протезов ИПС снижается и составляет $86,29 \pm 2,11\%$. По результатам импедансометрии количество пациентов с меньшим, чем в норме, кровенаполнением сосудов слизистой оболочки протезного ложа в случаях наложения новых протезов было больше, чем со старыми конструкциями или без протезов. Также не выявлено отличий по этому показателю между подгруппами пациентов с разными степенями атрофии. Выводы. Полученные данные свидетельствуют о повышении качества жевания при использовании новых функциональных протезов, сокращении времени, затрачиваемого на процесс пережевывания пищи. За счет адекватной нагрузки на ткани под базисом протеза кровоснабжение данной области усиливается.

Ключевые слова: полное отсутствие зубов, беззубые челюсти, протезирование.

Материалы и методы

По данным 105 клинических наблюдений за лицами с полным отсутствием зубов (31 мужчины и 74 женщины) в возрасте от 45 до 85 лет, подробно анализировались анамнез заболевания, причины и сроки утраты зубов, длительность использования протезов. Первую группу составили 63 человека, сроки пользования протезами (ПСП) в этой группе более пяти лет. Во вторую группу вошли 42 больных, срок пользования ПСП у них составляет менее пяти лет.

Оценивалась интенсивность и локализация атрофических процессов тканей протезного ложа по классификации Оксмана И.М. (1967), отмечалось состояние слизистой оболочки — наличие гиперемии, отека, «болтающегося гребня», учитывалось состояние ортопедических конструкций.

С целью уточнения объективных критериев, влияющих на качество функционирования ПСП, определения сроков замены данного вида ортопедических конструкций, рассматривалась степень морфо-функциональных изменений в тканях протезного ложа в результате проведенных лечебных мероприятий, изучались сроки использования и количество ранее проведенных протезирований ПСП.

Таблица 1. Результаты реографического исследования слизистой оболочки протезного ложа у лиц с полным отсутствием зубов

Показатели	Старые протезы (n=26)	Новые протезы (n=27)	td-тест		Ud-тест	
			t	p	U	p
РИ (Ом)	0,19±0,01	0,24±0,01	2,56	=0,013	230,0	=0,031
ИПС (%)	91,73±3,11	86,29±2,11	1,45	>0,1	300,0	>0,1

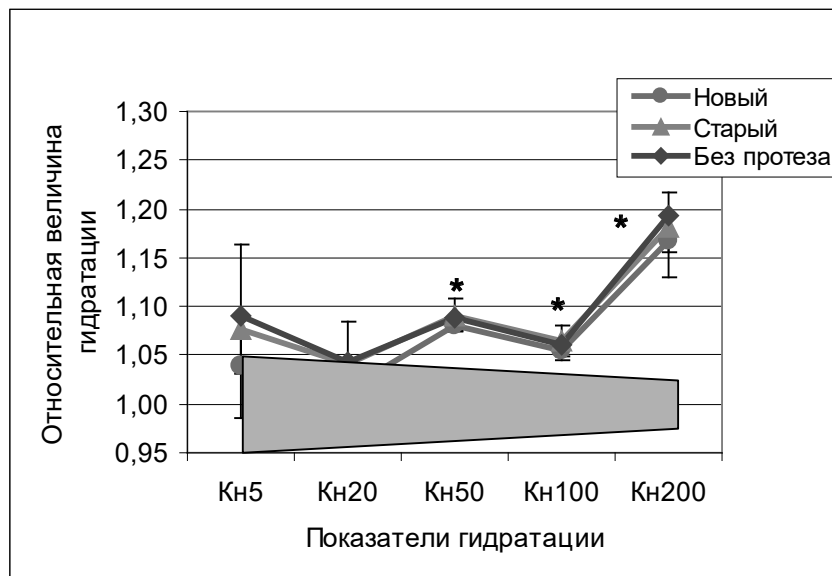


Рис. 1. Показатели гидратации слизистой оболочки тканей протезного ложа в зависимости от состояния протеза

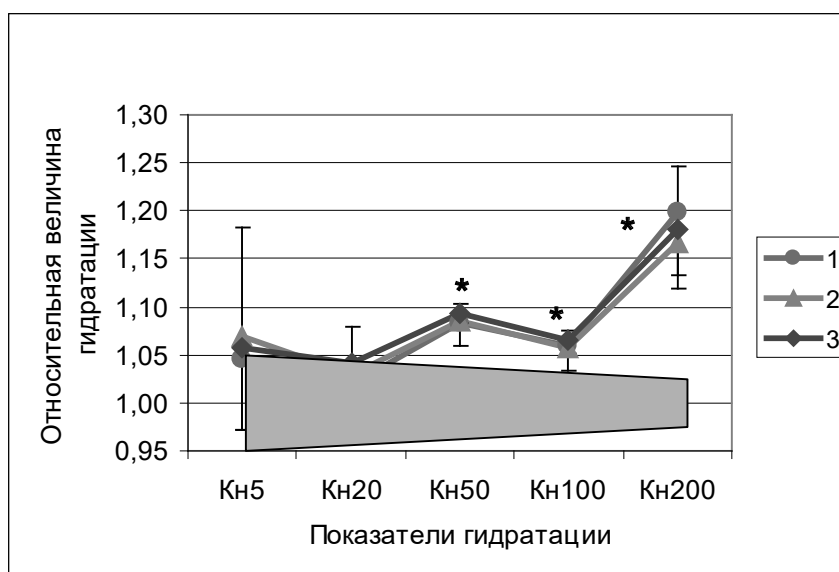


Рис. 2. Показатели гидратации слизистой оболочки тканей протезного ложа в зависимости от степени атрофии тканей протезного ложа

Таблица 2. Результаты изучения функции жевания у лиц с ПСП до и после протезирования

Показатель	Старые протезы	Новые протезы	td	p
Средний диаметр частиц (мм)	8,65±0,33	6,16±0,17	6,03	<0,001
Время жевания (с)	20,76±0,83	17,14±0,43	3,71	<0,05
Амплитуда ЭМГ с правой стороны (мВ)	0,37±0,05	0,28±0,03	0,03	>0,10
Амплитуда ЭМГ с левой стороны (мВ)	0,50±0,05	0,52±0,07	0,90	>0,10
Полезная работа дробления (усл. ед.)	0,65±0,04	1,07±0,03	6,73	<0,001

Оценка морфофункциональных характеристик тканей протезного ложа включала в себя изучение состояния слизистой оболочки тканей протезного ложа методом реографии и импедансометрии, проводилось исследование функции жевания при использовании ПСП

Для оценки гемодинамики слизистой оболочки тканей протезного ложа использован метод реографии по тетраполярной методике с помощью компьютерного реоанализатора КМ-АР-01 «Диамант».

Результаты исследования

Изучены показатели кровенаполнения тканей по величине реографического индекса (РИ) и состояние кровотока по индексу периферического сопротивления (ИПС).

Данные реографического исследования указывают на то, что у лиц, пользующихся новыми протезами, реографический индекс возрастает и достигает $0,24 \pm 0,01$ Ом, что свидетельствует об усилении кровоснабжения данной области вследствие наличия функциональной нагрузки на ткани. Индекс периферического сопротивления (ИПС) в условиях недостаточной функциональной нагрузки (старые зубные протезы) имеет большие значения, что связано со спазмом, а, возможно, и склерозированием неработающих сосудов (Шторина А.А., 2009). При использовании новых протезов ИПС снижается и составляет $86,29 \pm 2,11\%$, что обусловлено появлением анастомозов и шунтирующих сосудов, которые обеспечивают функциональную активность тканей протезного ложа.

Для оценки локального реагирования тканей протезного ложа на съемный протез использовался метод биоимпедансной спектрометрии с помощью анализатора водных секторов организма АВС-01 «Медасс».

Проведен анализ показателей гидратации слизистой оболочки тканей протезного ложа у 12 пациентов в за-

висимости от степени его атрофии и различном состоянии протеза.

По показателю гидратации интерстициального пространства у большинства пациентов выявлен незначительный отек, который не зависит от степени атрофии.

По критерию Стьюдента отличия между группами статистически недостоверны

По критерию Стьюдента статистически достоверные отличия от нормы ($p < 0,05$) обозначены *

Примечания к рисунку 2.

По критерию Стьюдента отличия между группами статистически недостоверны

По критерию Стьюдента статистически достоверные отличия от нормы ($p < 0,05$) обозначены *

В среднем показатель гидратации интерстициального пространства статистически достоверно не отличается от нормы.

По показателю гидратации, который отражает кровенаполнение сосудов (КнП20), соотношение показателей у исследованных подгрупп аналогично описанному, то есть количество пациентов с меньшим, чем в норме, кровенаполнением сосудов слизистой оболочки протезного ложа в случаях наложения новых протезов было больше, чем со старыми конструкциями или без протезов. Также не выявлено отличий по этому показателю между подгруппами пациентов с разными степенями атрофии.

Анализ результатов жевательных проб выполнен с одновременной регистрацией электромиографической активности жевательных мышц при использовании старых и вновь изготовленных протезов (см. табл. 2). Данные гранулометрического анализа показывают, что при использовании новых съемных протезов средний диа-

Таблица 3. Результаты проведения жевательной пробы и электромиографии жевательных мышц у пациентов с различным характером атрофии тканей протезного ложа

Показатели	Равномерная атрофия (n=24)	Неравномерная атрофия (n=12)	t	p
Средний диаметр частиц (мм)	7,90±0,44	9,66±0,78	2,08	=0,04
Полезная работа дробления (усл. ед.)	0,77±0,06	0,54±0,09	2,00	=0,053
Амплитуда ЭМГ с правой стороны (мВ)	0,29±0,05	0,56±0,14	2,14	=0,03
Амплитуда ЭМГ левой стороны (мВ)	0,43±0,06	0,72±0,14	2,15	=0,03

метр частиц снижается с 8,65±0,33 мм до 6,16±0,17 мм. При этом время, затраченное на 20 жевательных движений, уменьшается с 20,76±0,83 до 17,14±0,43 с.

Из представленной таблицы 2 следует, что при использовании новых протезов полезная работа дробления ПРД увеличивается за счет сокращения времени жевания и уменьшения среднего диаметра частиц пережеванной фракции. С увеличением сроков службы полных съемных протезов происходит снижение эффективности работы жевательных мышц и увеличение диаметра пережеванных частиц тестового материала.

Данные электромиографического исследования свидетельствуют о несимметричности амплитуды мышечных сокращений правой и левой стороны. Анализ показателей амплитуды электромиографической активности жевательных мышц в старых и вновь изготовленных протезах не выявил достоверных различий.

Изучение функции жевания при использовании старых полных съемных протезов у лиц с равномерным и неравномерным характером атрофии выявило ряд достоверных отличий (табл. 3).

В результате гранулометрического анализа установлено, что у пациентов с равномерным характером атрофии средний диаметр измельченных частиц тестового материала меньше, чем у лиц с неравномерной атрофией. Показатели электрической активности жевательных мышц правой и левой сторон при измельчении тестовой порции, у лиц с равномерной атрофией меньше, чем у лиц с неравномерной атрофией тканей протезного ложа. Таким образом, полезная работа дробления ПРД у пациентов с равномерной атрофией больше, чем у лиц с неравномерным характером атрофии.

Кроме того, выявлена прямая корреляционная зависимость между средним диаметром частиц в жевательных пробах и степенью атрофии тканей протезного ложа как на верхней (r=0,38; p=0,01), так и на нижней челюсти (r=0,48; p=0,006). По результатам жевательных проб вы-

явлено, что чем больше количество протезирований в анамнезе, тем больше времени требуется для размельчения тестового материала (r=0,53; p=0,01).

ВЫВОДЫ

Данные реографического исследования показывают, что в старых протезах реографический индекс имеет меньшие значения, при использовании новых протезов его показатели возрастают, что свидетельствует об улучшении кровоснабжения тканей протезного ложа вследствие наличия функциональной нагрузки на ткани. Индекс периферического сопротивления в условиях недостаточной функциональной нагрузки (старые зубные протезы) повышается, что связано со спадением и склерозированием неработающих сосудов. При использовании новых протезов ИПС снижается, что, по нашему мнению, связано с появлением анастомозов и шунтирующих сосудов, которые обеспечивают функциональную активность тканей протезного ложа и улучшают устойчивость к нагрузке.

Анализ результатов гранулометрического анализа выявил, что у пациентов с полным отсутствием зубов средний диаметр частиц искусственного тестового материала в результате проведения жевательных проб в новых протезах меньше, чем в старых (2). Время, затраченное на 20 жевательных движений, после проведенного протезирования уменьшается с 20,76±0,83 до 17,14±0,43 секунд (td=3,71; p<0,05). Показатель полезной работы дробления за счет сокращения времени жевания и уменьшения среднего диаметра измельченных частиц в новых протезах выше. Полученные данные свидетельствуют о повышении качества жевания при использовании новых функциональных протезов, сокращении времени, затрачиваемого на процесс пережевывания пищи. Кроме того, с увеличением сроков службы ПСП наблюдается достоверное снижение эффективности работы жевательных мышц и увеличение диаметра пережеванных частиц тестового материал, что является подтверждением снижения эффективности жевания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Выселко Г.Ю., Ирза О.Л., Непрелюк О.А., Кушнир К.Г. Повышение эффективности ортопедического больных с полным отсутствием зубов при выраженной атрофии альвеолярного отростка нижней челюсти. Крымский терапевтический журнал. 2020. № 4. С. 58–61.
2. Войтяцкая И.В., Шторина А.А. Жевательная проба, как объективный метод оценки функциональной ценности протезов у больных с полным отсутствием зубов // Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. 2008. Т. 15. № 2. С. 90–91.
3. Метелица С.И., Рединов И.С., Головатенко О.В., Страх О.О. Совершенствование методики лечения повторно протезируемых пациентов полными съемными протезами на нижней челюсти // Проблемы стоматологии. Ортопедическая стоматология. 2017. 13 № 1. — С. 79–83.
4. Пискур В.В., Коцюра Ю.И., Борунов А.С., Пискур А.В. Оценка эффективности повторного протезирования пациентов с полным отсутствием зубов на основании результатов функциональных (жевательных) проб // Актуальные вопросы профилактики, диагностики и лечения стоматологических заболеваний. Сборник научных трудов Республиканской научно-практической конференции с международным участием. 2018. С. 126–128.
5. Шторина А.А. Прогностическое значение морфофункциональных характеристик протезного поля при реабилитации больных с полным отсутствием зубов. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Санкт-Петербургская медицинская академия последипломного образования. Санкт-Петербург, 2009
6. Шторина А.А. Факторы, влияющие на сроки функционирования Полных съемных протезов // Институт стоматологии. — 2009. № 1(42). С. 52–53.
7. Dimova M., Hadjieva H. Total prosthetics in function // Journal of IMAB — Annual Proceeding (Scientific Papers). — 2006. — Book 2. — P. 41–43.
8. Domenyuk D. Implementation of neuromuscular dentistry principles in rehabilitation of patients with complete adentia / D. Domenyuk, Maria Rozhkova, Arkady Sevastyanov, S. Fishchev et al. //Archiv euromedica. — 2022. — v o l. 12. Num. 2. — P. 108–117.
9. Eng C., Lieberman D., Zink K., Peters M. Bite Force and Occlusal Stress Production in Hominin Evolution // American Journal of physical anthropology. 2013. P. 544–557.
10. Parle D., Desai D., Bansal A. Estimation of Individual Bite Force during Normal Occlusion using FEA // Altair Technology Journal. 2013. P. 11–19.
11. Peres, M.A. Tooth loss in Brazil: analysis of the 2010 Brazilian Oral Health Survey [Article in Portuguese] / MA. Peres, PR. Barbato, SC. Reis, CH. Freitas, JL. Antunes // Rev Saude Publica. — 2013. — № 5. — P. 46–51.
12. Rosa L.B., Bataglion C, Siessere S., Palinkas M. Bite force and masticatory efficiency in individuals with defferent oral rehabilitation // Open Journal of Stomatology. 2012. — № 2. P. 21–26.

© Шторина Анастасия Александровна (nastiya78@mail.ru), Субботин Роман Сергеевич (roma.seregin.92@mail.ru),
Фищев Сергей Борисович (super.kant@yandex.ru), Шишко Татьяна Владимировна (tat-sh04@rambler.ru),
Севастьянов Аркадий Владимирович (ardy.dkr@mail.ru), Пузырева Маргарита Николаевна (seven-spb@yandex.ru),
Галстян Самвел Галустович (samvel.galstyan.2012@mail.ru), Бароян Фёдор Бабкенович (fbaroian@bk.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

Al-Duhaidahawi Murtadha Ahmed Luti —

Postgraduate student of Yuri Gagarin State Technical University of Saratov
murtazalute7@gmail.com

Al-Nasrawi Faris Hazim — Postgraduate student of Yuri Gagarin State Technical University of Saratov
farisiraq21@gmail.com

Aleinikov A. —doctor of technical sciences, professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Technical University"

Alieva U. —Associate professor, Dagestan State Medical University, Ministry Of Health Of The Russian Federation

Alipov A. —Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of Russia
artemalipov@yandex.ru

Antipenko V. —Doctor of Technical Sciences, Professor, RUT (MIIT)

Asadulayeva M. —Associate professor, Dagestan State Medical University, Ministry Of Health Of The Russian Federation

Babich N. —post-graduate student, RUT (MIIT)
babichnikolay35@gmail.com

Banik E. —Graduate student, First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov
banik.e@yandex.ru

Baroyan F. —St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of Russia
ernack1@mail.ru

Baroyan F. —Student of St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
fbaroian@bk.ru

Blokhin I. —Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of Russia
ig.bloxin2010@yandex.ru

Blokhin I. —Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of Russia
ig.bloxin2010@yandex.ru

Bugrova O. —MD, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation

Chuvashov A. —Ukhta State Technical University
achuvashov@ugtu.net

Dadabaev G. —junior research assistant, Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery

Datsik M. —gastroenterologist, HI "Minsk Clinical Consultative and Diagnostic Center"
marinka_83@inbox.ru

Dibirov T. —Associate professor, Dagestan State Medical University, Ministry Of Health Of The Russian Federation
dibirovtagir@mail.ru

Dzerzhinsky R. —Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "MIREA — Russian Technological University"

Emelyanov I. —Postgraduate, Moscow Academy of Finance and Law; Consultant at NP Partnership "Company for innovations and high technologies «Concept»"
iemelyanov@acconcept.ru

Eremina N. —Doctor of Medical Sciences, Professor, Penza Institute for Advanced Training of Physicians

Fishchev S. —Doctor of Medical Sciences, Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of Russia
super.kant@yandex.ru

Fishchev S. —Doctor of Medical Sciences, Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
super.kant@yandex.ru

Fishchev S. —MD, Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
super.kant@yandex.ru

Gagik V. —Postgraduate student, Penza Institute for Advanced Training of Physicians
Stom-gaga@mail.ru

Galstyan S. —Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
samvel.galstyan.2012@mail.ru

Galstyan S. —Ph.D., Associate Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
samvel.galstyan.2012@mail.ru

Garaev A. —Perm State Medical University named after E.A. Wagner

Gavrish M. —Graduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Technical University"
mihail.gavrish@mail.ru

Gaygerov M. —Kaluga Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (National Research University)
kolljei@gmail.com

Ghanbarov K. —Doctor of Biological Sciences, Professor of Baku State University
khuda1949@mail.ru

Hafizov R. —Doctor of Medical Sciences, Professor, Kazan Federal University

He Mingze — Graduate student of First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov
hemingze1997@gmail.com

Ivanova Yu. — Assistant, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation
romanchuk-1994@bk.ru

Ivanov G. —Perm National Research Polytechnic University
gleb_molodoi5@mail.ru

Karaev A. —junior research assistant, Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery
karaev8@ya.ru

Karkokha I. —Technical Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov" in Neryungri
tetsik997@gmail.com

Kasimenko L. —Ph.D., Associate Professor, RUT (MIIT)
kasimenkolm@mail.ru

Khokhlova A. —Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of Russia
ankhokhlova99@gmail.com

Khudainetova L. —Cardiologist, Surgut District Clinical Hospital; postgraduate student, Surgut State University
los-anj@list.ru

Kondrashkin I. —Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of Russia
ivan.kondrashckin@yandex.ru

Kondrashkin I. —Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of Russia
ivan.kondrashckin@yandex.ru

Koshurnikova E. —Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Perm State Medical University named after E.A. Wagner
ekaterina_koshur@mail.ru

Kozhevnikova P. —Candidate of Technical Sciences, Ukhta State Technical University
aira_dark@list.ru

Kozlovskaya M. —Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Perm State Medical University named after E.A. Wagner

Kuchkarov Z. —Ph.D. of Engineering Sciences, Doctor of Economic Sciences, Full professor, Moscow Institute of Physics and Technology; Director of NP Partnership "Company for innovations and high technologies «Concept»"
kuchkarov@acconcept.ru

Kudryashova L. —Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Bashkir State Medical University; GAUZ of the Republican Clinical Oncological Dispensary, Ufa
kudryashovaln@onkorb.ru

Kuntsev V. —Candidate of Technical Sciences, Ukhta State Technical University
vkuntsev@ugtu.net

Kuzmin V. —Doctor of Technical Sciences, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "MIREA — Russian Technological University"

Larionov V. —Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU)
larionov.vs@edu.spbstu.ru

Latypov B. —Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ufa State Oil Technical University"
Linksmtv@gmail.com

Lukin K. —Candidate of Technical Sciences, General Director of JSC "Supertel", St. Petersburg
ki@supertel.ru

Maleev O. —candidate of technical sciences, Associate Professor, Peter the Great St. Petersburg, Polytechnic University (SPbPU)
maleev_og@spbstu.ru

Mirzalieva M. —Cardiologist, Surgut District Clinical Hospital; postgraduate student, Surgut State University
anika.oberoi@yandex.ru

Mirzayeva S. —doctoral student, Lenkoran State University
sebnemmirzeyeva88@gmail.com

Mishlanov V. —Doctor of Medical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Perm State Medical University named after E.A. Wagner

Morova N. —MD, Professor, Omsk State Medical University
nataliya-morova@yandex.ru

Muhetdinov A. —Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ufa State Oil Technical University"
amir.muhetdinov@yandex.ru

Musaelyan A. —Assistant, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, Ministry of Health of Russia
musaelyam.gagik@mail.ru

Nagornova K. —PhD, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "North-Western State Medical University named after Mechnikov" of the Ministry of Health of the Russian Federation

Neganova O. —Graduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Izhevsk State Medical Academy" of the Ministry of Health of the Russian Federation
o_neganova@mail.ru

Nikolaeva N. —postgraduate student, Tyumen Industrial University, Tyumen
nikolaevans88@gmail.com

Nikolaeva N. —Senior Lecturer, MSTU im. N.E. Bauman
lepina_n@mail.ru

Nikulina N. —Candidate of Medical Sciences, El "Gomel State Medical University"
natallia.nik@mail.ru

Orekhov S. —Senior Lecturer, Kaluga Branch of the Federal State Budgetary educational institution of higher education "Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (National Research University)
serg31057@mail.ru

Orlov A. —St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
ernack1@mail.ru

Paramonov A. —Assistant, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "MIREA — Russian Technological University"
paramonov_a_a99@mail.ru

Parshin A. —Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of Russia
parshin_av@mail.ru

Perekopskaya V. —Postgraduate student, Omsk State Medical University
perekopskaya.vs@yandex.ru

Petrosyan K. —MD, Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery

Petrosyan L. —Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU)"g.Moscow
l.petrosyan@mgutm.ru

Petrova M. —Bashkir State Medical University
marinapetrova.03@mail.ru

Petrova O. —postgraduate student, assistant, Bashkir State Medical University; Oncologist, GAUZ of the Republican Clinical Oncological Dispensary, Ufa
foxy1906@mail.ru

Petrukhin K. —Kaluga Branch of the Federal State Budgetary educational institution of higher education "Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (National Research University)
farlamov.maxim@yandex.ru

Platoshkin E. —Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, El "Gomel State Medical University"
platoshkin@list.ru

Podzolkov V. —MD, academician of RAS, Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery

Polidanov M. —Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of Russia
maksim.polidanoff@yandex.ru

Polidanov M. —Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of Russia
maksim.polidanoff@yandex.ru

Polishchuk I. —rheumatologist, State Autonomous Healthcare Institution "Orenburg Regional Clinical Hospital"

Popov V. —Ph. D., Assistant Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of Russia
vpopov5@mail.ru

Puzdyreva M. — Candidate of Medical Sciences, Assistant, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
seven-spb@yandex.ru

Puzdyreva M. —PhD, assistant Professor, "St. Petersburg State Pediatric Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation
seven-spb@yandex.ru

Romanovskaya A. —Doctor of Medical Sciences, Professor, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of Russia

Rozhkova M. —Assistant, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
rozmaria2010@yandex.ru

Sagdeev A. —Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Federal State Budget-Financed Educational Institution of Higher Education The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications
brother-aks@yandex.ru

Sakharov V. —Senior Lecturer, Kaluga Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (National Research University)
vlad.saharov2011@yandex.ru

Sakhautdinova I. —Doctor of Medical Sciences, Professor, Bashkir State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Ufa
indira2172@yandex.ru

Sakhipov M. —Perm State Medical University named after E.A. Wagner

Samokhina V. —Associate Professor, Technical Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov" in Neryungri
vsamokhina@bk.ru

Samsonov I. —graduate student, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Moscow Polytechnic University"
i.v.samsonov@bk.ru

Semicheskaya N. —Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU)" Moscow
n.semicheskaya@mgutm.ru

Sevastyanov A. — Doctor of Medical Sciences, Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
ardy.dkr@mail.ru

Sevastyanov A. —MD, Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
ardy.dkr@mail.ru

Shakhbanov R. —associate professor, Dagestan State Medical University, Ministry Of Health Of The Russian Federation
shahbanovrk@yandex.ru

Shiryaeva E. —Kaluga Branch of the Federal State Budgetary educational institution of higher education "Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (National Research University)
lady.eliza99@yandex.ru

Shishko T. —Assistant, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
tat-sh04@rambler.ru

Shtorina A. —Candidate of Medical Sciences, Assistant, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
nastiya78@mail.ru

Shtorina A. —PhD, Assistant Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
nastiya78@mail.ru

Shut S. —Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, El "Gomel State Medical University"
shootsa@mail.ru

Skadin A. —Kaluga Branch of the Federal State Budgetary educational institution of higher education "Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (National Research University)
a.skadin@mail.ru

Smirnova T. —Assistant, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
famstom@mail.ru

Sopich D. —proctologist, HI "Minsk Clinical Consulting and Diagnostic Center"

Staheev I. —Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Federal State Budget-Financed Educational Institution of Higher Education The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications
kisasig@yandex.ru

Subbotin R. —PhD, assistant Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
roma.seregin.92@mail.ru

Suleymanova K. —Assistant, Dagestan State Medical University, Ministry Of Health Of The Russian Federation

Takhmezov A. —Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of Russia
taxmezov14@gmail.com

Tarasova N. —Member of Russia Designers Association, Lead Art Director of Proscum, Moscow
nnatalia0212@yandex.ru

Taratonov I. —Senior Lecturer, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Moscow Polytechnic University"

Tishkov S. —El "Gomel State Medical University"
sergej_doct@mail.ru

Titova O. —Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Federal State Budget-Financed Educational Institution of Higher Education The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications
olga1110.spb@mail.ru

Tomashevsky Yu. — Doctor of Technical Sciences, Professor of Yuri Gagarin State Technical University of Saratov
tomash@sstu.ru

Tsekhanovich V. —MD, Professor, Omsk State Medical University; BUZOO Regional Clinical Hospital
cvn50omsk@gmail.com

Tsepurkin A. —Kaluga Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (National Research University)
tsepurkin00@mail.ru

Tsepurkin N. —Kaluga Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (National Research University)
nikcep@mail.ru

Tunekova L. —Assistant, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of Russia
kurdakova@yandex.ru

Tyapkina D. —Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of Russia
Orchidaceae.2017@yandex.ru

Zaichikov N. —Kaluga Branch of the Federal State Budgetary educational institution of higher education "Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (National Research University)
zanik.2000@inbox.ru

Zeng Zitong — Graduate student of First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov
zengzitong999@gmail.com

Zhidko A. —Candidate of Medical Sciences, Dentist, LLC "Alfarstom"
aigel16@yandex.ru

Ziganshina L. —Assistant, Bashkir State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Ufa
lz.ziganshina85@mail.ru

Ziyazetdinov T. —Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ufa State Oil Technical University"
ziyazetdinov.timur@gmail.com

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).

