

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 3-2 2024 (МАРТ)

Учредитель журнала
Общество с ограниченной ответственностью
«НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Журнал издается с 2011 года.

Редакция:

Главный редактор
А.В. Царегородцев
Выпускающий редактор
Ю.Б. Миндлин
Верстка
М.А. Комарова

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>

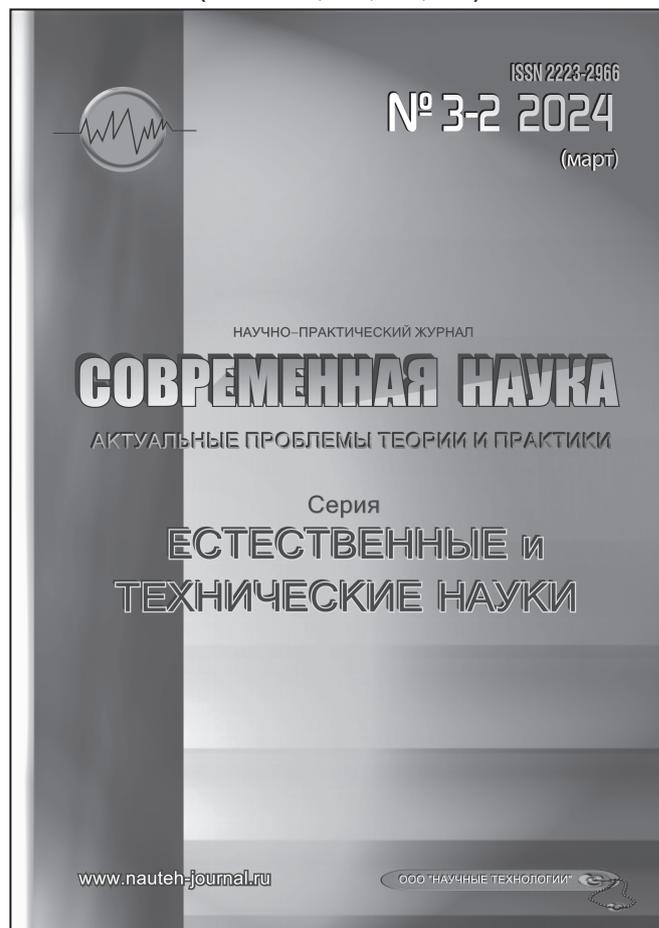
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(BAK — 1.1.2, 1.5.x, 2.3.x, 3.1.x)



В НОМЕРЕ:

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

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

При перепечатке ссылка на журнал
«Современная наука:

Актуальные проблемы теории и практики» обязательна.

Журнал отпечатан в типографии
ООО «КОПИ-ПРИНТ» тел./факс: (495) 973-8296

Подписано в печать 25.03.2024 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. Серикабаева

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., доцент, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Царегородцев Анатолий Валерьевич — д.т.н., профессор, Московский государственный лингвистический университет redaktor3@nauteh.ru

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Общая биология

Бучельников М.А., Дружинина О.В., Никитин А.А. — Первичный учет малых водоемов пригородов Новосибирска
Buchelnikov M., Druzhinina O., Nikitin A. — Primary accounting of small reservoirs in the suburbs of Novosibirsk6

Ванина Д.С., Сычев И.А., Бяловский Ю.Ю., Лаксаева Е.А., Косова Ю.Д., Кокина Д.Г. — Действие полисахарида цветков календулы на животных со свинцово-укусуснокислой анемией
Vanina D., Sychev I., Byalovsky Yu., Laksaeva E., Kosova Yu., Kokina D. — The effect of calendula flower polysaccharide on animals with lead-acetic acid anemia.....10

Идигенов Б.Б., Гамм Т.А., Гривко Е.В. — Обоснование экобиотехнологии получения органического вещества при переработке больших объемов птичьего помета методом компостирования с внесением эффлюента
Idigenov B., Gamm T., Grivko E. — Justification of ecobiotechnology for obtaining organic matter when processing large volumes of poultry luning by composting method with the application of effluent17

Ломсков М.А., Макарова Е.А., Тунинский О.Л. — Сравнительный анализ рекреационной нагрузки модельных участков лесопарка Кузьминки-Люблино
Lomskov M., Makarova E., Tuninsky O. — Comparative analysis of the recreational load of the model sections of the Kuzminki-Lublin Forest Park23

Москаленко И.В., Ноздрачева Е.В., Авраменко М.В., Гайворонская А.А. — Генетическая изменчивость сосны обыкновенной в палиноиндикации состояния лесных сообществ Нечерноземья РФ
Moskalenko I., Nozdracheva E., Avramenko M., Gayvoronskaya A. — Genetic variability of scots pine in bioindication of the state of forest communities in the Non-chernozem region of the Russian Federation26

Информатика, вычислительная техника и управление

Белякова А.В., Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н., Чискидов С.В. — Актуальные вопросы разработки нейросетевых модулей прогнозирования успеваемости обучающихся высших учебных заведений
Belyakova A., Romashkova O., Ermakova T., Chiskidov S. — Current issues in the development of neural network modules for predicting the achievement of students in higher educational institutions.....33

Горячкин Б.С., Торжков М.С. — Разработка адаптивного ПО для эффективного обнаружения аномалий веб-сервера на основе эргономического анализа
Goryachkin B., Torzhkov M. — Development of adaptive software for effective detection of web server anomalies based on ergonomic analysis39

Джуров А.А. — Поиск деструктивного контента в тексте
Dzhurov A. — Searching for destructive content in text46

Дудин С.А. — Календарный анализ временного ряда землетрясений
Dudin S. — Calendar analysis of the time series of earthquakes.....51

Климин П.Ю. — Разработка эффективных автоматизированных торговых систем для работы на финансовых рынках
Klimin P. — Development of effective automated trading systems for working in financial markets...57

Новоселова Д.В., Шульц И.Д. — Альтернативный способ регистрации осужденных в уголовно-исполнительных инспекциях с помощью информационных технологий
Novoselova D., Shultz I. — An alternative way to register convicts in penal enforcement inspections using information technology62

- Ольховая А.М., Ромашкова О.Н.** — Нейронная сеть для генерации 3d-контента образовательных платформ
Olkhovaya A., Romashkova O. — Neural network for generating 3d content for educational platforms . . .65
- Саитов И.А., Фильченков А.А.** — Нормализация ориентации изображений номерных знаков транспортных средств на основе нейронной модели 3D детекции
Saitov I., Filchenkov A. — License plate normalization based on 3D neural network70
- Салтанова Т.В., Володина Т.Ю.** — Обобщённая матрица жёсткости для двухфазного (грунт+порозовая вода) треугольного элемента
Saltanova T., Volodina T. — Generalized striffness matrix for a two-phase (soil+porte water) triangular element75
- Федосеев А.И., Пономарева Л.А., Заболотникова В.С., Комаров В.М., Ромашкова О.Н.** — Матричный синтез цифрового портрета обучающегося вуза с помощью стохастической сети Петри
Fedoseev A., Ponomareva L., Zabolotnicova V., Komarov V., Romashkova O. — Matrix synthesis of a digital portrait of a university student using stochastic Petri net78
- Клиническая медицина
- Бетеева М.Ю., Задеренко И.А., Мкртчян К.С.** — Аденокистозный рак верхнечелюстной пазухи
Beteeva M., Zaderenko I., Mkrtchyan K. — Adenocystic cancer of the maxillary sinus87
- Гаджиева Р.И., Будаичиев Г.М.-А., Курбанова Э.А.** — Хронический апикальный периодонтит. Клинический случай
Gadzhieva R., Budaichiev G., Kurbanova E. — Chronic apical periodontitis. A clinical case92
- Калиберденко В.Б., Чауш З.Р., Мамутов Р.М., Шерет Р.М.** — Кровотечения в стоматологической практике: обзор современных данных
Kaliberdenko V., Chaush Z., Mamutov R., Sheret R. — Bleeding in dental practice: a review of current data95
- Каменских Г.В., Велигуров Г.Г.** — Синдром поликистозных яичников
Kamenskikh G., Veligurov G. — Polycystic ovary syndrome 101
- Кашапов Л.Р., Абдрахманова А.И., Ослопова Ю.В.** — Успехи персонализированного медикаментозного лечения фибрилляции предсердий. зарубежный и отечественный опыт
Kashapov L., Abdrakhmanova A., Osloпова Yu. — Success of personalized medication treatment for atrial fibrillation: international and domestic experience 106
- Климов А.Г., Фищев С.Б., Рожкова М.Г., Павлова С.Г., Севастьянов А.В., Шторина А.А., Пуздырева М.Н., Попов В.П.** — Алгоритм определения типа зубочелюстной системы для выбора несъёмной дуговой аппаратуры при ортодонтическом лечении
Klimov A., Fischev S., Rozhkova M., Pavlova S., Sevastyanov A., Shtorina A., Puzdyreva M., Popov V. — An algorithm for determining the type of dental system for the selection of non-removable arc equipment for orthodontic treatment 112
- Лобанов Ю.С., Терешков П.П., Лобанов С.Л., Шаповалов К.Г., Лобанов Л.С.** — Изменение содержание NGAL в крови, при различной степени давления инсuffлируемого газа, в эндохирургии забрюшинного пространства
Lobanov Yu., Tereshkov P., Lobanov S., Shapovalov K., Lobanov L. — Changes in blood NGAL content, under different degrees of insufflated gas pressure, in retroperitoneal endosurgery 117
- Овчаренко Е.Н., Зарединова Т.Р., Куртмулаева Л.Н., Тасинов А.Э., Тасинов Э.Э., Раупова Р.И.** — Интраоральное сканирование в современной стоматологии: преимущества, недостатки и перспективы развития
Ovcharenko E., Zaredinova T., Kurtmulaeva L., Tasinov A., Tasinov E., Raupova R. — Intraoral scanning in modern dentistry: advantages, disadvantages and development prospects 121
- Попова А.В., Тонких В.В., Юрьева С.В., Юрьева А.И.** — Ведение пациентов с бессимптомной гиперурикемией на амбулаторном этапе
Popova A., Tonckih V., Iureva S., Iureva A. — Management of patients with asymptomatic hyperuricemia at the outpatient stage 127
- Рамазанова З.Г., Паршина С.С.** — Коагуляционный гемостаз и состояние тромботической готовности у кардиологических больных с отягощенным и неотягощенным онкоанамнезом

- Ramazanova Z., Parshina S.* — Coagulation haemostasis and thrombotic readiness state in cardiological patients with aggravated and unaggravated oncoanamnesis 131
- Рухляда Н.Н., Россолько Д.С., Прохорович Т.И., Тайц А.Н., Ничипорова О.К.** — Нерешительность в отношении вакцинации против вируса папилломы человека: причины, встречаемость осложнений. роль врача акушера-гинеколога в вакцинопрофилактике
Rukhlyada N., Rossolko D., Prokhorovich T., Taitis A., Nichiporova O. — Hesitability regarding vaccination against the human papilloma virus: reasons, incidence of complications. role of the obstetric-gynecologist in vaccine prevention 137
- Севастьянов А.В., Фищев С.Б., Климов А.Г., Рожкова М.Г., Павлова С.Г., Кондратюк А.А., Шторина А.А., Пуздырева М.Н.** — Влияние расположения боковых зубов при различных вариантах формы зубных дуг на пропись брекетов
Sevastyanov A., Fischev S., Klimov A., Rozhkova M., Pavlova S., Kondratyuk A., Shtorina A., Puzdyreva M. — The influence of the location of the lateral teeth in different variants of the shape of the dental arches on the prescription of braces. 143
- Султанова О.Э., Чернышева Е.Н., Кузьмичев Б.Ю., Попов Е.А., Самохина А.С.** — Взаимосвязь уровня оксипролина с эхокардиографическими показателями при остром коронарном синдроме на фоне недифференцированной дисплазии соединительной ткани
Sultanova O., Chernysheva E., Kuzmichev B., Popov E., Samokhina A. — The relationship of oxypoline levels with echocardiographic parameters in acute coronary syndrome against the background of undifferentiated connective tissue dysplasia 148
- Тумасян М.Г.** — Применение сканирования при ортопедическом лечении пациентов с заболеваниями пародонта
Toumassian M. — Application of scanning in orthopedic treatment of patients with periodontal diseases. 152
- Урядникова В.А., Ипполитов Ю.А., Алешина Е.О., Михайлова С.А., Куралесина В.П., Рыжкова Ю.А., Клепалко Е.А.** — Современные концепции лечения воспалительных заболеваний полости рта с применением бактериофагов
Uryadnikova V., Ippolitov Yu., Aleshina E., Mikhailova S., Kuralesina V., Ryzhkova Yu., Klepalko E. — Modern concepts of treatment of inflammatory diseases of the oral cavity using bacteriophages 156
- Ушаков М.А., Пашкова А.А.** — Применение комбинации инулина и масляной кислоты в комплексе с физическими упражнениями в лечении (вторичной профилактики) синдрома саркопении пожилых: простое слепое рандомизированное плацебо-контролируемое исследование эффективности
Ushakov M., Pashkova A. — The use of inulin and butyric acid in combination with physical exercise in the treatment (secondary prevention) of sarcopenia syndrome in the elderly: a simple blind randomized placebo-controlled efficacy study 160
- Фищев С.Б., Климов А.Г., Рожкова М.Г., Павлова С.Г., Галстян С.Г., Севастьянов А.В., Шторина А.А., Пуздырева М.Н.** — Особенности инклинации и ангуляции передних зубов у пациентов с физиологической окклюзией при различных вариантах формы зубных дуг
Fischev S., Klimov A., Rozhkova M., Pavlova S., Galstyan S., Sevastyanov A., Shtorina A., Puzdyreva M. — Features of inclination and angulation of the anterior teeth in patients with physiological occlusion in various forms of dental arches 166
- Хаирутдинова А.Р., Азизова Д.А., Газиев Д.Ф., Хакимова Л.Д., Шкарлет Е.В.** — Современные методы снятия оттисков
Khairutdinova A., Azizova D., Gaziev D., Khakimova L., Shkarlet E. — Modern methods of impression removal 173
- Чернов К.Е., Маришин Р.И., Медведев В.Л., Мовчан К.Н., Чернова А.Ю.** — Результаты применения в клинической практике метода электронейростимуляции функциональных зон кавернозных нервов у больных, перенесших радикальную простатэктомию, с целью объективизации факта восстановления контролируемого мочеиспускания
Chernov K., Marishin R., Medvedev V., Movchan K., Chernova A. — In patients who underwent radical prostatectomy in order to objectify the fact of restoration of controlled urination 180
- Наши авторы 188

ПЕРВИЧНЫЙ УЧЕТ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ ПРИГОРОДОВ НОВОСИБИРСКА

PRIMARY ACCOUNTING OF SMALL RESERVOIRS IN THE SUBURBS OF NOVOSIBIRSK

**M. Buchelnikov
O. Druzhinina
A. Nikitin**

Summary. The article presents the results of accounting and initial survey of small reservoirs in the suburbs of the largest Siberian urban agglomeration — the city of Novosibirsk (Novosibirsk district of the Novosibirsk region). Reservoirs have different origins, history, and economic purpose. Most of them are experiencing significant anthropogenic stress because the urbanization of the territory of Siberia remains higher than in general in Russia. The development of the territory of the Novosibirsk region is very dense. At the same time, the network of existing reservoirs in the Novosibirsk region has not been practically studied and is attributed to various organizations and village councils. In most cases, water quality control is not carried out, there are signs of a negative impact on the ecological state of the environment as a result of anthropogenic human activity. Most of the reservoirs of the territory under consideration are specific objects with several input and output channels of biological exchange with the environment, which significantly complicates their study.

Keywords: small reservoirs, hydroecology, classification, ecology, environmental pollution, water quality, anthropogenic impact.

Бучельников Михаил Александрович

кандидат биологических наук, доцент, Сибирский государственный университет водного транспорта
nsk3000@rambler.ru

Дружинина Ольга Владимировна

аспирант, Сибирский государственный университет водного транспорта
odruzhinina@mail.ru

Никитин Александр Анатольевич

аспирант, Сибирский государственный университет водного транспорта
antonsever80@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты учета и первичного обследования малых водоемов пригородов крупнейшей сибирской городской агломерации — города Новосибирска (Новосибирского района Новосибирской области). Водоемы имеют различное происхождение, историю, хозяйственное назначение. Большая часть из них испытывает существенную антропогенную нагрузку т. к. урбанизация территории Сибири сохраняется выше, чем в общем по России. Застройка территории Новосибирской области очень плотная. При этом сеть существующих водоемов Новосибирской области практически не изучены и отнесены к разным организациям и сельсоветам. Контроль качества вод в большинстве случаев не производится, присутствуют признаки негативного влияния на экологическое состояние окружающей среды в результате антропогенной деятельности человека. Большинство водоемов рассматриваемой территории представляют собой специфические объекты с несколькими входными и выходными каналами биологического обмена с окружающей средой, что значительно усложняет их изучение.

Ключевые слова: малые водоемы, гидроэкология, классификация, экология, экологические загрязнения, качество воды, антропогенное воздействие.

Введение

В настоящее время малые водоемы урбанизированных территорий испытывают сильнейшее антропогенное воздействие и нуждаются в изучении, охране и восстановлении. Озера и пруды, расположенные непосредственно в городских кварталах, могут быть включены в общую градостроительную схему в виде рекреационных или эстетических объектов. Вместе с тем влияние города распространяется и за его пределы, а следовательно, влияние неблагоприятных факторов распространяется и за городскую черту, на водоемы пригородные [1].

В 2011–2021 годах сотрудниками кафедры Водных изысканий и экологии Сибирского государственного университета водного транспорта было проведено гидроэкологическое обследование более 60 водоемов

и водотоков, расположенных в черте города Новосибирска, а также на территориях других крупных сибирских городов: Красноярска и Омска [2].

В данной статье представлено продолжение данного направления работ, а именно — результаты поиска и предварительного учета малых водоемов Новосибирского района Новосибирской области.

Материалы и методы исследований

Анализ существующей информации показал, что данные о водоемах, находящихся в пригородах Новосибирска, фрагментарны: некоторым уделено достаточно большое внимание, иные практически не описаны. Местонахождение большинства из них обозначено на различных электронных картографических материалах открытого доступа, однако, сведения о количестве и границах акваторий могут различаться.

Для учета использовались открытые геоинформационные системы (Google Earth Pro, Google Maps, Яндекс-карты), публичные кадастровые карты, иной картографический материал и полевые наблюдения.

Определялся вид водоема, его характерные особенности, географические координаты центра водного зеркала, возможное наличие поверхностной связи с Обью. Отмечался характер питания, использования береговой линии, назначение, эвтрофицированность, наличие твердого мусора и т.д.

Выполнена разбивка водоемов Новосибирского района по сельсоветам, для более точного определения принадлежности водоемов конкретным субъектам области.

Результаты и их обсуждение

Новосибирский район расположен в восточной части Новосибирской области, со всех сторон примыкая к городу Новосибирску и входит в Новосибирскую городскую агломерацию. Граничит Мошковским, Тогучин-

ским, Искитимским, Ордынским, Коченёвским и Колыванским районами Новосибирской области. Площадь района составляет 222,3 тысяч га, в том числе сельхозугодья — 124,9 тысяч га (56,2 % всей площади). В район входят 19 административных единиц [Рисунок 1]. Район разделен рекой Обью, рельеф равнинный, перепады высот незначительны. Растительность лесостепная, лес представлен сосной и березой, поймы Оби и малых рек покрыты кустарниковой растительностью.

В результате проведенных исследований установлено следующее. Всего на территории района 108 водоемов, которые распределены по административным единицам следующим образом Таблица 1.

По площади водного зеркала водоемы можно разбить следующим образом Таблица 2.

На севере и западе района водоемов гораздо больше, чем на юге и востоке.

По происхождению распространены просадочные озера, котловины которых образовались под действием

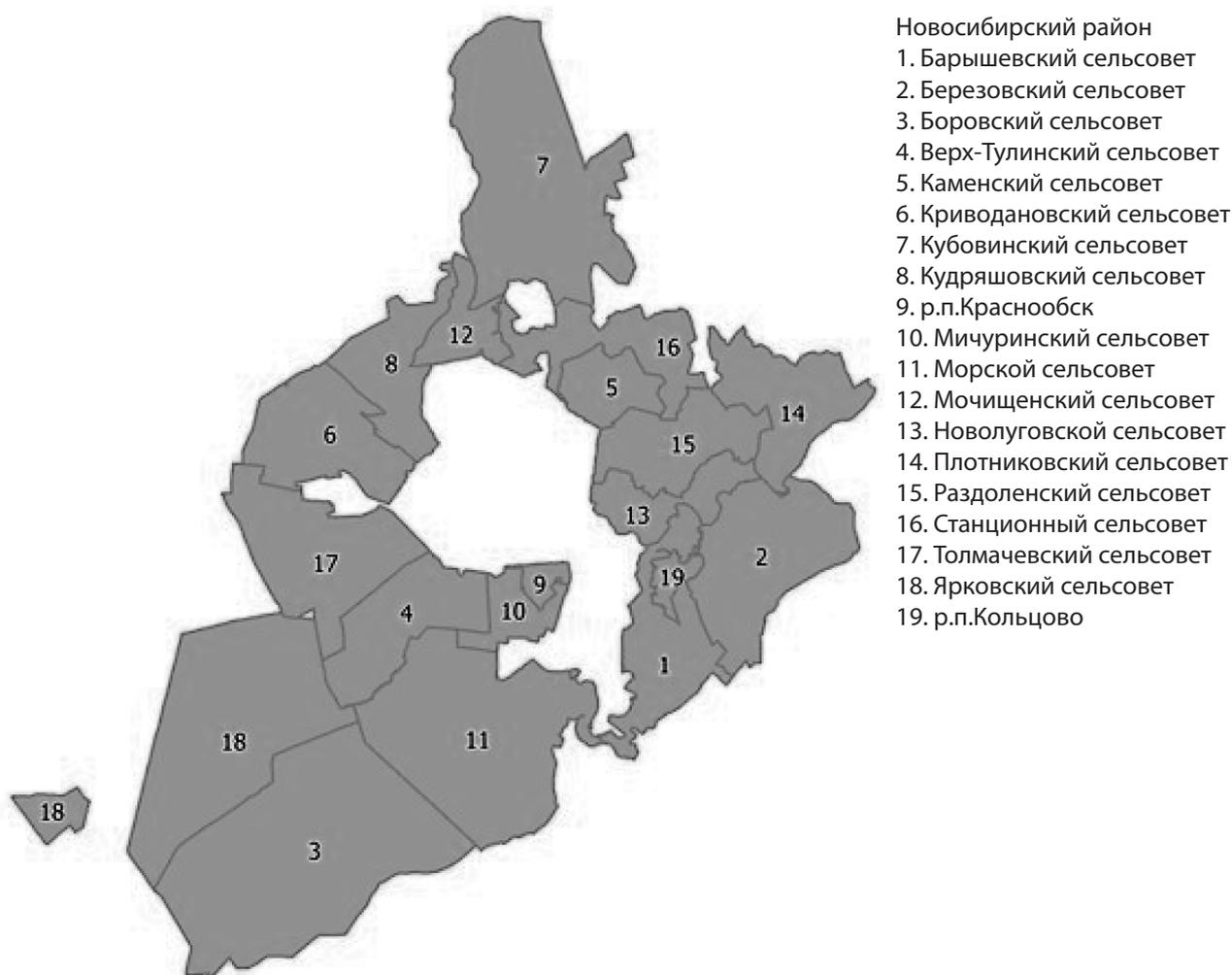


Рис. 1. Новосибирский район Новосибирской области

суффозионно-просадочных процессов, озера древних ложбин стока и пойменные озера [4].

Таблица 1.

Распределение водоемов по сельсоветам

Сельсовет	Естественных водоемов	Рукотворных водоемов	Всего
Барышевский	1	9	10
Березовский	1	0	1
Боровской	23	0	23
Верх-тулинский	5	2	7
Каменский	0	1	1
Криводановский	2	13	15
Кубовинский	0	1	1
Кудряшовский	0	1	1
Р.п. Краснообск	0	0	0
Мичуринский	0	2	2
Морской	0	2	2
Мочищенский	0	1	1
Новолуговской	0	1	1
Плотниковский	0	1	1
Раздольненский	1	0	1
Станционный	1	0	1
Толмачевский	8	20	28
Ярковский	5	6	11
Р.п. Кольцово	0	1	1
Всего	47	61	108

На территориях, подверженных урбанизации (вокруг областного центра) кроме естественных озер, сосредоточено большое количество искусственных водных объектов: прудов и обводненных карьеров. Из Рис. 2 видно, что большее количество водоемов расположены на севере и, хотя их в два раза больше, чем на западе — по площади зеркал лидируют «западные» водные объекты. В основном, это обусловлено тем, что основную площадь водоемов западной части области занимают 4 обводненных карьера и искусственный пруд общей площадью 2 924 129 м².

Так как границы водоемов и водотоков со временем меняются, то для сбора и анализа пространственной (картографической) информации необходимо использо-

вать как можно более актуальные карты и спутниковые фотографии. В ходе работы по обнаружению и нанесению на карту водоемов Новосибирской области в радиусе 10 км от границы города Новосибирска использовались программы ГИС «Google Earth» и «Яндекс карты», снимки которых датируются 2016–2017 годом. Так же, при помощи этих программ были посчитаны площадь каждого водного объекта и присвоены координаты в «геометрическом центре тяжести» водоема [5].

В результате подсчета найденных водных объектов было выявлено 108 водоемов: из которых 6 — обводненные карьеры, 32 водоема можно отнести к прудам и 70 — к озерам и болотам.

Из таблицы видно, что большинство исследуемых водоемов площадью менее 25000 м² (70 шт.). Самые большие по занимаемой площади водные объекты: карьер, расположенный на западе от города Новосибирска, обводненная часть которого занимает площадь около 1295928 м² и пруд Кудряшовского свиного комплекса площадью 607892 м². Из всех найденных водных объектов только 19 имеют наименования, зафиксированные на картах.

Заключение

Морфометрические параметры и качество воды водоемов Новосибирского района г Новосибирска требуют дальнейшего изучения, а в последующем — периодического мониторинга. После сбора всех имеющихся данных, на каждый из них может быть составлен гидроэкологический паспорт, включающий в себя сведения о наименовании объекта, его местоположении, состоянии путей подъезда, гидрографии, характеристиках береговой линии, типах донных грунтов и перспективах использования. Паспортизация может способствовать составлению наиболее рациональной программы по их дальнейшему обустройству, рациональному использованию и охране [5].

Состояние каждого водного объекта можно оценить, опираясь на универсальный количественный показатель, разрабатываемый в настоящее время сотрудниками кафедры Строительного производства, конструкций и охраны водных ресурсов Сибирского государственного университета водного транспорта. Данный показатель основан на общем экологическом критерии, по которому оценивается водный объект, его формули-

Таблица 2.

Распределение водоемов по площади зеркала

Площадь зеркала водоема, м ²	до 5000	5000–10000	10000–25000	25000–60000	60000–100000	100000–300000	300000–1000000
Количество водоемов	22	25	23	13	7	10	8

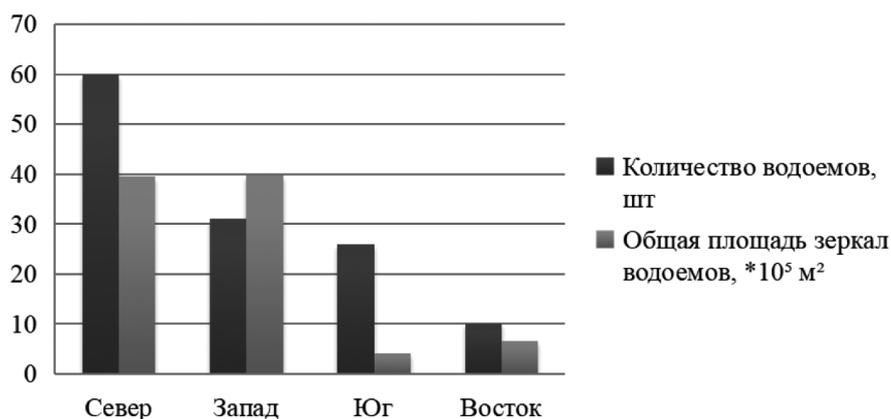


Рис. 2. Характер распределения водоемов и их площади в радиусе 10 км от г. Новосибирска

ровка такова: текущие гидрологические, гидрохимические, гидробиологические и иные показатели водоема должны определять его устойчивое существование как целостной экосистемы в течение неопределенного продолжительного времени. Иными словами, экологически благополучным признается тот водоем, который не имеет признаков (предпосылок) для ухудшения своего состояния в обозримом будущем при сохранении или снижении антропогенной нагрузки на него [3].

Предварительное обследование водоемов Новосибирского района г. Новосибирска позволяет утверждать, что их совокупность представляет собой исторически сложившийся гидроэкологический комплекс, активно используемый для целого ряда социальных и хозяйственных целей. Особый интерес представляет определение количественных признаков сложившихся связей водоемов с их использованием и выработке рекомендаций по благоустройству городов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бучельников М.А. Гидроэкологические проблемы водоемов г. Новосибирска: монография // НГАВТ— 2014 г. — с. 88.
2. Бучельников М.А., Спиренкова О.В., Тушина А.С. Исследование качества воды малых водоемов г. Новосибирска // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока — 2015 г. №3. — с. 217–219.
3. Седых В.А., Тушина А.С., Спиренкова О.В. Исследование снежного покрова с водосборных площадей ряда малых водоемов г. Новосибирска // Институт водных и экологических проблем СО РАН — 2017 г. — 202с.
4. Спиренкова О.В., Тушина А.С., Рощина Е.В. Применение геоинформационных систем в исследовании пространственного распространения загрязняющих веществ в малых водоемах и водотоках г. Новосибирск // Речной транспорт (XXI век) 2021 г. № 1 (97) с. 54.
5. Тушина А.С., Рощина Е.В., Спиренкова О.В. Оценка пространственно-временного распределения загрязняющих веществ в малых реках и водоемах урбанизированных территорий г. Новосибирск //Использование и охрана природных ресурсов в России. 2020. № 4 (164). с. 72–74.

© Бучельников Михаил Александрович (nsk3000@rambler.ru); Дружинина Ольга Владимировна (Odruzhinina@mail.ru);
Никитин Александр Анатольевич (antonsever80@mail.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ДЕЙСТВИЕ ПОЛИСАХАРИДА ЦВЕТКОВ КАЛЕНДУЛЫ НА ЖИВОТНЫХ СО СВИНЦОВО-УКУСУСНОКИСЛОЙ АНЕМИЕЙ

THE EFFECT OF CALENDULA FLOWER POLYSACCHARIDE ON ANIMALS WITH LEAD-ACETIC ACID ANEMIA

D. Vanina
I. Sychev
Yu. Byalovsky
E. Laksaeva
Yu. Kosova
D. Kokina

Summary. Hematopoiesis disorder is a serious side effect of metal salts, in particular lead, and drugs that stimulate hematopoiesis are very important for reducing the effects of hematopoiesis disorders. There is a number of convincing evidence of the positive effect of plant polysaccharides on the restoration of hematopoietic function of the bone marrow in lead toxic anemia. It has been established that the polysaccharide of calendula flowers, when introduced into the body of healthy animals, stimulates the processes of hematopoiesis. Additional studies are needed to assess the effect of polysaccharide on hematopoiesis in conditions of anemia. In our work, we studied the effect of a 5 % aqueous solution of calendula flower polysaccharide administered intragastrically at a dose of 0.1 g/kg of body weight daily 1 time per day on hematopoiesis damage in rats induced by a 10 % solution of lead acetate at a dose of 0.6 mg/kg and the underlying mechanisms. Our data show that calendula flower polysaccharide restores the number of erythroblastic islets in the bone marrow of rats with anemia on day 5 of the experiment, and on day 7 of the experiment leads to an increase in the number of erythroblastic islets by 14.63 % compared with the control. The protective effect of the polysaccharide is to increase the number of red blood cells and hemoglobin to the control level on the 10th day of the experiment. The action of the polysaccharide normalizes the work of the catalase enzyme and the catalase number in animals with anemia on the 7th day of the experiment. The results showed that calendula flower polysaccharide can affect blood cells and bone marrow cells in vivo and thus demonstrated good potential and practical value for the treatment of hematopoiesis damage caused by lead acetic acid.

Keywords: calendula flower polysaccharide; hematopoiesis lesion; erythrocytes; anemia; erythroblastic islets.

Ванина Дарья Сергеевна

ассистент, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова
sirotkina.dashulya@inbox.ru

Сычев Игорь Анатольевич

доктор биологических наук, доцент, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова
i.sytchev@rzgmu.ru

Бяловский Юрий Юльевич

доктор медицинских наук, профессор, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова
b_uu@mail.ru

Лаксаева Елена Анатольевна

Кандидат биологических наук, доцент, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова
elenalaksaeva@mail.ru

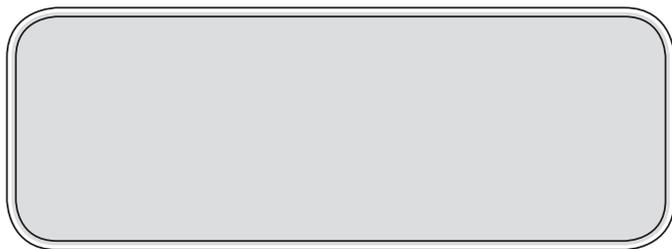
Косова Юлия Дмитриевна

старший преподаватель, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова
julietka@bk.ru

Кокина Диана Геннадиевна

старший преподаватель, Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова
diana_kokina@rambler.ru

Аннотация. Нарушение кроветворения является серьезным побочным эффектом солей металлов, в частности свинца, а средства, стимулирующие кроветворение, весьма важны для снижения последствий нарушений гемопоза. Имеется ряд убедительных доказательств позитивного влияния полисахаридов растений на восстановление гемопозитической функции костного мозга при свинцовых токсических анемиях. Установлено, что полисахарид цветков календулы при введении в организм здоровых животных стимулирует процессы кроветворения. Необходимы дополнительные исследования для оценки воздействия полисахарида на гемопоз в условиях анемии. В нашей работе изучалось влияние 5 % водного раствора полисахарида цветков календулы вводимого внутривентриально в дозе 0,1 г/кг массы тела ежедневно 1 раз в сутки, на индуцированное 10 % раствором ацетата свинца в дозе 0,6 мг/кг повреждение кроветворения у крыс и лежащие в его основе механизмы. Полученные нами данные показывают, что полисахарид цветков календулы восстанавливает количество эритробластических островков в костном мозге крыс с анемией на 5 сутки опыта, а на 7 день эксперимента приводит к повышению числа эритробластических островков на 14,63 % по сравнению с контролем. Протективный эффект полисахарида заключается в повышении количества эритроцитов и гемоглобина до уровня контроля на 10 сутки эксперимента. Действие полисахарида нормализует работу фермента каталазы и каталазное число у животных с анемией



Введение

Полисахариды растительного происхождения при введении в организм животных повышают уровень обмена веществ, активируют ферментные системы организма, что приводит к стимуляции физической работоспособности, процессов пролиферации и дифференциации клеток иммунной и кроветворной систем. Количество эритроцитов и уровень гемоглобина в крови повышается, меняется лейкоцитарная формула, увеличивается количество лимфоцитов. Это приводит к выраженному противовоспалительному, ранозаживляющему, антианемическому и радиопротекторному влиянию [1]. При воздействии растительных полисахаридов, на животных с различными видами патологии нормализуется клеточный состав и функциональная активность клеток крови [2, 3, 4]. Активность фермента каталазы и осмотическая резистентность мембран являются одними из показателей функционального состояния эритроцитов, которые изменяются при таких патологических процессах как, анемия, воспаление, облучение.

При введении в организм экспериментальных животных полисахариды растений не проявляют токсичности, аллергенности, пирогенности [5, 6, 7]. Большинство патологических процессов в организме сопровождается возникновением анемий [8, 9].

Соединения свинца, используемые в промышленности, при попадании в организм вызывают нарушение кроветворения [10, 11], угнетение функций костного мозга [12], иммуносупрессию [13], что увеличивает риск возникновения миелотоксической анемии. Полисахариды растений защищают органы кроветворения от повреждения, вызываемого, различными токсическими факторами и повышают иммунный статус организма [14].

Под воздействием полисахарида цветков календулы в организме здоровых животных увеличивается численность эритробластических островков в костном мозге и количество эритроцитов и гемоглобина в периферической крови [15, 16].

Материалы и методы

Опыты проведены на 68 крысах-самцах Вистар с массой тела $202,4 \pm 5,6$ г. Животных содержали в клетках

на 7 сутки опыта. Полученные результаты показали, что полисахарид цветков календулы может воздействовать на клетки крови и клетки костного мозга *in vivo* и, таким образом, продемонстрировали хороший потенциал и практическую ценность для лечения повреждения кроветворения, вызванного уксуснокислым свинцом.

Ключевые слова: полисахарид цветков календулы; поражение кроветворения; эритроциты; анемия; эритробластические островки.

(по 8 особей) в виварии на стандартном пищевом рационе. Анемию у крыс вызывали введением 10 % раствора ацетата свинца в течение 5 суток в дозе 0,6 мг/кг массы тела [17].

Критерии включения:

Только крысы самцы массой 200 ± 20 г в возрасте от 6 месяцев до 1 года; без видимых признаков патологического развития и заболеваний.

Критерии не включения:

Животные с разницей в массе тела более 50 г в эксперимент не включались, животные с массой тела более 50 г, возрастом менее 6 месяцев и более 1 года, страдающие инфекционными заболеваниями, не включались в эксперимент, а также не включались особи женского пола.

Критерии исключения:

Животные после наркоза, нанесшие себе произвольные травмы, у которых впоследствии развились гнойные осложнения после моделирования анемий.

После предварительной обработки 40% этанольным раствором цветков календулы, полисахарид экстрагировали 1 % раствором оксалата аммония в течение 1,5 часов на кипящей водяной бане. Полисахарид осаждали пятикратно 96 % этанолом, очищали ацетоном, диэтиловым эфиром, повторно осаждали получая аморфное вещество светло-серого цвета. Подопытным крысам с анемией вводили 5 % водный раствор полисахарида *per os* через зонд в дозе 0,1 г/кг массы тела ежедневно в одно и тоже время. Контрольным животным вводили равный объем дистиллированной воды. На 1, 3, 5, 7, 10 сутки эксперимента крыс контрольных и подопытных групп наркотизировали золетилом в дозе 100 мг/кг25 массы в/м, ксилазином в дозе 15 мг/кг массы в/м и выводили из эксперимента, для исследования брали кровь и кроветворные органы. У животных всех групп определяли массу тела, тимуса и селезенки, клеточный состав крови и биохимические показатели общепринятыми методами. Общее количество клеток крови определяли на гемализаторе и в мазках крови, используя для подсчета клеток программное обеспечение «ImageJ».

Активность фермента каталазы определяли методом перманганатометрического титрования по стандартной методике [18]. Каталазное число рассчитывали по формуле:

$$КЧ=(A-B) \cdot 1,7$$

где, А — количество раствора $KMnO_4$ пошедшее на титрование контрольной пробы; В — количество раствора $KMnO_4$ пошедшие на титрование опытной пробы (без добавления H_2SO_4); 1,7 — эквивалент H_2O_2 .

Осмотическую резистентность мембран эритроцитов исследовали по методу И. Тодорова [19] помещая пробу крови в серию пробирок с изотоническим раствором, приготовленным на фосфатном буфере, пробы выдерживали в термостате при температуре $37^\circ C$, а затем на гемоглобинометре определяли процент гемолиза эритроцитов.

В костном мозге бедренных костей определяли количество эритробластических островков по методу Захарова [20]. Бедренную кость вскрывали, выделяли костный мозг в среду 199, содержащую гепарин и антибиотик. Костный мозг измельчали и в полученную клеточную взвесь добавляли 1 % раствор нейтрального красного для окрашивания центрального макрофага эритробластического островка. Общее количество островков подсчитывали в 225 квадратах камеры Горяева. Численность островков рассчитывали по формуле:

$$A = n \times 3 \times 2000 / 0,9 \times 2$$

где А — число эритробластических островков крысы, тыс./бедро; n — число островков в 225 больших квадратах камеры Горяева; 2000 — общий объем взвеси клеток костного мозга, mm^3 ; 0,9 — объем камеры Горяева, mm^3 ; 2 — две бедренные кости.

Гистологические препараты тканей, тимуса и селезенки готовили общепринятыми методами, окрашивали гематоксилин-эозином.

Исследования, проведенные на крысах линии Вистар, выполнены в соответствии с требованиями Всемирного общества защиты животных (WSPA) и Европейской конвенции по защите экспериментальных животных, Приказа Минздрава социального развития от 23 августа 2010 года N 708н «Об утверждении Правил лабораторной практики».

Полученные данные обрабатывали с помощью программы «StatSoftStatistica 13.0». Распределение данных определяли с применением критерия Шапиро–Уилка. При сравнении двух групп использовали t-критерий Стьюдента с поправкой Уэлча, а для снижения эффекта

множественных сравнений применяли поправку Бен-жамини–Хохберга. Значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Данные представлены в таблицах виде среднегоарифметического стандартное отклонение.

Результаты

Введение животным раствора уксуснокислого свинца вызывает у них анемию. В 1 сутки эксперимента миелотоксическое действие подтверждается тем, что в костном мозге анемичных животных общее число эритробластических островков уменьшается на $42,15 \pm 0,25$ %, а количество эритроцитов и гемоглобина в периферической крови снижается на $22,1 \pm 0,43$ % и $24,05 \pm 0,37$ % соответственно, по сравнению с нормой ($p < 0,05$). Активность каталазы у здоровых животных составляет $11,70 \pm 0,17$, а у животных с анемией $14,61 \pm 0,21$ ($p < 0,05$). Данные по динамике изменения численности эритробластических островков представлены на рисунке 1, эритроцитов на рисунке 2, количество гемоглобина на рисунке 3. Все данные статистически достоверны.

На 3 день эксперимента у животных с анемией и получавших полисахарид количество эритробластических островков в костном мозге значительно возрастает и только на $12,01 \pm 0,43$ % ($p < 0,05$) меньше нормы, активность каталазы составляет $12,01 \pm 0,18$ ($p < 0,05$). У крыс с анемией и не получавших полисахарид количество эритробластических островков на $30,41 \pm 0,18$ % меньше нормальных значений ($p < 0,05$), а активность каталазы выражена сильнее и составляет $13,37 \pm 0,25$ ($p < 0,05$).

На 5 сутки эксперимента введение полисахарида календулы животным с анемией приводит к значительной активации эритропоэза и общее количество эритробластических островков в костном мозге превышает уровень нормы на $6,13 \pm 0,25$ % ($p < 0,05$) при этом количество эритроцитов и гемоглобина на несколько процентов (5–7 %) ниже значений здорового контроля, а активность фермента каталазы составляет $11,91 \pm 0,14$ ($p < 0,05$). У крыс с анемией и без полисахарида количество эритробластических островков на $21,55 \pm 0,33$ % ниже нормы ($p < 0,05$), численность эритроцитов и уровень гемоглобина у этих животных ниже цифр здорового контроля на $17,9 \pm 0,2$ и $15,81 \pm 0,5$ соответственно.

После введения полисахарида в течение 7 суток количество эритробластических островков в костном мозге на $14,63 \pm 0,28$ % ($p < 0,05$) выше нормы, а количество эритроцитов и гемоглобина ниже показателей здоровых животных и составляет соответственно $6,87 \pm 0,08 \times 10^{12}/л$ и $140,7 \pm 2,3$ г/л ($p < 0,05$). Каталазное число у крыс с анемией и действием полисахарида соответствует значениям нормы $11,58 \pm 0,16$. В костном мозге крыс с анемией

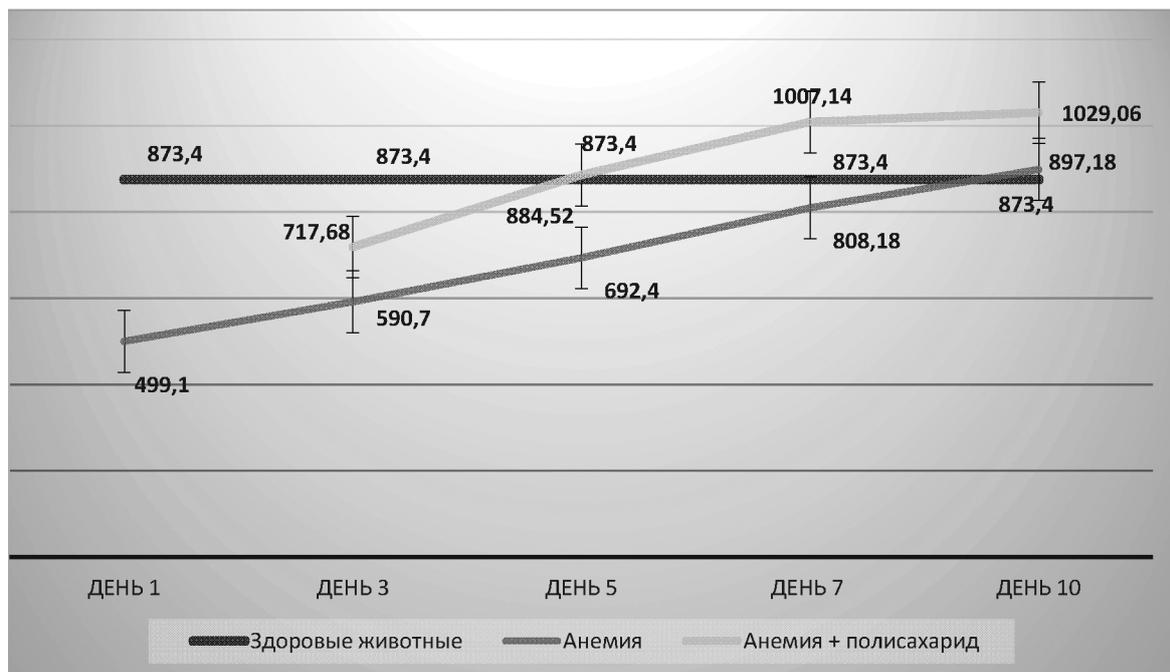


Рис. 1. Среднее количество эритробластических островков (10^3) костного мозга у крыс на 1, 3, 5, 7 и 10 день сформированной свинцовой анемии без введения полисахарида цветков календулы (анемия) и введения полисахарида цветков календулы (анемия+полисахарид)

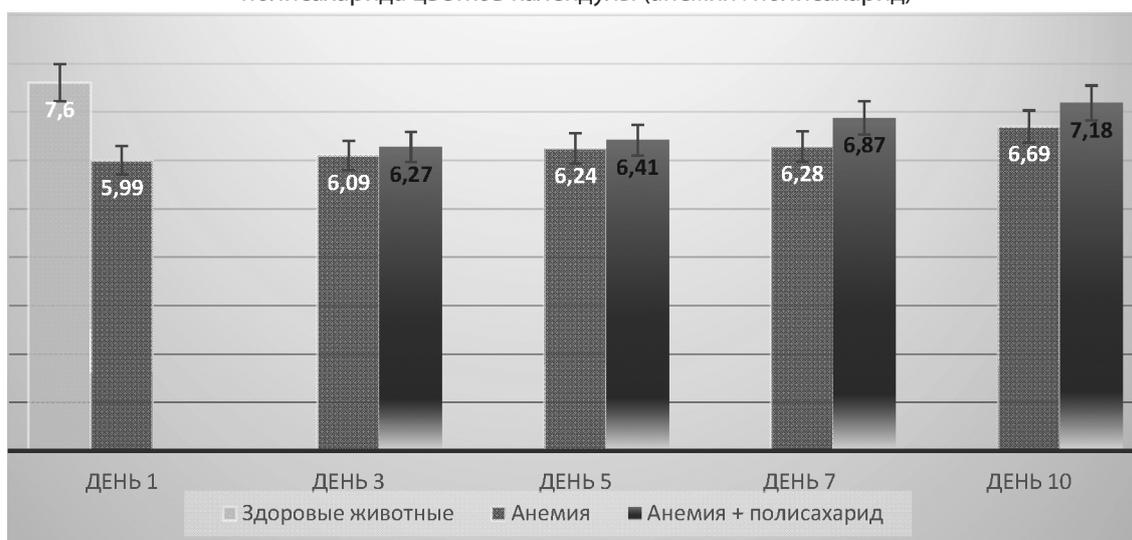


Рис. 2. Средние значения количества эритроцитов (10^{12}) периферической крови у крыс на 1,3,5, 7 и 10 день сформированной свинцовой анемии без введения полисахарида цветков календулы (анемия) и введения полисахарида цветков календулы (анемия+полисахарид)

и не получавших полисахарид количество эритробластических островков на $4,64 \pm 0,12$ % ($p < 0,05$) ниже значений здорового контроля, численность эритроцитов и гемоглобина ниже нормы на 17,33 % и 12,04 % соответственно, а активность каталазы не на много превышает нормальные значения и оставляет $11,98 \pm 0,31$ ($p < 0,05$).

У крыс с анемией и введением полисахарида на 10 сутки опыта численность эритробластических островков в костном мозге снижается до уровня значений здорового контроля, а количество эритроцитов со-

ставляет $7,18 \pm 0,25 \cdot 10^{12}/л$ ($p < 0,05$), уровень гемоглобина — $149,12 \pm 2,49$ г/л ($p < 0,05$), что соответствует уровню нормы. Каталазное число у крыс с анемией и лечением полисахаридом соответствует значениям здоровых животных — $11,67 \pm 0,18$ ($p < 0,05$). В костном мозге животных с анемией и не получавших полисахарид количество эритробластических островков достигает нормы, а численность эритроцитов и уровень гемоглобина составляют $6,69 \pm 0,11 \cdot 10^{12}/л$, $139,64 \pm 1,82$ г/л ($p < 0,05$) соответственно, что незначительно ниже значений здоровых животных. Показатель активности фермента ката-

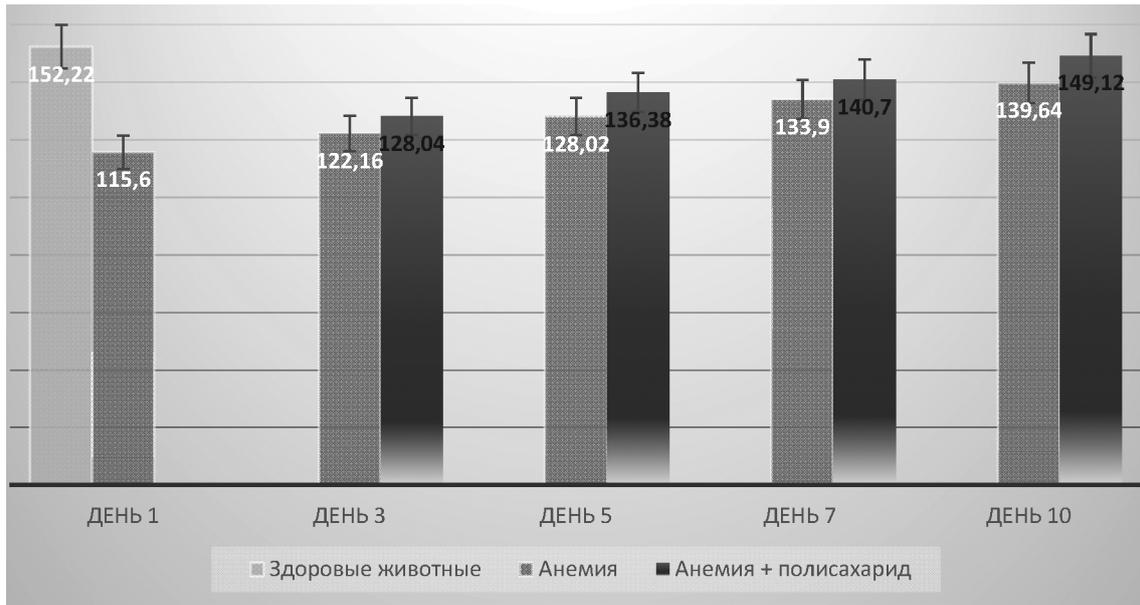


Рис. 3. Средние значения концентрации гемоглобина (г/л) периферической крови у крыс на 1, 3, 5, 7 и 10 день сформированной свинцовой анемии без введения полисахарида цветков календулы (анемия) и введения полисахарида цветков календулы (анемия+полисахарид)

зы у этих животных соответствует норме и составляет $11,41 \pm 0,31$ ($p < 0,05$).

Масса тела у животных с анемией уменьшается до $189,6 \pm 1,2$ г, в то время как, масса тела здоровых крыс составляет $254,4 \pm 0,5$ г ($p < 0,05$). Масса тимуса крыс с анемией уменьшается на $29,4 \pm 0,12$ %, а селезенки на $34,49 \pm 0,32$ % ($p < 0,05$) по сравнению с показателями здорового контроля. На 3 сутки опыта под влиянием полисахарида у подопытных крыс масса селезенки возрастает и на $13,05 \pm 0,21$ % ($p < 0,05$), превышает показатель массы селезенки здоровых животных. У крыс с анемией и без введения полисахарида масса селезенки на $9,57 \pm 0,31$ % ($p < 0,05$), а масса тимуса на $7,35 \pm 0,26$ % ($p < 0,05$) меньше соответствующих показателей здорового контроля. Масса селезенки у крыс с анемией и получавших полисахарид возрастает максимально на 7 день опыта и достигает уровня здоровых животных. На 10 день введения полисахарида животным с анемией масса селезенки превышает показатели нормы на $24,13 \pm 0,12$ %,

($p < 0,05$). Значение массы селезенки у крыс с анемией и без воздействия полисахарида на 10 день эксперимента на $9,56$ % меньше нормальных показателей ($p < 0,05$).

Масса тимуса у подопытных крыс с анемией и введением полисахарида цветков календулы максимально увеличиваются на 10 день опыта, но на $16,54$ % ($p < 0,05$) меньше показателей здоровых животных. У крыс с анемией и без введения полисахарида масса тимуса на 10 день эксперимента на $19,9$ % меньше массы тимуса здорового контроля ($p \leq 0,05$).

Увеличение массы селезенки происходит из-за повышения количества первичных и вторичных фолликулов в структуре белой пульпы, значительного увеличения клеточности на границе Т-и В-зон белой пульпы и в области периартериальной муфты центральной артерии. В большей мере эти изменения выражены у крыс с анемией и получавших полисахарид. Повышение массы тимуса может быть связано с увеличением общей клеточ-

Таблица 1.

Изменения массы тимуса, селезенки и массы тела у животных исследуемых групп

№ группы	1 группа		2 группа (3 сутки)		3 группа (5 сутки)		4 группа (7 сутки)		5 группа (10 сутки)	
	Анемия	Инт.	Анемия	А+П	Анемия	А+П	Анемия	А+П	Анемия	А+П
Тимус*, г.	$0,55 \pm 0,04$	$0,78^* \pm 0,06$	$0,69^* \pm 0,05$	$0,67^* \pm 0,03$	$0,59^* \pm 0,04$	$0,50 \pm 0,04$	$0,61^* \pm 0,05$	$0,65^* \pm 0,05$	$0,52 \pm 0,04$	$0,56 \pm 0,04$
Селезенка*, г.	$1,25 \pm 0,1$	$2,09^* \pm 0,2$	$1,72 \pm 0,1$	$2,38^* \pm 0,2$	$1,74 \pm 0,1$	$1,79^* \pm 0,1$	$1,49 \pm 0,1$	$1,99^* \pm 0,1$	$1,89^* \pm 0,1$	$2,60^* \pm 0,2$
Масса животного, г.	$190 \pm 1,9$	$254 \pm 2,5$	$235 \pm 2,3$	$251 \pm 2,5$	$253 \pm 2,5$	$265 \pm 2,6$	$264 \pm 2,6$	$271 \pm 2,7$	$239 \pm 2,4$	$261 \pm 2,6$

Примечание: здесь и далее * — статистические достоверные различия по сравнению с контролем $p \leq 0,05$

ности органа и, особенно, его корковой зоны. Сильнее эти клеточные изменения проявляются у животных с анемией и получавших полисахарид. Такое воздействие полисахарида цветков календулы на эритропоэз, а также на структуру и клеточный состав селезенки, костного мозга и тимуса может быть связано с тем, что растительные полисахариды класса пектиновых веществ, при введении в организм животных проявляют свойства не специфического антигена [12, 16].

Масса тела подопытных крыс с анемией и под влиянием полисахарида увеличивается в течение всего времени эксперимента и достигает максимума на 10 день опыта, составляя $271,0 \pm 1,4$ г, что на 6,7 % больше массы тела здоровых животных ($p \leq 0,05$). Величина массы тела у крыс с экспериментальной анемией и не получавших полисахарид максимально возрастает на 10 сутки опыта до $264,25 \pm 0,45$ г и находится на уровне массы тела здорового контроля.

Обсуждения

Классическая биоактивность полисахаридов включает антиоксидантные, противоопухолевые, антикоагулянтные и иммунорегулирующие свойства [21]. Полисахариды стимулируют кроветворение. Считается, что иммунные клетки, особенно макрофаги, могут способствовать развитию и реконструкции [22] гемопоэтических стволовых клеток. Кроме того, при нарушениях кроветворения наблюдались изменения в различных уровнях молекул липидов, которые можно рассматривать как маркеры для мониторинга и лечения заболевания [23]; следовательно, они могут влиять на уровень активности гемопоэтических стволовых клеток в периферической крови [24].

В нашем исследовании впервые изучено действие полисахарида цветков календулы *in vivo* на систему кроветворения у животных с моделью свинцово-уксуснокислой анемии. Оценено влияние полисахарида на динамику изменения количества эритроцитов, гемоглобина и гемопоэтических очагов костного мозга, массу кровяных органов и вес экспериментальных животных.

Выводы

Полисахарид цветков календулы стимулирует процесс эритропоэза у животных со свинцово-уксуснокислой анемией.

1. Введение полисахарида цветков календулы крысам с свинцово-уксуснокислой анемией нормализует количество эритробластических островков в костном мозге на 5 сутки опыта, а на 7 день эксперимента приводит к повышению численности эритробластических островков на 14,63 % по сравнению со здоровым контролем;
2. Под влиянием полисахарида цветков календулы у животных с анемией повышает количество эритроцитов и гемоглобина до уровня здорового контроля на 10 сутки эксперимента;
3. Нормализация активности фермента каталазы и величины каталазного числа у животных с анемией под воздействием полисахарида календулы происходит на 7 сутки опыта;
4. Полисахарид при введении в организм крыс с железodefицитной анемией увеличивает массу селезенки на 24,13 % по сравнению с массой органа здоровых животных.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Conflict of interest. The authors have no conflict of interests to declare.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захаров Ю.М. Эритробластический островок/ Ю.М.Захаров, А.Г. Рассохин. — М.: Медицина, 2002. — 280 с.
2. Калинкина О.В. Изменение количества эритробластических островков костного мозга крыс под действием полисахарида крапивы двудомной: / О.В. Калинкина // Всероссийская конференция университета с Международным участием, посвященная 70-летию основания Рязанского университета им. акад. И.П. Павлова. — Рязань: РИО РязГМУ, 2013.
3. Красникова И.М. и др. Патогенетическое лечение железodefицитной анемии, обусловленной увеличением экскреции железа //Сибирский медицинский журнал (Иркутск). — 2002. — Т. 30. — № 1.
4. Круглов Д.С. Создание сборов для фитотерапии железodefицитной анемии: Методологические подходы //Фармация. — 2008. — № 6. — С. 29–31.
5. Порядин Г.В., Смирнов В.М., Сычев И.А. Действие полисахаридов на процессы кроветворения в норме и при различных видах патологии //Рос. медико-биол. вестн. им. акад. И.П. Павлова. — 2007. — №1. — С. 50–58.
6. Порядин Г.В., Смирнов В.М., Сычев И.А. Действие полисахаридов на систему крови крыс//Бюл. эксперим. биологии и медицины. — 2006. — №5.
7. Ерофеева Л. М., Сапин М. Р., Григоренко Д. Е./ Ерофеева Л. М. и [др.]//Морфология — 2000. №1 — С. 42–46
8. Кушманова О.Д., Ивченко Г.М. Руководство к лабораторным занятиям по биологической химии. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Медицина, 1983. — С. 97–99.
9. Сычев И.А. Биохимическая активность полисахаридов донника желтого: автореф. дис. канд. биол. наук/ И.А. Сычев. — М., 1995.
10. Сычев И.А., Калинкина О.В. Действие полисахарида крапивы двудомной на кровь и кроветворение. Вестник ТГУ. Серия биология и экология №1. 2017 г. С. 62–67.

11. Тодоров Й. Клинические лабораторные исследования в педиатрии. /Й. Тодоров; под ред. Г.Г. Газенко. — 4-ое русское издание — Государственное издание «Медицина и физкультура», 1963. — С.313–319.
12. Криштанова Н.А. и др. Перспективы использования растительных полисахаридов в качестве лечебных и лечебно-профилактических средств // Вестник ВГУ. — 2005. — Т.1. — С. 212–221.
13. Ooi, V.E.C., &Liu,F.(2000). Immuno modulation and anticanceractivity of polysaccharide protein complexes. *Current Medicinal Chemistry*, 7, 715–729.
14. Chan, K., Islam, M.W., Kamil, M., Radhakrishnan, R., Zakaria, M. N., Habibul-lah, M., et al. (2000). The analgesic and anti-inflammatory effects of *Portulacaoleraceal. subsp.Sativa* (Haw.) Celak. *Journal of Ethnopharmacology*,73, 445–451.
15. Y.Zhang, M.Gu, K.P.Wang, Z. X. Chen, L.Q. Dai, J.G. Liu, F. Zeng, *Fitoterapia* 81 (2010) 1163–1170.
16. Leung, M.Y.K., Liu, C., Koon, J.C.M., Fung, K.P. (2006). Polysaccharide biological response modifiers. *Immunology Letters*, 105, 101–114.
17. Das, K., Tiwari, R., Shrivastava, D. (2010). Techniques for evaluation of medicinal plant products as antimicrobial agent:Current methods and future trends. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(2), 104–11.
18. AbuSamra, D.B.; Aleisa, F.A.; Al-Amoodi, A.S.; Джалал Ахмед, Н.М; Чин, С.Ј.; Abuelela, A.F; Bergam, P.; Суграт, Р.; Merzaban, J.S. Не только маркер: CD34 на человеческих гемопоэтических стволовых / предшественниках клетках доминирует в связывании сосудистого селектина вместе с CD44. *Blood Adv.* 2017, 1, 2799–2816.
19. Gerbst, A.G.; Dmitrenok, A.S.; Ustyuzhanina, N.E.; Nifantiev, N.E. Conformational analysis of the oligosaccharides related to side chains of fucosylated chondroitin sulfates. *Mar. Drugs* 2015, 13, 936–947. [CrossRef] [PubMed].
20. Ustyuzhanina, N.E.; Fomitskaya, P.A.; Gerbst, A.G.; Dmitrenok, A.S.; Nifantiev, N.E. Synthesis of the oligosaccharides related to branching sites of fucosylated chondroitin sulfates from sea cucumbers. *Mar. Drugs* 2015, 13, 770–787. [CrossRef] [PubMed].
21. Fishman, P.; Bar-Yehuda, S.; Barer, F.; Madi, L.; Multani, A.S.; Pathak, S. The A3 adenosine receptor as a new target for cancer therapy and chemo protection. *Exp. Cell Res.* 2001, 269, 230–236. [CrossRef] [PubMed].
22. Vannucci, L., Krizan, J., Sima, P., Stakheev, D., Caja, F., Rajsiglova, L., et al. Immunostimulatory properties and antitumor activities of glucans // *International Journal of Oncology*. — 2013. — №43. — P. 357–364.
23. Wang J., Li W., Huang X., Liu Y., Li Q., Zheng Z., et al. A polysaccharide from *Lentinus edodes* inhibits human colon cancer cell proliferation and suppresses tumor growth in athymic nude mice // *Oncotarget*. — 2017. — №8. — P. 610–623.
24. Schepetkin I.A., Quinn M.T. Botanical polysaccharides: macrophage immunomodulation and therapeutic potential // *Int. Immunopharmacol.* — 2006. — V.6. — P. 317–333.

© Ванина Дарья Сергеевна (sirotkina.dashulya@inbox.ru); Сычев Игорь Анатольевич (i.sytchev@rzgmu.ru);
 Бяловский Юрий Юльевич (b_uu@mail.ru); Лаксаева Елена Анатольевна (elenalaksaeva@mail.ru); Косова Юлия Дмитриевна (julietka@bk.ru);
 Кокина Диана Геннадиевна (diana_kokina@rambler.ru)
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОБОСНОВАНИЕ ЭКОБИОТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА МЕТОДОМ КОМПСТИРОВАНИЯ С ВНЕСЕНИЕМ ЭФФЛЮЕНТА

JUSTIFICATION OF ECOBIOTECHNOLOGY FOR OBTAINING ORGANIC MATTER WHEN PROCESSING LARGE VOLUMES OF POULTRY LUNING BY COMPOSTING METHOD WITH THE APPLICATION OF EFFLUENT

**B. Idigenov
T. Gamm
E. Grivko**

Summary. The technology of poultry manure composting is considered for processing native, bedding and non-bedding poultry manure at poultry farm landfills in piles and dumps to produce organic matter with a system for supplying effluent to the pile and removing biogas. The main parameters and control indicators of the technological process are considered. Carrying out the technological process at negative ambient temperatures with large volumes of chicken manure increases the duration of the technological period. The speed of composting is increased by introducing native microflora of the effluent, using drainage wells and pipes for supplying effluent and removing biogas.

It has been shown that composting reduces the volume of bird droppings at the landfill by 30%, and an organic substance of the fifth hazard class with an increased content of total nitrogen is obtained. The technology can be used for processing native, litter and non-litter poultry manure at poultry farm landfills in piles and dumps, without purchasing specialized installations.

Keywords: effluent, bird droppings, composting, biological fertilizers, anaerobic processing, geometric parameters of the pile volume, application of a microbiological preparation.

Идигенов Бахыт Булатович

Аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»
starmekh@yandex.ru

Гамм Тамара Алексеевна

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»
hammtam@mail.ru

Гривко Елена Васильевна

Кандидат педагогических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»
grivko-ev@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена технология компстирования птичьего помета для переработки нативного, подстилочного и бесподстилочного птичьего помета на полигонах птицефабрик в буртах и отвалах для получения органического вещества с системой подачи эфлюента в бурт и отвода биогаза. Рассмотрены основные параметры и контрольные показатели технологического процесса. Проведение технологического процесса при отрицательных температурах атмосферного воздуха при больших объемах куриного помета увеличивает продолжительность технологического периода. Скорость компстирования увеличивается за счет внесения аборигенной микрофлоры эфлюента, использования дренажных колодцев и труб для подачи эфлюента и отвода биогаза.

Показано, что при компстировании сокращается объем птичьего помета на полигоне на 30 %, получено органическое вещество пятого класса опасности с повышенным содержанием общего азота. Технология может быть использована для переработки нативного, подстилочного и бесподстилочного птичьего помета на полигонах птицефабрик в буртах и отвалах, без приобретения специализированных установок.

Ключевые слова: эфлюент, помет птичий, компстирование, удобрения биологические, анаэробная переработка, геометрические показатели объема бурта, внесение микробиологического препарата.

Введение

В настоящее время органические отходы складываются на территории и являются источником негативного воздействия на окружающую среду. Несмотря на то, что наблюдается повсеместно снижение содержания органического вещества в почвах России, но органические удобрения в почву вносятся довольно

редко. В практике известно, что использование органических отходов эффективно под сельскохозяйственные культуры и в России (Запевалов, 2002; Бобренко и др., 2017), и за рубежом (Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года, 2009; Качурин и др., 2022; Рекомендации по системам удаления, транспортирования, хранения и подготовки к использованию навоза для различных

производственных и природно-климатических условий, 2005). Прежде чем вносить органические отходы в почву, их необходимо подготовить, поэтому разрабатываются различные способы обработки органических отходов животноводства и птицеводства для рационального их использования. Известны способы, на которые получены патенты в России (Патент 2189962 С2 Российской Федерации, 2002) и за рубежом (Патент №2492359 С2 Российской Федерации, 2013), а также инновационные биотехнологии переработки органических отходов животноводства и птицеводства с получением экологических удобрений (Мионов, 2018; Березенко, 2016; Мишунов, 2015; Ковалев, 2017) практическом использовании переработанных отходов предъявляются требования к способам их внесения, составу обрабатываемых отходов, технологиям переработки, поэтому усовершенствование технологий для увеличения их эффективности является актуальным в настоящее время. Цель работы — обоснование экобиотехнологии получения органического вещества при переработке птичьего помета методом компостирования с внесением эффлюента.

Методы и методика исследований

Исследования проводили в полевых и лабораторных условиях. Площадка для компостирования птичьего помета расположена на территории птицефабрики. Перед началом работ площадку подготовили для исключения воздействия на почву и водные объекты. На площадке компостирования выполнена гидроизоляция из глины и покрытие бурта из технической полимерной пленки, проведена обваловка, организован прием и использование фильтрата и ливневых сточных вод (СанПиН 2.1.3684-21).

На площадке разместили птичьего помет с влажностью 49 %, включающий остатки подстилки. Геометрические параметры бурта принимали в соответствии с требованиями (Зеников, 2016). Затем, после формирования бурта из птичьего помета, в него вносили препарат, содержащий аборигенную микрофлору. Микробиологический препарат получен на собственном производстве при метагенной переработке помета — эффлюент биогазовых станций. Эффлюент соответствует по составу ГОСТ 33380-2015. Индекс санитарно-показательных микроорганизмов эффлюента составлял: колиформы — 9, энтеробактерии — 9 клеток/г.

Микробиологические сообщества эффлюента вносили 3–4 раза с интервалами между внесениями 9–13 дней из расчета 1 м³ препарата на 8–10 м³ обрабатываемого субстрата.

Пробы птичьего помета до и после компостирования сдавали в испытательную лабораторию ФГБУЦАС «Оренбургский» для химического анализа (Патент RU

2522523С1 Российской Федерации., 2014). Отбор и подготовка проб проводились по ГОСТ Р 58457-2019. В органических веществах определяли влагу и сухой остаток по ГОСТ 26713, золу по ГОСТ 26714, наличие патогенных и условно патогенных микроорганизмов по ГОСТ 33379.

Результаты и обсуждения

Исследования проводили в условиях большой массы птичьего помета в бурте, которая создавала условия при низких температурах атмосферного воздуха для разогрева помета до необходимой температуры и сохраняла ее на весь период компостирования. Внешняя часть бурта была защитной оболочкой, позволяющей не терять тепло внутри бурта при его разогреве. После разогрева в бурте происходил экзотермический процесс биологического окисления, в котором органический субстрат подвергался аэробной биодеструкции смешанной популяцией микроорганизмов в условиях повышенной температуры и влажности с организованным сбором полученного биогаза через трубопровод, проходящий через птичий помет и отводом стоков.

Технология микробиологической переработки птичьего помета, включает укладку птичьего помета бурт, внесение микробиологических сообществ эффлюента в жидкой форме, разогрев помета, компостирование и доведение органического вещества до стабильного состояния, рисунок 1.

Эффлюент подавали через дренажную трубу и трубопровод. Осуществление биологического разогрева происходило в присутствии микробиологических сообществ аборигенной микрофлоры эффлюента с плотностью по микроорганизмам 260×10⁸ КОЕ/мл. В состав эффлюента также входят биогенные элементы N:P: K в соотношении 0,1: 0,16: 0,18 % соответственно.

В результате стимулирования микробиологических процессов с помощью эффлюента происходит разложение органических веществ, сопровождающееся уменьшением объема бурта. При этом образуется биогаз, который собирается и может быть использован для собственных нужд предприятия.

Уменьшение высоты бурта и выделение биогаза происходило по стадиям в зависимости от темпа биологического разогрева. На рисунке 2 представлен график зависимости высоты бурта от времени и температуры ферментирования.

Разогрев бурта с птичьим пометом производился в период с 03.02.2019г. до 17.03.2019г. при начальной температуре процесса -12 0С. Исходная высота бурта составляла 178 см и уменьшилась в конце процесса до 138 см. Процесс активного микробиологического разложе-

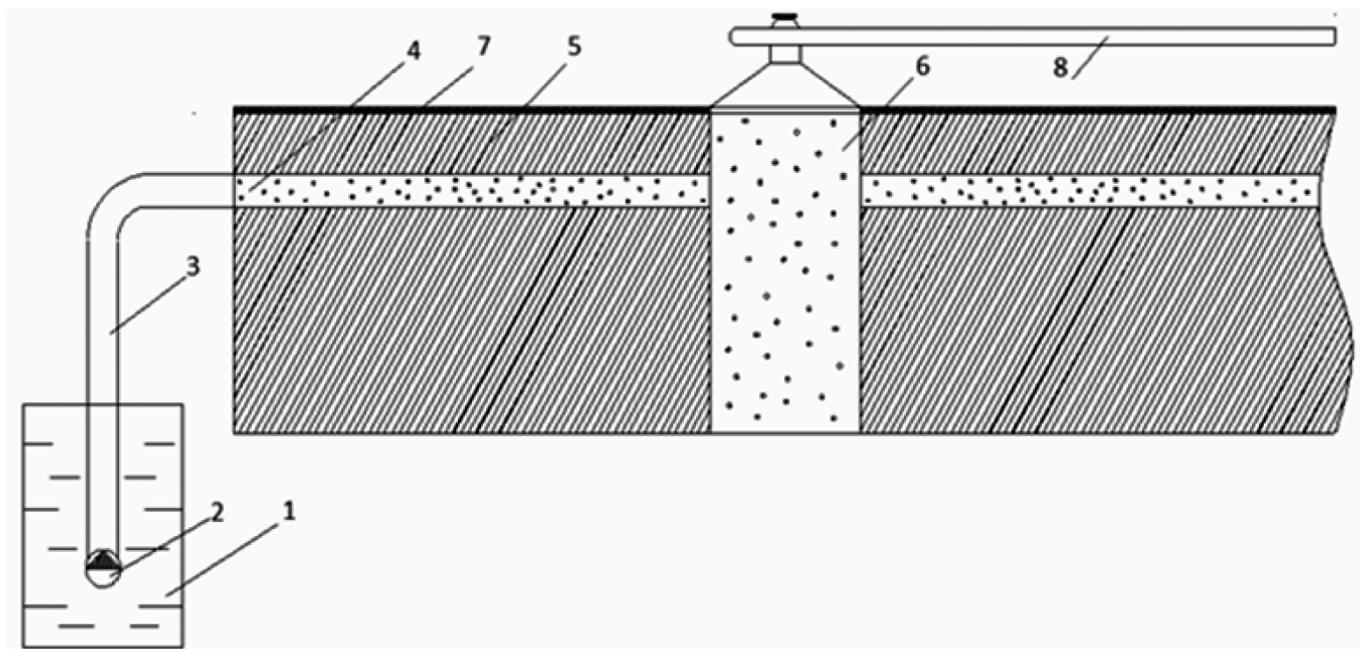


Рис. 1. Технологическая схема переработки птичьего помета с отводом биогаза. Патент на изобретение №2525251.
 1 — Приемная емкость, 2 — Фекальный погружной насос, 3 — Нагнетательный трубопровод эфлюента, 4 — Дренажная труба для внесения эфлюента, 5 — Птичий помет, уложенный в бурт, 6 — Перфорированный колодец, 7 — Изоляционный слой, 8 — Трубопровод для сбора и отвода биогаза

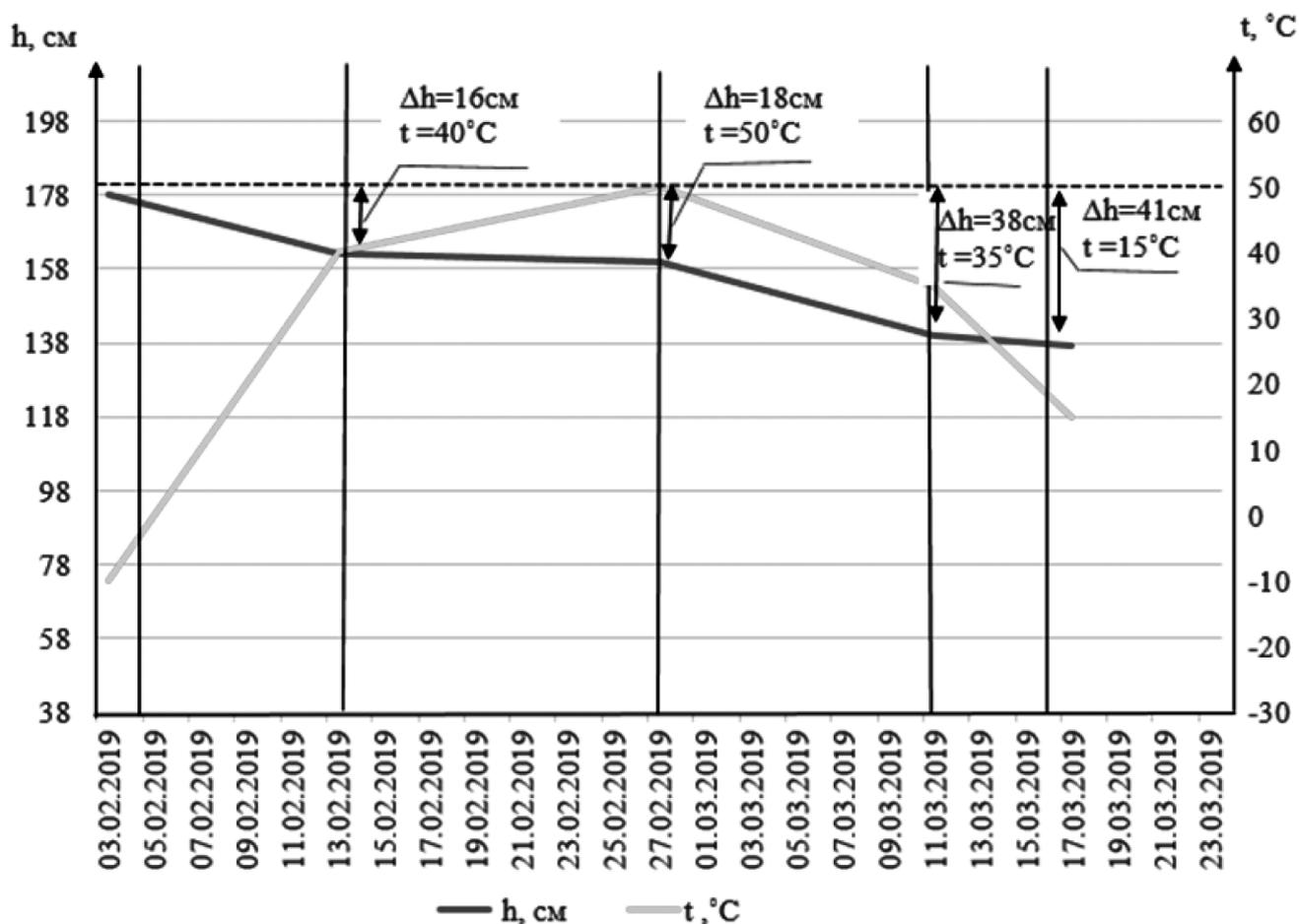


Рис. 2. График зависимости высоты бурта от времени и температуры ферментирования

ния птичьего помета и уменьшения высоты бурта начался при +40 °С. Разогрев бурта до +35 °С ускоряет процесс компостирования и уменьшения объема птичьего помета. Процесс компостирования заканчивался при снижении температуры от +35 °С до +15 °С, при этом высота бурта уже существенно не уменьшается.

В результате проведенной обработки произошло существенное уменьшение геометрических размеров бурта, отмечено снижение высоты в контрольных точках от 23 до 68 см, интенсивность уменьшения объемов выше ожидаемой.

Судя по изменению органолептических показателей контрольных участков, а также по изменению состава газовой смеси, в качестве положительного результата также важно отметить снижение аммиачных, сероводородных и меркаптановых компонентов в газовых выделениях до нормативно-допустимых значений.

В процессе компостирования увеличилась доля азота общего с 6,6 % до 12,5 % за счет форм азота, образующихся при анаэробном сбраживании птичьего помета, рисунок 3.

Массовая доля азота нитратного увеличилась от 3,2 % до 4,7 %. Соответственно доля нитратного азота в полученном органическом удобрении незначительна.

Экологически обоснованными при использовании разработанного способа компостирования помета результатами являются:

- проведение компостирования птичьего помета в производственных условиях при отрицательных температурах атмосферного воздуха, что увеличивает период переработки птичьего помета, соответственно и эффективность способа;
- понижение класса опасности отходов в виде птичьего помета до пятого, практически неопасные отходы;
- использование дренажных колодцев и труб для подачи эфлюента и отвода биогаза из всего бурта по его объему;
- использование аборигенной микрофлоры эфлюента позволяет исключить затраты на ее получение и усилить микробиологическую деятельность при компостировании;
- уменьшение высоты бурта при компостировании больших объемов птичьего помета и возможность длительного периода компостирования при низких температурах, позволяет увеличивать его геометрические параметры, что сокращает площади земель под размещение отходов и снижает загрязнение окружающей среды.

Технология может быть использована для переработки нативного, подстилочного и бесподстилочного пти-

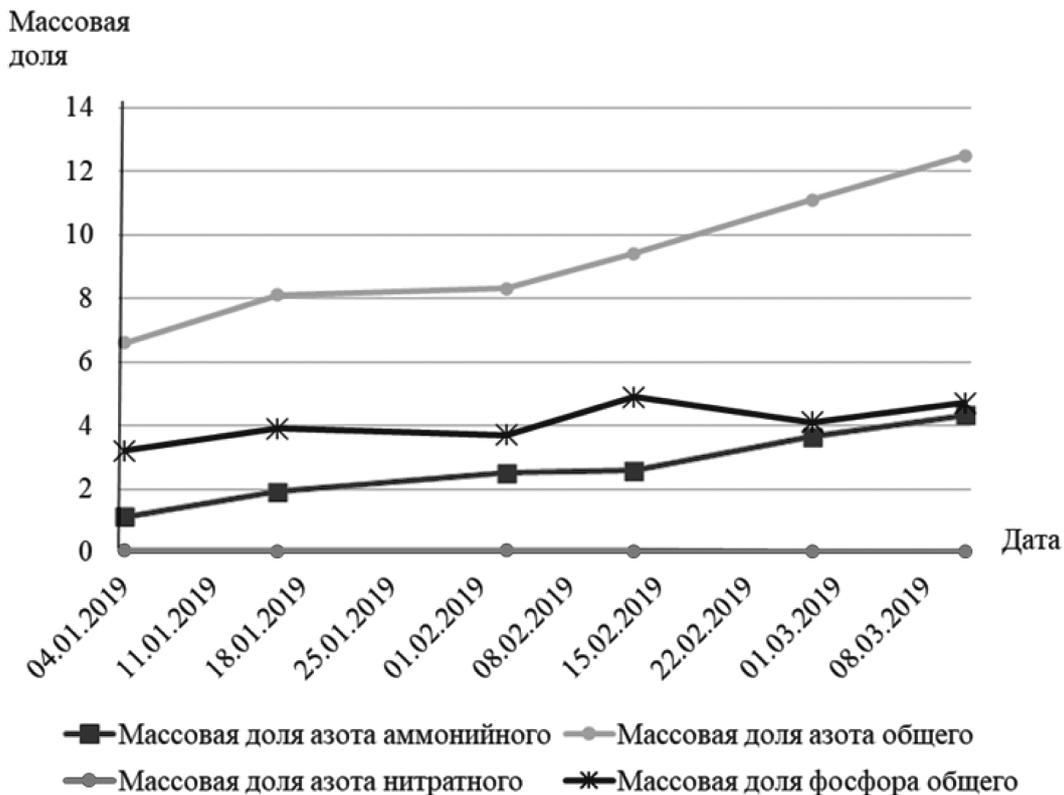


Рис. 3. Сводный график динамики изменения микроэлементного состава полученного органического удобрения за период компостирования

чьего помета на полигонах птицефабрик в буртах и отвалах, без приобретения специализированных установок. Переработка птичьего помета должна быть расположена как можно ближе к производственной площадке, используя имеющиеся в наличии помещения и коммуникации. По результатам эксперимента разработаны технические условия на удобрение из птичьего помета с зарегистрированным товарным наименованием.

Заключение

Эффективность представленной технологии определяется ее простотой, доступностью, высокими экологическими и микробиологическими результатами.

Предложенная технология позволяет перерабатывать на территории птицефабрики до 450 м³ в сутки.

Исходя из качественных изменений состава обрабатываемого субстрата, следует отметить существенное улучшение микроэлементного состава птичьего помета, прежде всего в отношении процентного содержания фосфора и общего азота, которые переводятся в доступную для растений форму. Выбросы загрязняющих

веществ, образующиеся в процессе разложения органического вещества птичьего помета, не превышают установленные нормативы, централизованно отводятся и могут быть использованы как биогаз.

Таким образом, в результате исследования была создана и испытана оптимальная технология обработки, позволяющая сократить объемы птичьего помета на полигоне на 30 %, а также полученное органическое удобрение улучшает усвоение питательных веществ растениями, обеспечивают их подвижным фосфором, увеличивают количество микроорганизмов в почве.

Достигнуты основные показатели: снижение аммиачных, сероводородных и меркаптановых компонентов в газовых выделениях до нормативно-допустимых значений, уменьшение высоты бурта, повышение процентного состава аммиачного азота и фосфора.

Упомянутый способ лег в основу технологии переработки птичьего помета на открытом полигоне. Способ защищен патентом на изобретение № 2525251 «Способ микробиологической переработки птичьего помета».

ЛИТЕРАТУРА

1. Запелов М.В., Наумов Ю.М. Эффективность применения птичьего помета в качестве удобрения // Вестник ЧГАУ, 2002. — Т. 37. — С. 118–119.
2. Бобренко И.А., Кормин В.П., Гофман Н.В. Эффективность применения органического удобрения на основе куриного помета под капусту белокочанную // Вестник Омского ГАУ, 2017. — № 4 (28) — С. 13–19.
3. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. — 78 с.
4. Качурин В.В., Наруков Е.С., Редеев Г.В. Современные технологии переработки куриного помета // Вестник Омского ГАУ, 2022. — № 4 (48) — С. 207–216.
5. Рекомендации по системам удаления, транспортирования, хранения и подготовки к использованию навоза для различных производственных и природно-климатических условий / [Н.М. Морозов]; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Федер. агентство по сел. хоз-ву. — Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2005 (п. Правдинский (Моск. обл.). — 180 с.
6. Патент 2189962 С2 Российской Федерации, / «Способ получения гранул из пометно-минеральной смеси» / Запелов М.В, Линчук А.И.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный агроинженерный университет» — № МПК C05F00 3/00; заявл. 2000-11-10; опубл. 2002.09.27; Режим доступа: <http://bd.patent.su/2189000-2189999/pat/servlet/servletd33d.html> (Дата последнего обращения 18.02.24)
7. Патент №2492359 С2 Российской Федерации, / Жидкостно-кольцевая машина / Горбачев Р.Ю., Гутенёв М.Д., Никитин Д.В., Преображенский В.А., Родионов Ю.В.; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО ТГТУ), Общество с ограниченной ответственностью «Новые агрегаты вакуумной сушки» (ООО «Навакс») — № МПК ; заявл. 2011.11.07, опубл. 2013.09. 10. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2525251C1_20140810 (Дата последнего обращения 18.02.24)
8. Миронов В.В. Экобиотехнологии переработки органических отходов // Вестник ВНИИМЖ, 2018. — №1(29) — С. 60–65.
9. Березенко Н.В., Слинько О.В. Инновационные технологии переработки органических отходов животноводства с получением экологических удобрений. // Вестник ВНИИМЖ, 2016. — №4(24) — С. 144–146.
10. Мишуrow Н.П., Инновационные технологии подготовки птичьего помета к использованию. // Вестник ВНИИМЖ, 2015. — №4(20) — С. 106–114.
11. Ковалев Д.А., Ковалев А.А. Усовершенствованная технология анаэробной переработки птичьего помета. // Вестник ВНИИМЖ, 2017. — №3(27) — С. 115–118.
12. Зеников, В.И. Методика расчета состава смеси при компостировании. // Вестник российской сельскохозяйственной науки, 2016. — № 1. — С.47–48.
13. Патент 2525251 С1 Российской Федерации, / «Способ микробиологической переработки птичьего помета». / Кокарев Н.Ф. Садчиков А.В., Идигенов А.Б., Никоноров И.Н., Идигенов Б.Б.; заявители и патентообладатели Кокарев Н. Ф. Садчиков А.В., Идигенов А.Б., Никоноров И.Н., Идигенов Б.Б., — № МПК A01C 3/00, C05F 3/00; заявл. 2013-03-12; опубл. 08.10.2014 — Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2525251C1_20140810 (Дата последнего обращения 18.02.24)
14. СанПин 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помеще-

ний, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий». Режим доступа: <https://www.55.rospotrebnadzor.ru/Files/СанПин%203684.pdf> (Дата последнего обращения 18.02.24)

15. Патент RU 2522523С1 Российской Федерации, /Способ микробиологической переработки птичьего помета. / Трemasов М.Я., Матросова Л.Е., Иванов А.А., Титова В.Ю., Иванов А.В., Трemasова А.М., Семенов Э.И.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный Центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности» (ФГБУ «ФЦТРБ-ВНИВИ»); заявл.2013.01.09; опубл. 2014.07.20, — Режим доступа: <https://www.freepatent.ru/patents/2522523> (Дата последнего обращения 18.02.24).
16. Патент 2320426 С1 Российской Федерации, / «Способ сбора и отвода биогаза на полигоне твердых отходов с многослойным противofильтрационным экраном» / Вострцов С.П., Преображенский Ю.Б.; заявитель и патентообладатель ОАО «Уральский научно-исследовательский и проектный институт галургии» (ОАО «Галургия») — № МПК В09В 1/00 ,В09В 3/00; заявл. 2006.07.05; опубл.: 2008.03.27 — Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2320426C1_20080327 (Дата последнего обращения 18.02.24).

© Идигенов Бахыт Булатович (starmekh@yandex.ru); Гамм Тамара Алексеевна (hammtam@mail.ru); Гривко Елена Васильевна (grivko-ev@mail.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ МОДЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ЛЕСОПАРКА КУЗЬМИНКИ-ЛЮБЛИНО

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RECREATIONAL LOAD OF THE MODEL SECTIONS OF THE KUZMINKI-LUBLIN FOREST PARK

*M. Lomskov
E. Makarova
O. Tuninsky*

Summary. In this study, the recreational capacity and load of various sections of the model park are calculated in order to optimize the use of the territory and increase the comfort of visitors. To do this, an assessment of potential attendance is carried out, the definition of typical activities and the assessment of the necessary resources to maintain comfortable conditions. The results of the study can be used to develop an effective strategy for the development of the park and increase its attractiveness to visitors.

Keywords: recreational load, recreational capacity, park, ecological monitoring.

Ломсков Михаил Александрович

*К.б.н., доцент, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина, Москва
lomskovma@mail.ru*

Макарова Елена Александровна

*К.б.н., доцент, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина, Москва
lelemakarova@mail.ru*

Тунинский Осип Лионович

Начальник отдела экологического просвещения и учета животных дирекции природных территорий «Кузьминки-Люблино» ГПБУ «Мосприрода», Москва

Аннотация. В данном исследовании представлен расчет рекреационной емкости и нагрузки модельных участков лесопарка Кузьминки-Люблино с целью оптимизации использования территории и повышения комфорта посетителей. Для этого была проведена оценка потенциальной посещаемости, определение типовых активностей и оценка необходимых ресурсов для поддержания комфортных условий. Результаты исследования могут быть использованы для разработки эффективной стратегии развития парка и повышения его привлекательности для посетителей.

Ключевые слова: рекреационная нагрузка, рекреационная емкость, парк, экологический мониторинг.

Материалы и методы

Данные для исследования были собраны в июле 2023 года на базе природных территорий парка «Кузьминки-Люблино» ГПБУ «Мосприрода». Для исследования рекреационной емкости были выбраны следующие участки:

- территория с южной стороны Шибяевского и Нижнего Кузьминского прудов (далее — Площадка 1)
- участки парка Двенадцати лучей (далее — Площадка 2)

Первый участок был выбран, с учетом высокой рекреационной нагрузки в этом месте парка, практически со всех сторон находятся пруды, что сказывается на его привлекательности для отдыхающих. Также эта территория находится в непосредственной близости от входа в парк, поэтому в выходные и праздничные дни наблюдается наибольшая плотность отдыхающих.

Второй участок находится на некотором отдалении от центральной аллеи и не пользуется столь высокой популярностью у отдыхающих, по сравнению с территориями рядом с водоемами.

В настоящее время экологические исследования городской среды фиксируют все большее увеличение уровня рекреационной активности населения, что может угрожать состоянию и существованию сохранившихся зеленых территорий парковых участков городов. Предупредить подобную тенденцию может знание состояния парка и прилегающей территории, а также процессов, влияющих на распределение нагрузки и особенности ответной реакции природных компонентов окружающей среды. Для предотвращения деградации природного сообщества парков необходимо понимать и оценивать существующую ситуацию с использованием расчета рекреационной емкости и нагрузки различных участков парка.

Целью настоящего исследования было определение рекреационной емкости и нагрузки выбранных модельных участков природно-исторического парка Кузьминки-Люблино.

В задачи исследования входило выбор и обоснование участка парковой зоны для исследования, сбор данных и расчет рекреационной емкости и нагрузки.

На каждой из площадок учеты проводили 1 час 30 минут, считая количество вошедших и вышедших людей с исследуемых участков парка. Измерения осуществляли в будний день в интервале времени с 12:00 до 15:00 в солнечную погоду. Протяженность дорожно-тропиночной сети и площадь измеряли с помощью инструментов «Линейка» и «Планиметр» в приложении «Яндекс Карты».

Для измерения площади дорожек и площадок были проведены измерения ширины дорожек в нескольких местах (через 1 км), а затем вычислено среднее значение каждой дорожки и умножено на ее протяженность.

Средняя скорость пешехода и пропускная способность дорожно-тропиночной сети была измерена экспериментально. Количество посетителей было рассчитано как 10 % от населения, проживающего в зоне доступности объекта (20 минут шаговой доступности).

Для измерения площади дорожек и площадок были проведены измерения ширины дорожек в нескольких местах (через 1 км), а затем вычислено среднее значение каждой дорожки и умножено на ее протяженность.

Расчет рекреационной емкости производили по формулам:

$$Nn = \frac{I_{дор}}{Q_{дор} \times \frac{V_n \times 1000}{3600}} = \frac{Q_{дор} \times I_{дор}}{1000 \times V_n}$$

$$C = \frac{Nn}{S_{дор}}$$

где: $I_{дор}$ — протяженность дорожно-тропиночной сети, м;

$S_{дор}$ — площадь дорожек и площадок, га;

V_n — средняя скорость пешехода, км/час;

$Q_{дор}$ — пропускная способность дорожно-тропиночной сети, чел./час, равная примерно 500 человек/час на одну полосу дороги (0,75 м)

Nn — количество пешеходов, одновременно передвигающихся по дороге, чел.;

$C_{дор}$ — рекреационная емкость, чел./га.

Фактическую рекреационную нагрузку определяли замерами, ожидаемую рассчитывали по формуле:

$$R = \frac{Ni}{Si}$$

где: R — рекреационная нагрузка, чел./га;

Ni — количество посетителей объектов рекреации, чел.;

Si — площадь рекреационной территории, га.

Количество посетителей, одновременно находящихся на территории рекреации, рекомендуется принимать 10–15 % от численности населения, проживающего в зоне доступности объекта рекреации (Серова, 2017).

Предельная рекреационная нагрузка определяется нормативами, представленными в таблице 1, для лесопарка составляет не более 50 человек на гектар.

Таблица 1.

Ориентировочный уровень предельной рекреационной нагрузки (по МГСН 1.02-02)

Тип рекреационного объекта города	Предельная рекреационная нагрузка — число одновременных посетителей в среднем по объекту, чел./га	Радиус обслуживания населения (зона доступности)
Лес	Не более 5	—
Лесопарк	Не более 50	15–20 мин. трансп. доступн.
Сад	Не более 100	400–600 м
Парк (много-функцион)	Не более 300	1,2–1,5 км
Сквер, бульвар	100 и более	300–400 м

Результаты и обсуждения

Полученные значения рекреационной нагрузки и емкости, а также исходные данные для их определения на модельных участках парка, приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Результаты измерений

Параметр	Площадка 1	Площадка 2
Протяженность дорожно-тропиночной сети, км	4166	7376
Площадь дорожек и площадок, Га	0,88	4,90
Средняя пропускная способность дорожно-тропиночной сети, чел./час	979	382
Площадь рекреационной территории, Га	18,47	5,10
Рекреационная емкость, чел/Га	1176,7	140,1
Рекреационная нагрузка, чел/Га	480,80	6,44

Рекреационная нагрузка на Площадке 1 составила 480,8 человека на гектар, превышая предельную рекреационную нагрузку в 9,6 раз (см. таблица 1), что ведет к необходимости введения режима пользования такой территорией — движение людей только по дорожкам, отдых на специально оборудованных площадках, интенсивный уход за насаждениями и их активная защита.

Рекреационная емкость превышает рекреационную нагрузку в 2,4 раза, что являются хорошим показателем.

Рекреационная нагрузка на Площадке 2 (в парке 12-ти Лучей) соответствует уровням, указанным в МГСН 1.02-02, и не превышает 35 человек на гектар, что является установленной величиной для лесопарков.

Согласно проведенным расчетам, можно сделать вывод что рекреационная емкость территории превышает рекреационную нагрузку в 22 раза при этом стоит учитывать, что в праздничные и выходные дни нагрузка возрастает.

Таким образом, участок парка может принять до 770 человек без значительного вреда природным комплексам или объектам отдыха, при условии соблюдения установленных ограничений и рекомендаций. В качестве основных мероприятий, снижающих антропогенное воздействие на особо посещаемые участки парка можно предложить:

1. Использование ограничения на количество посетителей в определенных зонах парка, чтобы избежать излишнего воздействия на природные ре-

сурсы, для учета посетителей и контроля нагрузки на парк могут быть использованы специальные системы учета посещаемости.

2. Проведение просветительских мероприятий. Важно обучать людей тому, как правильно использовать ресурсы, тем самым предотвращать перегрузку.
3. Развитие инфраструктуры. Создание дополнительных мест для отдыха и развлечений может снизить нагрузку на уже существующие места с высокой рекреационной нагрузкой.
4. Мониторинг и оценка. Необходимо постоянно отслеживать нагрузку на рекреационные ресурсы и проводить оценку эффективности принятых мер для их управления.

На территории одного объекта рекреации, как правило, существуют зоны с различным уровнем предельной рекреационной нагрузки и для оценки нагрузки всего парка необходимы более сложные расчеты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артемьев А.М., Абдреева Ш.Т., Актымбаева А.С.. Методические рекомендации по определению норм рекреационных нагрузок на туристические маршруты и экологические тропы особо охраняемых природных территорий; Нур-Султан, 2020 г. — 76 с.
2. Постановление от 6 августа 2002 г. №623-ПП «Об утверждении норм и правил проектирования комплексного благоустройства на территории города Москвы МГСН 1.02-02»
3. Серова О.В. Рекреационные технологии: Учебное пособие для студ. высш. учебн. заведений / О.В. Серова, А.Ю. Кулагин. — Уфа: Изд-во БГПУ, 2017. — 170 с.

© Ломсков Михаил Александрович (lomskovma@mail.ru); Макарова Елена Александровна (lelemakarov@mail.ru); Тунинский Осип Лионович
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ФЕНОТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ПАЛИНОИНДИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ РФ

GENETIC VARIABILITY OF SCOTS PINE IN BIOINDICATION OF THE STATE OF FOREST COMMUNITIES IN THE NON- CHERNOZEM REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION

**I. Moskalenko
E. Nozdracheva
M. Avramenko
A. Gayvoronskaya**

Summary. Identification of the phenetics and viability of *Pinus sylvestris* in forest communities depending on the distance to a large industrial facility made it possible to prove that, as a massive and very sensitive test object, is very advisable to use in a biological monitoring system in the area of man-made objects. It has been established that with distance from the object, viability (the total number of germinated pollen grains) and the number of normally germinated pollen grains with one unbranched tube increase. The number of sprouted pollen grains with various development anomalies decreases. It can be considered that anthropogenic and technogenic factors have an important impact on the state of the male generative sphere of the model object in the study area. The pollen of the *Pinus sylvestris* is able to respond to an increase in the intensity of the impact of stressful anthropogenic and technogenic factors by reducing viability and increasing the yield of anomalies in the development of pollen grains. The results obtained indicate the relative stability of male pine reproduction in the area of the object in 2018–2020.

Keywords: pollen grains, phenetic characters, bioindication, Scots pine, Non-Black Earth Region of the Russian Federation.

Москаленко Игорь Владимирович

кандидат биологических наук, старший преподаватель,
ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет
имени академика И.Г. Петровского»
moskalenkigor@yandex.ru

Ноздрачева Елена Владимировна

кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО
«Брянский государственный университет имени
академика И.Г. Петровского»
nozdr-ev@mail.ru

Авраменко Марина Васильевна

кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО
«Брянский государственный университет имени
академика И.Г. Петровского»
avramenko_marina84@mail.ru

Гайворонская Анжелика Алексеевна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Брянский государственный
университет имени академика И.Г. Петровского»
gayvoronskaja.anzhelika@yandex.ru

Аннотация. Выявление особенности фенетики и жизнеспособности пыльцы *Pinus sylvestris* в лесных сообществах в зависимости от расстояния до крупного промышленного объекта позволило доказать, что пыльцу как массовый и весьма чувствительный тест-объект весьма целесообразно использовать в системе биологического мониторинга в районе техногенных объектов. Установлено, что с расстоянием от объекта возрастает жизнеспособность (общее количество проросших пыльцевых зёрен) и число нормально проросших пыльцевых зёрен с одной неразветвленной трубкой. Уменьшается число проросших пыльцевых зёрен с различными аномалиями развития. Можно считать, что важное воздействие на состояние мужской генеративной сферы модельного объекта в исследуемом районе оказывают антропогенные и техногенные факторы. Пыльца *Pinus sylvestris* способна реагировать на повышение интенсивности воздействия стрессовых антропогенных и техногенных факторов снижением жизнеспособности и увеличением выхода аномалий в развитии пыльцевых зёрен. Полученные результаты свидетельствуют об относительной стабильности мужской репродукции сосны в районе объекта в 2018–2020 гг.

Ключевые слова: пыльцевые зёрна, фенетические признаки, биоиндикация, сосна обыкновенная, Нечерноземье РФ.

Фенетическая изменчивость пыльцы популяций сосны обыкновенной в лесных биоценозах определяется абиотическими факторами среды, в том числе и сочетанными антропогенными. Морфологические нарушения структуры и жизнеспособности пыльцевых зёрен (ПЗ) по данным литературы обусловлены в значительной степени загрязнением, в меньшей —

климатическими условиями местообитаний [2, 3, 5–8]. Формирование качественной пыльцы обеспечивает репродукцию особой популяции, длительность репродукционных циклов, как следствие — поддержание целостности сосняков и сложных дубрав в Нечерноземье РФ. Естественный полиморфизм пыльцевых зёрен модельного растения позволил разработать приём оценки со-

стояния среды и лесных экосистем на основе разнообразия фенетики и фертильности пыльцы, который широко стал использоваться для диагностики среды в биомониторинге [1, 4, 7, 8]. При значительной антропогенной нагрузке в староосвоенном регионе Брянской области решалась цель исследования — описание фенетических признаков и жизнеспособности пыльцевых зёрен сосны обыкновенной для индикации лесных биоценозов.

Исследования проводились палинологическим методом с йодкрахмальной пробой: стерильные ПЗ не окрашиваются, фертильные — окрашиваются. Сбор материалов — по 10 микростробил с каждого дерева проводили в период массового вылета пыльцы за трёхлетний период (2018–2020 гг.). Микропрепараты изучались в проходящем свете под микроскопом, проводилась фотофиксация. Оценивали морфологию (фенетику) ПЗ: форма, число воздушных мешков, пыльцевые трубки, их число и форма. Проращивали ПЗ в растворе сахарозы [4, 6].

Результаты палинологии приведены ниже. За период 2018–2020 гг. в санитарно защитной зоне и за её пределами ЗАО «Мальцовский портландцемент» (г. Фокино, Брянский район) проанализирован 141 образец пыльцы сосны, из которых лишь в 13 образцах (9,2 %) жизнеспособность пыльцы была меньше 50 %, что свидетельствует о достаточно высоком качестве пыльцы сосны. В то же время, во всех 30 образцах пыльцы из фоновой зоны (Снежетьское лесничество) количество проросшей пыльцы за исследуемый период превышало 50 %, что объясняется, вероятно, неблагоприятным влиянием климатических факторов в момент формирования пыльцевых зёрен (мужских стробил).

Анализ жизнеспособности пыльцы сосны обыкновенной на территории СЗЗ и на расстоянии в 0,5 км, 1 км и 1,5 км объекта, привносящего наибольшее количество загрязняющих веществ воздух всех крупных населённых пунктов северо-запада и центра области, показал, что качество пыльцы в значительной степени связано с удаленностью от основного источника промышленного загрязнения атмосферы в регионе — г. Фокино и ЗАО «Мальцовский портландцемент» (МП) (объекта) (таблица 1). По средним данным за трёхлетний период выявлена закономерность повышения жизнеспособности пыльцы с увеличением расстояния от источника загрязнения — самого крупного в области.

Значительные показатели жизнеспособности пыльцы (ЖПЦ) определены для фоновой зоны в пределах Снежетьского участкового лесничества (89,8±1,04 %); наименьшее число проросших пыльцевых зёрен (73,9±3,97 %) отмечено в 0,5 км от СЗЗ на реперных точках, расположенных в непосредственной близости от объекта и его СЗЗ. Причем лучшие показатели жизнеспособности пыльцы на территории СЗЗ объекта наблю-

Таблица 1.
Характеристики жизнеспособности пыльцевых зёрен сосны лесной в СЗЗ и на расстоянии от промпредприятия

Период	Показатели жизнеспособности пыльцы, %			Уровень достоверности критерия существенности различий по сравнению с контролем, %
	$M \pm m_x$	σ	C	
СЗЗ				
Среднее за 2018–2020 гг.	78,1±2,76	13,50	17,3	99,9
2018 г.	88,0±2,83 $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ при $P = 95\%$	8,00	9,1	–
1,5 км от СЗЗ				
Среднее за 2018–2020 гг.	78,4±2,25	22,40	28,6	95,0
2020 г.	89,8±2,20 $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ при $P = 99,9\%$	12,62	14,1	–
1,0 км от СЗЗ				
Среднее за 2018–2020 гг.	74,2±2,14	18,60	24,2	95,0
2020 г.	89,8±2,20 $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ при $P = 95,0\%$	11,51	13,2	–
0,5 км от СЗЗ				
Среднее за 2018–2020 гг.	73,9±3,97	16,83	22,8	95,0
2020 г.	84,1±4,14 $t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$	10,14	12,1	–
Фоновые точки				
Среднее за 2018–2020 гг.	89,8±1,04	5,68	6,3	Контроль
2020 г.	90,0±3,05 $t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$	9,64	10,7	Контроль

дались на площадках в 1,5 км от СЗЗ (78,4±2,25 %). Однако во всех зонах района расположения объекта ЖПЦ в период наблюдений была достоверно ниже фоновой зоны ($t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ при $P = 95,0\%$).

В 2020 г. сложились более благоприятные погодные условия для формирования пыльцы в исследуемом регионе. Несмотря на бесснежный период в зимний период во всех зонах района расположения объекта выявлена более высокая ЖПЦ по сравнению со средними

данными за период 2018–2019 гг. Однако достоверное повышение количества проросших ПЗ отмечено лишь в СЗЗ ($t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ при $P = 95\%$) и 1,5 км от СЗЗ ($t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ при $P = 95,0\%$), где и были зафиксированы лучшие показатели жизнеспособности пыльцы ($89,8 \pm 2,20\%$). Наименьшая ЖПц вновь наблюдалась в периферической части СЗЗ ($84,1 \pm 4,14\%$), самая высокая ЖПц отмечена в фоновой зоне ($90,0 \pm 3,05\%$). Однако снижение исследуемого показателя на территории СЗЗ и на определённых по схеме закладки опыта экспериментальных исследованиях по объекту было статистически не достоверным по сравнению с фоновой зоной.

В период 2018–2020 гг. в популяциях сосны на территории СЗЗ и прилегающих территориях объекта наблюдалась значительная вариабельность ЖПц: высокий уровень изменчивости по шкале С.А. Мамаева отмечался в 0,5 км от СЗЗ ($C=28,6\%$) и периферической части СЗЗ ($C=22,8\%$), средний уровень — в СЗЗ ($C=17,3\%$). В то же время, в фоновой зоне зафиксирован очень низкий уровень изменчивости жизнеспособности Пц по шкале С.А. Мамаева ($C=6,3\%$). В 2020 г. во всех зонах района расположения промышленного объекта снизилась вариабельность ЖПц по сравнению со средними данными за период 2018–2019 гг., однако ранжирование коэффициента изменчивости сохранилось: средний уровень изменчивости по шкале С.А. Мамаева зафиксирован в 0,5 км от СЗЗ ($C=14,1\%$) и периферической части СЗЗ ($C=12,1\%$), низкий уровень — в 1,5 км от СЗЗ ($C=9,1\%$). В фоновой зоне, наоборот, несколько возросла вариабельность ЖПц по сравнению с периодом 2018–2019 гг.: отмечен низкий уровень изменчивости ($C=10,7\%$), т.е. даже выше, чем в СЗЗ.

Под действием негативных экологических факторов в популяциях растений обычно снижается количество нормально проросших пыльцевых зёрен (ПЗн) (с одной неразветвленной трубкой) и возрастает число аномально проросших ПЗн, что по данным ранее проведённых исследований является показателем воздействия экологических факторов на генотип организмов, усиливающих его нестабильность и повышающих отбор наиболее устойчивых генотипических наборов. В целом в популяциях модельного растения семейства хвойные на территории СЗЗ прилегающих к ней зон промышленного объекта наблюдается увеличение числа нормально проросших ПЗн и, наоборот, снижения количества ПЗн с аномалиями развития исследованных препаратов с увеличением расстояния от г. Фокино и промышленного объекта (таблица 2).

По средним данным за период 2018–2020 гг. ярко выражена тенденция увеличения количества нормально проросших ПЗн с возрастанием расстояния до г. Фокино. Наибольшее количество нормально проросших ПЗн отмечено в фоновой зоне ($85,3 \pm 1,12\%$), наименьшее

($68,1 \pm 3,74\%$) — в периферической части природозащитной зоны в непосредственной близости от г. Фокино и промпредприятия.

На исследуемой территории в зависимости от расстояния от действующего предприятия наиболее высокие значения показателя зафиксированы в 1,5 км от СЗЗ ($73,7 \pm 2,61\%$). При этом во всех зонах расположения объекта количество нормально проросших ПЗн в 2018–2020 гг. было достоверно ниже фоновой зоны ($t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ при $P=95,0\%$). В 2020 г. во всех зонах расположения от объекта загрязнения отмечено возрастание количества нормально проросших ПЗн по сравнению со средними данными за период 2018–2020 гг., однако, статистически достоверное увеличение показателя зафиксировано лишь в 0,5 км от предприятия ($t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ при $P=95,0\%$), где наблюдалось наибольшее количество нормально проросших ПЗн ($84,8 \pm 2,14\%$) на территории границы СЗЗ и природозащитных зон. Наименьшее количество нормально проросших ПЗн, как и по средним данным, отмечено в периферической части СЗЗ ($78,4 \pm 4,15\%$), наибольшее — в фоновой зоне ($87,5 \pm 3,14\%$). Однако, в 2020 г. снижение количества нормально проросших ПЗн на территории СЗЗ и других частей природозащитных зон было статистически несущественным по сравнению с фоновой зоной.

Таким образом в 2020 г. по сравнению со средними данными изменилось ранжирование палинологических показателей (ЖПц и количества нормально проросших ПЗ) — в СЗЗ зафиксировано более низкие значения, чем на расстоянии 0,5 км от границы предприятия. Возможно, это связано с увеличением интенсивности воздействия антропогенных факторов на лесные экосистемы в СЗЗ.

Анализ изменчивости количества нормально проросших ПЗ модельного объекта выявил аналогичные тенденции, как по показателям ЖПц. Отмечен высокий уровень изменчивости по шкале С.А. Мамаева средних данных за период 2018–2020 гг. в 0,5 км от СЗЗ ($C=32,0\%$) и периферической части природозащитной зоны ($C=25,9\%$), средний уровень — наблюдался на границе СЗЗ ($C=19,7\%$), низкий — в фоновой зоне ($C=7,5\%$). В 2020 г. средний уровень изменчивости количества нормально проросших ПЗ зафиксирован в 0,5 км от СЗЗ ($C=15,1\%$), в фоновой зоне ($C=12,2\%$) и СЗЗ ($C=8,4\%$).

По средним данным за период 2018–2020 гг. количество аномально проросших ПЗ у сосны в СЗЗ и на установленных расстояниях от неё значительно превышал фоновый уровень ($3,5 \pm 0,47\%$). Высота вариабельности показателей, исследуемых в работе, высока лишь в 0,5 км от СЗЗ ($5,2 \pm 0,54\%$) различия статистически достоверны ($t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ при $P=95,0\%$). Причем, число аномально проросших ПЗ в СЗЗ и природозащитной зоне на расстоянии от промпредприятия закономерно возрастает

Таблица 2.

Показатели числа нормально и аномально проросших ПЗ сосны лесной в СЗЗ и прилегающих территориях по промышленному объекту

Период	Количество проросших пыльцевых зерен, %							
	Нормальные (с одной неразветвленной пыльцевой трубкой)				Аномальные (с одной разветвленной и двумя пыльцевыми трубками)			
	$M \pm m_x$	σ	C	Уровень достоверности $t_{\text{факт}}$, %	$M \pm m_x$	σ	C	Уровень достоверности $t_{\text{факт}}$, %
СЗЗ								
Среднее за 2018–2020 гг.	73,5±2,90	14,18	19,3	99,9	4,5±0,73	3,60	79,6	–
2020 г.	81,1±2,52 $t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$	7,12	8,8	–	6,9±1,08 $t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$	3,06	44,4	95,0
1,5 км от СЗЗ								
Среднее за 2018–2020 гг.	73,3±2,28	22,73	31,0	99,9	5,1±0,52	5,16	101,7	95,0
2020 г.	84,8±2,14 $t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ при P = 99,9%	12,29	14,5	–	4,9±0,76 $t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$	4,36	88,5	–
1,0 км от СЗЗ								
Среднее за 2018–2020 гг.	67,0±4,24	17,98	26,8	95,0	5,9±1,89	7,34	112,8	–
2020 г.	77,6±4,28 $t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$	10,43	13,5	–	5,5±1,35 $t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$	3,67	49,5	95,0
0,5 км от СЗЗ								
Среднее за 2018–2020 гг.	67,0±4,24	17,98	26,8	95,0	6,9±1,75	7,43	107,8	–
2020 г.	77,6±4,28 $t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$	10,43	13,5	–	6,5±1,31 $t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$	3,22	49,5	95,0
Эталонные условия (контрольные условия)								
Среднее за 2018–2020 гг.	86,5±1,12	6,11	7,1	Контроль	3,3±0,48	2,61	80,3	Контроль
2020 г.	87,3±3,11 $t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$	9,84	11,3	Контроль	2,7±0,84 $t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$	2,67	97,2	Контроль

с увеличением расстояния от г. Фокино и предприятия: наименьшее значение показателя зафиксировано в СЗЗ (4,2±0,72 %), наибольшее (6,8±1,76 %) — на точках сбора в периферической части, наиболее близко расположенных от предприятия и города. В 2020 г. произошли кардинальные изменения в динамике числа аномально проросших ПЗ по зонам загрязнения. Если в фоновой зоне и периферической части от объекта оно незначительно снизилось по сравнению со средними данными за период 2018–2020 гг., то в СЗЗ, наоборот, возросло — в 1,5 раза. Однако, во всех зонах района расположения ЗАО МП различия статистически недостоверны по сравнению с фоновой зоной ($t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$).

Наибольшее число аномально проросших пыльцевых зерен (6,7±1,77 %) зафиксировано на границе объекта,

что превысило значение показателя в периферической части природозащитных территорий в окрестностях г. Фокино (6,5±1,32 %), причем, в этих зонах различия показателей статистически достоверны ($t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$ при P=95,0 %) по сравнению с фоновой зоной, где отмечено наименьшее количество аномалий развития пыльцевых трубок (2,5±0,81 %).

Во всех зонах число аномально проросших ПЗ характеризуется очень высоким уровнем изменчивости по шкале С.А. Мамаева. Однако, в 2020 г. наблюдаются существенные отклонения в динамике коэффициента изменчивости по сравнению со средними данными за период 2018–2020 гг. Так в 2018–2020 гг. варибельность количества аномально проросших ПЗ на расстоянии 0,5 км от промобъекта (C=102,7 %), периферической

части от объекта (C=107,8 %) была выше, чем в фоновой зоне (C=81,3 %) и СЗЗ (C=78,7 %). В 2018 г. во всех зонах от ЗАО МП она стала меньше, чем в фоновой зоне, причем, наименьшая изменчивость признака зафиксирована на границе СЗЗ (C=43,5 %) и в периферической части (48,49 %), где отмечалось наибольшее количество аномалий развития пыльцевых трубок (ПТр). Уменьшение вариабельности признака может свидетельствовать о мощном воздействии какого-либо односторонне направленного фактора.

В исследованных популяциях сосны лесной обнаружены разнообразные типы аномалий развития ПТр (таблица 3). Количество ПЗн с различными аномалиями развития ПТр во всех популяциях характеризуется очень высоким уровнем индивидуальной (внутрипопуляционной) изменчивости (по шкале С.А. Мамаева $C > 40$ %). В целом просматривается общая тенденция увеличения количества ПЗн с различными типами аномалий развития ПТр с приближением к городской черте.

По средним данным за период 2018–2020 гг. на границе промобъекта и на различном расстоянии от него общее количество проросших ПЗн с двумя трубками значительно превышал (от 3,459 % на границе предприятия до 3,978 % в периферийной части) фоновую зону (1,159 %), причем наблюдается обратная зависимость показателя от расстояния до города. Среднемноголетнее количество проросших ПЗн с одной разветвленной трубкой также стабильно уменьшается по мере удаления от города (1,058 % на границе ССЗ — 2,819 % в периферической части), однако в фоновой зоне (2,079 %) величина показателя ниже, чем в периферической части. В ССЗ и других зонах природозащитной территории преобладают проросшие ПЗн с простыми типами нарушения развития ПТр, причем их число уменьшается по мере удаления от объекта: количество ПЗ с одной трубкой с 2-мя разветвлениями — от 2,651 % в периферической части от объекта (выше, чем в фоновой зоне — 2,078 %) до 0,969 % на границе с ССЗ, число ПЗн с 2-мя ПТр — от 3,977 % в периферической части до 3,409 % на границе ССЗ, что ниже чем в фоновой зоне — 1,159 %.

Таблица 3.

Оценка числа пыльцевых зерен модельного объекта с аномалиями развития пыльцевых трубок в пределах изучаемой территории

Период	Число проросших ПЗ с аномалиями развития ПТр, % (в числителе — от общего числа учтённых ПЗ, в знаменателе — от общего числа аномально проросших ПЗ)						
	всего аномальных	с одной разветвленной пыльцевой трубкой			с двумя пыльцевыми трубками		
		итого	с 2-мя разветвлениями (простые)	с 3-мя и более разветвлениями (сложные)	итого	без разветвлений	с разветвлениями
ССЗ							
Среднее за 2018–2020 гг.	<u>4,519</u> 100	<u>1,058</u> 23,4	<u>0,976</u> 21,6	<u>0,083</u> 1,8	<u>3,461</u> 76,6	<u>3,413</u> 75,5	<u>0,048</u> 1,1
2020 г.	<u>6,885</u> 100	<u>3,109</u> 45,2	<u>2,630</u> 38,2	<u>0,479</u> 7,0	<u>3,776</u> 54,8	<u>3,574</u> 51,9	<u>0,202</u> 2,9
1,5 км от ССЗ объекта							
Среднее за 2018–2020 гг.	<u>5,067</u> 100	<u>1,359</u> 26,8	<u>1,190</u> 23,5	<u>0,169</u> 3,3	<u>3,709</u> 73,2	<u>3,677</u> 72,6	<u>0,032</u> 0,6
2020 г.	<u>4,929</u> 100	<u>2,307</u> 46,8	<u>1,930</u> 39,2	<u>0,377</u> 7,6	<u>2,622</u> 53,2	<u>2,532</u> 51,4	<u>0,089</u> 1,8
1,0 км от ССЗ объекта							
Среднее за 2018–2020 гг.	<u>6,889</u> 100	<u>2,905</u> 42,2	<u>2,648</u> 38,4	<u>0,257</u> 3,7	<u>3,984</u> 57,8	<u>3,854</u> 55,9	<u>0,130</u> 1,9
2020 г.	<u>6,506</u> 100	<u>3,830</u> 58,9	<u>3,544</u> 54,5	<u>0,286</u> 4,4	<u>2,676</u> 41,1	<u>2,676</u> 41,1	–
Эталонные экосистемы							
Среднее за 2018–2020 гг.	<u>3,252</u> 100	<u>2,084</u> 64,1	<u>2,084</u> 64,1	–	<u>1,168</u> 35,9	<u>1,161</u> 35,7	<u>0,007</u> 0,2
2020 г.	<u>2,748</u> 100	<u>0,124</u> 4,5	<u>0,124</u> 4,5	–	<u>2,624</u> 95,5	<u>2,624</u> 95,5	–

На границе ССЗ и в других частях природоохранной территории среднемноголетнее число проросших ПТр со сложными типами аномалий развития оказалось значительно выше, чем в фоновой зоне. Число проросших ПЗн с одной разветвленной трубкой с 3-мя и более разветвлениями стабильно уменьшается по мере удаления от объекта (0,249 % в периферической части — 0,081 % на границе СЗЗ, при полном отсутствии подобных нарушений в фоновой зоне). Во всех частях природозащитной зоны выявлена более высокая доля ПЗн с двумя проросшими трубками (57,7 % в периферической части — 76,7 % в ССЗ), причем, она возрастает с увеличением расстояния от объекта. В фоновой зоне, наоборот, среди аномально проросших ПЗн преобладают ПЗн с одной разветвленной трубкой (64,2 %). Доля ПЗн со сложными типами аномалий развития трубок (с одной сильно разветвленной трубкой и 2-мя разветвленными трубками) в целом незначительна, однако, она снижается с увеличением расстояния до объекта: в фоновой зоне — 0,2 %, СЗЗ — 2,8 %, 1 км от ССЗ — 3,8 %, периферической части — 5,5 %.

В 2020 г. после аномально бесснежной и высокотемпературной зимы произошли некоторые изменения в структуре аномалий развития ПТр в зонах расположения объекта и природозащитных зон. Число проросших ПЗн с одной разветвленной трубкой значительно увеличилось во всех зонах по сравнению со средними данными за период 2018–2020 гг., а количество проросших ПЗн с двумя трубками — лишь на границе. В фоновой зоне наблюдается противоположная тенденция: увеличилось число проросших ПЗн с двумя трубками и снизилось число проросших ПЗн с одной разветвленной трубкой. Количество проросших пыльцевых зерен с одной разветвленной трубкой в 2020 г. во всех зонах расположения ЗАО МП превышает фоновую зону (0,123 %): максималь-

ное значение вновь зафиксировано в периферической части объекта (3,820 %), в СЗЗ (3,108 %) по сравнению с периодом 2018–2020 гг. превысило показатель 1 км от ССЗ (2,911 %). Количество проросших ПЗн с двумя трубками лишь на границе СЗЗ (3,769 %) выше, чем в фоновой зоне (2,624 %). В 1 км от ССЗ (2,618 %) и периферической части (2,667 %) они практически находятся на одном уровне с фоновой зоной.

Во всех зонах расположения промпредприятия среди аномалий развития ПТр преобладают ПЗн с простыми типами нарушений (рисунок). На территории объекта в 2020 г. по сравнению со средними данными за период 2018–2020 гг. увеличилось число проросших ПЗн с одной трубкой с 2-мя разветвлениями, наибольшее их количество зафиксировано в периферической части (3,532 %), что значительно выше, чем в фоновой зоне (0,124 %). В СЗЗ (2,630 %) и 0,5 км (1,930 %) данный показатель также превышал показатели фоновой зоны.

В 2020 г. количество проросших ПЗн с двумя неразветвленными трубками увеличилось по сравнению со средними данными за период 2018–2020 гг. лишь на границе и фоновой зоне, причем, в ССЗ (3,567 %) оно значительно превысило фон (2,630 %).

В фоновой зоне в 2020 г. не были выявлены сложные нарушения развития ПТр. Однако в связи с очень высоким уровнем изменчивости признаков, различия между показателями по количеству проросших ПЗн статистически недостоверны ($t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$).

Корреляционный анализ связи среднепопуляционного количества проросших ПЗн сосны лесной с расстоянием до объекта загрязнения и влияния на воздух (таблица 1) подтверждает ранее сделанные выводы



а) Проросшее ПЗн с одной ПТр с двумя разветвлениями



б) Проросшее ПЗ с двумя ПТр

Рис. 1. Простые типы аномалий развития ПТр

по средним данным за период 2018–2020 гг. Отмечается положительная тенденция ($t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$) связи жизнеспособности пыльцы ($r=+0,412$) и количества ПЗн с одной неразветвленной трубкой ($r=+0,491$) с расстоянием до промобъекта и отрицательная — у общего числа аномальных ПЗн ($r= -0,303$) и проросших ПЗн с двумя ПТр ($r = -0,444$), а также количества проросших ПЗн с двумя неразветвленными ($r = -0,437$) и разветвленными ($r = -0,204$) трубками. Данные показатели можно использовать в качестве индикаторов состояния мужской генеративной сферы сосны в системе ЭМ в условиях длительного промышленного загрязнения ОС.

В 2020 г. наблюдаются значительные отклонения в направленности и тесноте связи у многих показателей по сравнению со средними данными за период 2018–2020 гг. Отмечается положительная тенденция ($t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$) связи с меньшей теснотой у жизнеспособности пыльцы ($r = +0,206$) и количества ПЗн с одной неразветвленной трубкой ($r = +0,343$) с расстоянием до объекта загрязнения и отрицательная с меньшей теснотой — у общего числа аномальных ПЗн ($r = -0,250$).

Таким образом, в исследованных популяциях сосны лесной на территории природозащитного объекта с уве-

личением расстояния до ЗАО Мальцовский портландцемент наблюдаются следующие тенденции: возрастают жизнеспособность (общее количество проросших ПЗн) и число нормально проросших ПЗн с одной неразветвленной трубкой; уменьшается число проросших ПЗн с различными аномалиями развития ПТр (с одной разветвленной и двумя ПТр). Можно считать, что важное воздействие на состояние мужской генеративной сферы модельного объекта в исследуемом районе оказывают антропогенные и техногенные факторы.

Пыльца модельного объекта способна реагировать на повышение интенсивности воздействия стрессовых антропогенных и техногенных факторов снижением жизнеспособности и увеличением выхода аномалий в развитии ПТр. Полученные результаты свидетельствуют об относительной стабильности мужской репродукции сосны в районе объекта в 2018–2020 гг. Пыльцу сосны лесной как массовый и весьма чувствительный тест-объект весьма целесообразно использовать в системе биологического мониторинга в районе техногенных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Василевская Н.В., Петрова Н.В. Морфологическая изменчивость пыльцы *Pinus sylvestris* L. в условиях промышленного города (на примере Мончегорска) // Учёные записки Петрозаводского гос. университета. 2014. № 4. — С. 7–12.
2. Зуева Г.В., Махнева С.Г. Фертильность пыльцы сосны обыкновенной // Леса Урала и хозяйство в них. — Екатеринбург. УИЛТИ, 1993. Вып. 16. — С. 225–237.
3. Калашник Н.А. Аномалии пыльцы у сосны обыкновенной в различных экологических условиях // Бюл. Бот. Сада Саратовского гос.ун-та. 2012. № 10. — С. 46–52.
4. Мамаев С.А. Морфологическая изменчивость пыльцы *Pinus sylvestris*, произрастающей на Урале / Ботанический журнал. 1965. № 50 (5). — С. 680–685.
5. Мельникова Т.А. Аномальная пыльца рода *Pinus* как индикатор палеоклиматических флуктуаций в голоцене // Вестник ДВО РАН. 2004. № 3. — С. 178–182.
6. Третьякова И.Н., Носкова Н.Е. Пыльца сосны обыкновенной в условиях экологического стресса // Экология. 2004. № 1. — С. 26–33.
7. Benca J.P., Duijnsteer I.A.P., Looij C.V. UV-B-induced forest sterility: Implications of ozone shield failure in Earth's largest extinction // Science Advances. 2018. V. 4. P. 1–10.
8. Mollaeva M.Z., Tembotova F.A. The Pollen Quality and Anomalies of the Scots Pine in the Central Caucasus // Biology Bulletin. 2022. Vol. 49. № 3. Pp. 169–174.

© Москаленко Игорь Владимирович (moskalenkigor@yandex.ru); Нозрачева Елена Владимировна (nozdz-ev@mail.ru); Авраменко Марина Васильевна (avramenko_marina84@mail.ru); Гайворонская Анжелика Алексеевна (gaivoronskaja.anzhelika@yandex.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДУЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

CURRENT ISSUES IN THE DEVELOPMENT OF NEURAL NETWORK MODULES FOR PREDICTING THE ACHIEVEMENT OF STUDENTS IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS

A. Belyakova
O. Romashkova
T. Ermakova
S. Chiskidov

Summary. The article is devoted to the study of the development of neural network modules that could be used in higher education institutions.

Keywords: educational organization, performance forecasting, data analysis, neural networks.

Белякова Анна Вячеславовна

Аспирант, ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет»
itwhitelight@mail.ru

Ромашкова Оксана Николаевна

Доктор технических наук, профессор, профессор, ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ» г. Москва
ox-rom@yandex.ru

Ермакова Татьяна Николаевна

Кандидат технических наук, доцент, ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет»
ermaktat@bk.ru

Чискидов Сергей Васильевич

Кандидат технических наук, доцент, профессор ФГБОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России» г. Химки (Московская обл.)
chis69@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию вопросов разработки нейросетевых модулей, которые могут использоваться в высших учебных заведениях.

Ключевые слова: образовательная организация, прогнозирование успеваемости, анализ данных, нейросети.

Введение

Задача прогнозирования успеваемости обучающихся сама по себе является широко востребованной на данный момент в учебном процессе как обучающимися, так и преподавателями, поскольку нейросетевой модуль может выявить незаметные пробелы в знаниях по определённым дисциплинам до того, как обучающийся неудовлетворительно сдаст экзамены или государственную итоговую аттестацию.

Однако при разработке и внедрении современных нейросетевых технологий прогнозирования успеваемости обучающихся высших учебных заведений может возникнуть ряд вопросов, на которые постарается дать краткий ответ данная статья. Для решения поставленных задач в интересах как руководства высших учебных заведений, так и разработчиков, внедряющих подобные технологии, следует проанализировать нюансы этапов разработки.

1. Универсальность нейросетевого модуля

Есть необходимость предварительно определиться с терминологией. Что же такое нейросетевые модули? По сути, это программное обеспечение, которое можно интегрировать в существующую информационную систему, чтобы в дальнейшем система могла решать дополнительные функциональные задачи, связанные с прогнозированием результатов. И уже на этапе интеграции возникает вопрос универсальности и гибкости подобного модуля. Иными словами, если в одной образовательной организации установлена система «Moodle» или система «1С.Университет», или даже в организации «1С.Университет» и «Moodle» связаны между собой, то, для интеграции нейросетевого модуля прогнозирования в него должен быть встроены интерфейс API (англ. Application Programming Interface — программный интерфейс приложения) для взаимодействия с указанными сервисами. Для этого можно использовать тот же самый язык программирования, который наиболее распространён при создании ней-

Таблица 1.

Результаты сравнительного анализа сервисов для вузов

Характеристика Система	Наличие web-версии	Ценовая политика	Конфиденциальность данных	Наличие собственного API	Создание отчётов
1С:Электронное обучение. Корпоративный университет	Нет	Тарифные планы	Возможность тонкой настройки прав доступа различных групп пользователей	Нет	Да
Moodle	Да	Тарифные планы, пробный период	Шифрование, настройка ролей	Да	Да
Canvas	Нет	Бесплатно	Шифрование, аудит безопасности	Да	Да
Teachbase	Да	Тарифные планы, пробный период	Шифрование, аудит безопасности	Да	Да
Google Класс	Да	Бесплатно	Шифрование	Да	Нет
Контур.Класс	Да	Тарифные планы, пробный период	Шифрование, аудит безопасности	Нет	Нет

росетей — Python (либо, при желании, Express — для Node.js). И если для создания нейросети в современных условиях достаточно разместить за символическую плату задачу на сайте kaggle.com, то для создания API можно воспользоваться фреймворком «Flask», который способен отправлять и принимать запросы для получения данных об успеваемости обучающихся. Таким образом возможно объединить нейросетевой модуль с основной системой, то есть с такими программами, как «Moodle», «1С.Университет» или др. Наиболее распространённые программы и сервисы (таблица 1) имеют локализацию на русском языке.

2. Составляющие современного нейросетевого модуля

Как уже было сказано, нейросетевой модуль должен включать в себя интерфейс API для взаимодействия с основной системой, но помимо этого, составляющие части программного обеспечения должны быть построены по определённым алгоритмам для анализа успеваемости обучающихся и загрузки дополнительных данных. Программное обеспечение должно иметь определённую архитектуру и отвечать стандартам защиты персональных данных [1].

Разработка программного обеспечения содержит определённые этапы. Самым первым этапом обычно является разработка функциональных и нефункциональных требований.

Функциональные требования могут быть сформулированы подобным образом:

- определение формата возвращаемых данных, и того, какие данные, помимо успеваемости, можно вывести для дальнейшего анализа. В основном данные возвращаются в формате «JSON», но если в данном учебном заведении используется какая-то специфическая система, то необходимо будет изучить документацию по конкретному сервису.

Кроме успеваемости, возможно получить данные об активности в сервисе или о преподавателях; — собственно прогнозирование результатов успеваемости обучающихся на основе выгруженных данных.

Нефункциональные требования здесь менее актуальны, но стандартно можно отметить следующие:

- защита персональных данных — обезличенная успеваемость. Поэтому для получения согласия на обработку персональных данных необходимо придерживаться высоких стандартов информационной безопасности;
- возможность обработки больших объемов данных при достаточно большой скорости, чтобы каждый пользователь мог оперативно получить свой прогноз;
- обеспечение работы в операционной системе «Windows» и в одной из unix-подобных систем.

Следующим этапом после определения требований относительно источника является решение вопроса о наличии БД (базы данных) и определение объема обрабатываемых данных, обеспечивающих корректную работу нейросетевого модуля прогнозирования. Необходимо также разработка наилучшей архитектуры БД и форматов выходных данных.

Выгруженных из основной системы данных может хватить, однако при необходимости нейросетевой модуль прогнозирования успеваемости обучающихся может обладать собственной БД. Это может потребоваться при, к примеру, уже упомянутой связке «1С.Университет» и «Moodle». Наилучшим вариантом будет загрузка необходимых данных для анализа в преобразованном виде в БД. В качестве БД может использоваться стандартный вариант, — подойдет как «PostgreSQL» или «MySQL», так и «SQLite». Менее предпочтительна документно-ориентированная база, подобная «MongoDB». Поскольку

последняя известна, но не работает в России, можно использовать, к примеру, «Apache Cassandra», а для обеспечения нефункционального требования в области быстрой работы БД для ускорения можно дополнительно использовать «Redis» как кэширующую базу, которая функционирует в ОЗУ, — сама же она базируется в операционной памяти нереляционной БД, чьи данные хранятся в более традиционных для программирования структурах данных, объектах, построенных по типу ключ-значение.

Необходимость создания БД, скорее всего, возникнет, поскольку в основном данные поступают в систему в формате JSON, и в таком формате их тоже можно использовать для анализа нейросетью, но многие БД функционируют гораздо эффективнее, и работа с данными будет проще. Если всё же выбрана реляционная БД, что предпочтительнее, то на следующем этапе необходимо обеспечить хранение данных об успеваемости в удобной для обработки нейросетью форме. При наличии дополнительных данных, которые удалось выгрузить из сервиса, необходимо сохранять и их, как потенциальные косвенные факторы, влияющие на успеваемость [2]. Чтобы нейросетевой модуль прогнозирования давал рабочие прогнозы, база данных должна быть не только хорошо спроектирована, но и готова к обработке больших объемов данных, как, собственно, и сама нейросеть.

Помимо выделения достаточного объема серверов в зависимости от того, насколько большой объем данных об успеваемости выбран для прогнозирования (ри-

сунк 1), необходимо установить соответствующую БД на серверы.

Для создания самой нейросети необходимо разработать её модель, то есть выбрать наиболее подходящие для прогнозирования успеваемости алгоритмы и архитектуру (рисунок 2). Помимо этого, необходимо произвести обработку и предобработку данных об успеваемости, какого бы вида и объема они ни были, что является в целом стандартной задачей по удалению ошибок, приведению типов к одному стандарту, удалению дубликатов и так далее [3].

Поскольку никаких особенностей решения данной задачи нет, то более подробное описание не имеет смысла, если, как и рекомендуется, был выбран язык Python, — достаточно даже библиотеки типа «Pandas» для подобной обработки, без дополнительного использования нейросетей. Единственное, что действительно стоит отметить: данный этап обязателен, если в существующей системе было достаточно ошибок и пропусков в данных, то прогноз нейросети может оказаться неверным.

После получения и обработки данных, выбора подходящей модели обучения нейросети необходимо для обеспечения её производительности и корректной работы проверить её работу при использовании всё того же языка Python в библиотеке «TensorFlow». Можно реализовать LSTM рекуррентную нейронную сеть и произвести настройку слоёв, выбрать функцию активации,

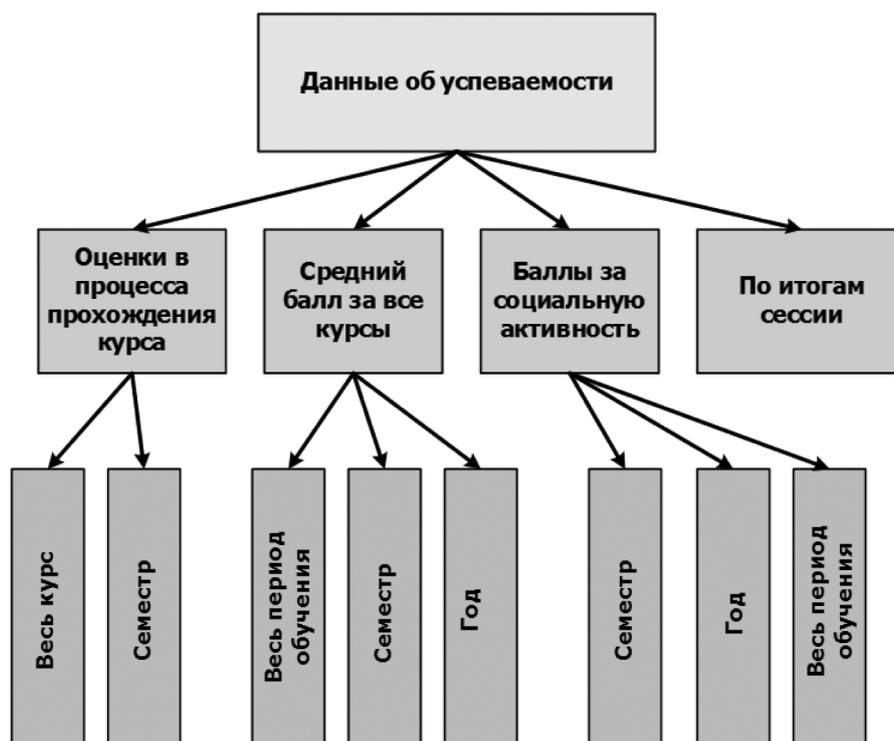


Рис. 1. Типы и объемы данных об успеваемости обучающихся

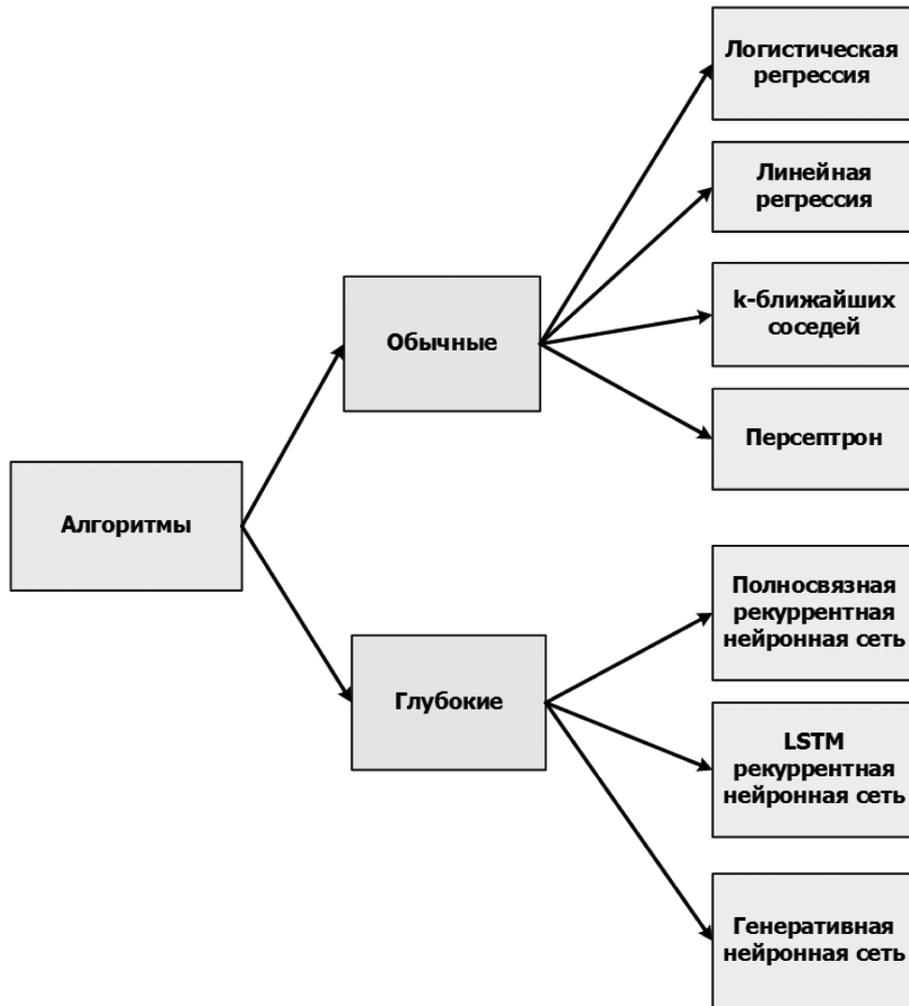


Рис. 2. Алгоритмы функционирования нейросетевого модуля

количество шагов, признаков, размер выходного слоя и произвести прочие настройки, для наиболее эффективной работы нейросети в нейросетевом модуле. Внутри самой LSTM также существуют функции активации на разных этапах работы, где гиперболический тангенс сжимает значения, а сигмоида преобразует их в вероятности, однако они не требуют настройки.

Если построить модель процессов работы модуль прогнозирования результатов успеваемости в общем виде для пользователя модуля (рисунок 3), то получится, что процесс включает в себя этапы запроса пользователем выгрузки из основной системы, автоматического запроса JSON через API. После чего данные сохраняются в БД нейросетевого модуля, и далее обрабатываются нейросетью для получения прогноза. По полученному прогнозу возможно сохранить отчёт [4].

Однако перед внедрением разработанный модуль обязательно протестировать, в том числе — на различных наборах данных, если тестирование пройдено успешно, то можно внедрить нейросетевой модуль в работу высшего учебного заведения.

Самым последним этапом является сбор отчетов об ошибках для мониторинга работы модуля, на основании которых возможно в дальнейшем проводить оптимизацию и добавлять усовершенствования в новых версиях.

С учётом возможной окупаемости разработки и внедрения данного нейросетевого модуля были описаны возможные реализации и нюансы, возникающие при его создании: поскольку по окупаемости может возникнуть вопрос методики ее расчета, — предлагаются следующие формулы окупаемости, где доход ожидается, как следствие повышения инвестиций образовательной организации за счёт успехов обучающихся и внедрения инновационных подходов в образовании:

- P или период, за который окупятся вложения

$$P = \frac{\text{Затраты}}{\text{Доходы}}$$

- NVP или дисконтированный доход

$$NVP = \sum_{t=0}^T \frac{\text{Доходы}_t}{(1+r)^t} - \text{Инвестиции},$$

где T — время, а r — ставка дисконта [5].

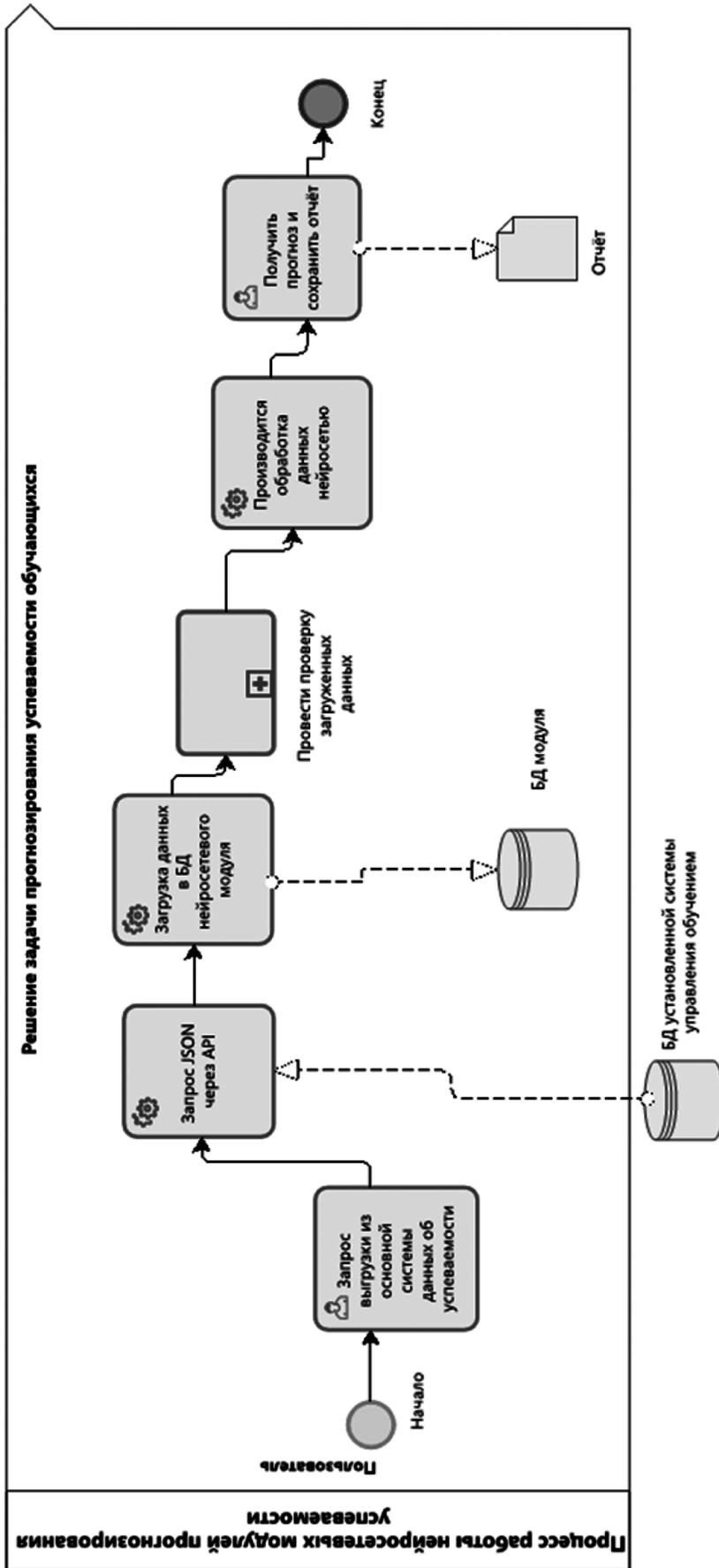


Рис. 3. Процесс работы нейросетевых модулей прогнозирования успеваемости

Заключение

Таким образом, в рамках исследования актуальных вопросов разработки нейросетевых модулей прогнозирования успеваемости были затронуты основные

вопросы, которые могут возникнуть в процессе разработки и внедрения, на основании опыта внедрения подобного программного обеспечения [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Пономарева Л.А., Ромашкова О.Н., Белякова А.Н., Заболотникова В.С. Автоматизация процесса многокритериального ранжирования студентов с помощью электронного портфолио // Вестник Донского государственного технического университета. 2019. Т. 19. № 4. С. 382–388.
2. Белякова А.В., Пономарева Л.А., Чискидов С.В. Прототип информационной системы оценки качества учебного процесса в образовательной организации // В книге: Новые информационные технологии в научных исследованиях. Материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. — 2019. — С. 45–46.
3. Ponomareva L.A., Chiskidov S.V., Romashkova O.N. Instrumental implementation of the educational process model to improve the rating of the universities // В сборнике: CEUR Workshop Proceedings. 9. Сер. «Selected Papers of the Proceedings of the 9th International Conference Information and Telecommunication Technologies and Mathematical Modeling of High-Tech Systems, ITMM 2019» 2019. С. 92–101.
4. Ponomareva L.A., Romashkova O.N. Training of specialists in on-board communication systems // В сборнике: 2020 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. 2020. С. 9078594.
5. Белякова А.В., Пономарева Л.А., Ромашкова О.Н. Математическая модель оценки качества образовательного процесса // В книге: Новые информационные технологии в научных исследованиях. Материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. — 2019. — С. 43–44.
6. Белякова А.В., Пономарева Л.А., Чискидов С.В., Василюк И.П. Программа для автоматизированного управления рейтинговыми показателями вузов // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019611874, 05.02.2019. Заявка № 2018664941 от 24.12.2018.

© Белякова Анна Вячеславовна (itwhitelight@mail.ru); Ромашкова Оксана Николаевна (ox-rom@yandex.ru);
Ермакова Татьяна Николаевна (ermaktat@bk.ru); Чискидов Сергей Васильевич (chis69@mail.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО ПО ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛИЙ ВЕБ-СЕРВЕРА НА ОСНОВЕ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

DEVELOPMENT OF ADAPTIVE SOFTWARE FOR EFFECTIVE DETECTION OF WEB SERVER ANOMALIES BASED ON ERGONOMIC ANALYSIS

**B. Goryachkin
M. Torzhkov**

Summary. Problem statement. In manual monitoring systems, the human factor plays a significant role in the stage of problem detection and decision-making, increasing the risks of overlooking critical changes in the system due to human errors or lack of attention.

Goal. It is necessary to develop an alert system for monitoring the web server, optimally adapted to identify the most common problems.

Result. The authors conducted an analysis, set limit values for alerts and experimentally substantiated their effectiveness. Particular attention is paid to assessing the effectiveness of the system in comparison with human monitoring. In addition, a recommended order for alerts has been established, which allows you to most effectively identify problems in accordance with established principles.

Practical significance. These results can be used to optimize monitoring systems and timely respond to problems in the operation of the web server.

Keywords: monitoring, alert, metrics, ergonomics, CPU, RAM, optimization.

Горячкин Борис Сергеевич

кандидат технических наук, доцент;
Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана
bsgor@mail.ru

Торжков Максим Сергеевич

Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана
makstorzhkov@yandex.ru

Аннотация. Постановка проблемы. В ручных системах мониторинга высокую роль играет человеческий фактор на этапе обнаружения проблем и принятия решения, что повышает риски пропуска критических изменений в системе из-за человеческих ошибок или невнимательности.

Цель. Необходимо разработать систему оповещений для мониторинга веб-сервера, оптимально адаптированной для выявления самых распространенных проблем.

Результаты. Авторы провели анализ, установили граничные значения для алертов и экспериментально обосновали их эффективность. Особое внимание уделено оценке эффективности системы по сравнению с человеческим мониторингом. Помимо этого, установлен рекомендованный порядок прихода алертов, который позволяет наиболее эффективно выявлять проблемы в соответствии с установленными принципами.

Практическая значимость. Эти результаты могут быть использованы для оптимизации систем мониторинга и своевременного реагирования на проблемы в работе веб-сервера.

Ключевые слова: мониторинг, алерт, метрики, эргономика, CPU, оперативная память, оптимизация.

Введение

Современные системы мониторинга веб-серверов состоят из различных компонентов, обеспечивающих комплексный анализ и контроль за работой веб-сервера, приложений, и связанных с ними ресурсов, таких как инструменты отслеживания ошибок, логирование, визуализация и отчетность.

Но в таких системах высокую роль играет человеческий фактор на этапе обнаружения проблем и принятия решения. Это повышает риски пропуска критических изменений в системе из-за человеческих ошибок или невнимательности.

Одним из возможных решений являются интеграции с системами оповещения. Системы оповещения используются во многих продвинутых системах мониторинга веб-серверов. Ее задача — предупреждать администра-

торов или ответственных лиц о возможных проблемах, аномалиях или событиях, требующих внимания, исключая нужду в ручном анализе метрик и графиков внутри системы мониторинга. В рамках данной статья описана разработка ПО для системы оповещений на основе эргономического анализа. Анализ будет заключаться в оценке того, насколько эффективнее данное ПО будет работать в отличие от человека.

Обоснование актуальности проблемы

Система оповещения может использоваться для мониторинга различных параметров, таких как загрузка ЦП, использование памяти, доступность сети, логические ошибки, а также для отслеживания событий безопасности. В целом, она является неотъемлемой частью ИТ-инфраструктуры, способствуя более эффективной и стабильной работе системы.

Но все эти параметры требует определенного понимания того, какими они должны быть для оптимальной работы системы. Далее мы проанализируем каждый параметр и определим его допустимые значения.

А. Загрузка CPU

ЦП выполняет всю обработку, вычисления и логику. Для надежной и эффективной работы серверу требуется один или несколько быстрых и мощных процессоров, способных обрабатывать и выполнять несколько задач одновременно. Потребление ЦП в высоконагруженных серверах может достигать 75 % в пике [2]. При этом загрузка процессора должна составлять максимум 80 процентов. В противном случае сервер начинает работать медленнее, поскольку ставит в очередь большинство задач, поэтому ответ на запросы занимает больше времени.

Загрузка ЦП, которая постоянно превышает 80 %, должна быть исследована и исправлена. Производительность сервера часто снижается, когда загрузка ЦП достигает ~80–90 %, и становится более выраженной, когда загрузка приближается к 100 %. Загрузка ЦП при обслуживании одного запроса незначительна, но при масштабировании, возникающем во время максимального трафика, пиковая нагрузка может привести к перегрузке сервера [3].

Б. Потребление оперативной памяти

Оперативная память (RAM) обеспечивает временное хранилище данных, обрабатываемых ЦП, и обеспечивает лучшую и быструю производительность чтения/записи, чем жесткий диск. Достаточный объем памяти снижает необходимость частого доступа сервера к медленной памяти жесткого диска.

Бывают случаи, когда пользователи сообщают о странном поведении системы всякий раз, когда использование памяти достигает 100 %. Другими словами, всякий раз, когда объем физической памяти исчерпывается запущенными процессами, хост начинает демонстрировать очень высокий уровень использования % *su*, что влияет на производительность реальных выполняемых задач, а также на интерактивное реагирование [4]. Учитывая, что сервер, отвечающий на веб-запросы, с большей вероятностью будет потреблять ОЗУ [5], чем другие ресурсы, желательно обеспечить соответствующую емкость ОЗУ для оптимальной производительности сервера в перегруженных ситуациях.

Необходимо оставлять около 10 процентов памяти, чтобы не исчерпать весь объем во время обычных операций. При отсутствии свободного пространства в оперативной памяти система может начать использовать

механизм подкачки, что может привести к потере данных в случае аварийного завершения работы системы [6].

В. Потребление пространства на диске

Общий объем дискового пространства должен представлять собой сумму всех различных данных, которые вы храните на диске. Лучше всего следить за тем, чтобы использование диска никогда не превышало 85 % доступного пространства. Это означает, что на жестком диске всегда должно оставаться минимум 15 процентов свободного места [8], к примеру, для создания резервных копий баз данных и конфигураций сервера.

Самые распространенные проблемы, с которыми можно столкнуться при переполнении диска [7]:

- Обновления не могут быть применены на сервере.
- Веб-сайты не обслуживаются/не загружаются.
- Не происходит резервное копирование данных и конфигураций сервера.
- Базы данных могут быть повреждены и потребовать восстановления из резервной копии.

Г. Время ответа сервиса на запросы

Данный алерт предупреждает о том, что время, необходимое для того, чтобы веб-сервер обработал запрос и вернул ответ, превысило заданный лимит. Это важная метрика для отслеживания производительности и качества обслуживания вашего веб-сервера. Когда такой алерт срабатывает, это может указывать на проблемы, которые могут привести к замедлению или недоступности веб-сервиса для конечных пользователей.

Рекомендации по времени отклика для веб-приложений такие же, как и для всех других приложений. Эти рекомендации остаются неизменными уже 46 лет, поэтому они вряд ли изменятся в зависимости от того, какая технология внедрения будет следующей [9]:

1 секунда: предельное значение для пользователей, чтобы ощущать, что они могут свободно перемещаться по странице, не дожидаясь сервера. Задержка в 0,2–1,0 секунды означает, что пользователи замечают задержку и, таким образом, чувствуют, что сервер «работает» над запросом, а не что команда является прямым следствием действий пользователей. Пример: если сортировку таблицы по выбранному столбцу невозможно выполнить за 0,1 секунды, ее обязательно нужно сделать за 1 секунду, иначе пользователи почувствуют, что пользовательский интерфейс работает вяло и потеряет ощущение «потока» при выполнении. их задача. При задержках более 1 секунды следует указать пользователю, что компьютер работает над проблемой, например, изменив форму курсора.

10 секунд: ограничение, позволяющее пользователям удерживать внимание на задаче. Для всего, что медленнее 10 секунд, необходим индикатор процента выполнения, а также четко обозначенный способ, позволяющий пользователю прервать операцию. Предположим, что пользователям потребуется переориентироваться, когда они вернутся к пользовательскому интерфейсу после задержки более 10 секунд. Задержки длительностью более 10 секунд допустимы только во время естественных перерывов в работе пользователя, например при переключении задач.

В тоже время, используя доступные исследования, Бейли [10] рекомендовал, чтобы компьютер отвечал на запросы пользователей в течение 2 секунд. Мартин и Корл [11] утверждали, что для большинства задач по вводу данных время ответа быстрее 1 секунды не дает преимуществ, и обнаружили линейное снижение производительности при более медленном времени ответа (от 1 до 5 секунд). В задачах решения проблем, которые больше похожи на задачи веб-взаимодействия, они не обнаружили достоверного влияния на производительность вплоть до 5-секундной задержки.

В следствие чего можно утверждать, что время ответа до 5 секунд будет удовлетворительным для пользователя, а время ответа более 10 секунд может сильно влиять на пользовательский опыт взаимодействия с веб-сервисом.

Д. Процент ошибок сервиса

Это важная метрика для мониторинга стабильности и доступности вашего веб-сервиса и качества обработки запросов.

Хотя уровень ошибок HTTP-сервера не имеет четкой корреляции со скоростью приложения, он является важнейшим показателем производительности. Он показывает общее количество внутренних сбоев сервера (также известных как номера HTTP 5xx), которые были переданы потребителям. Если исключение или другая ошибка не обрабатывается должным образом, неисправные приложения будут отправлять эти ошибки [12]. Настройка оповещения о возникновении подобных ошибок — разумный подход.

Процент ошибок сервиса и его доступность тесно связаны, и высокий процент ошибок обычно негативно влияет на доступность сервиса. Если сервис часто генерирует ошибки, это может привести к недоступности сервиса для конечных пользователей. Высокий процент ошибок может сопровождаться сбоями в работе приложения, что в конечном итоге может привести к отказу в обслуживании (Downtime) [13].

Доступность (Availability) и процент ошибок (Error Rate) взаимосвязаны по следующей формуле:

$$Availability = 100\% - ErrorRate \quad (1)$$

где:

Availability — процент времени, в течение которого сервис доступен и работает без ошибок. Обычно измеряется в процентах. Если сервис всегда доступен и не выдает ошибок, его доступность равна 100 %.

Error Rate — это процент времени, в течение которого сервис возвращает ошибку. Опять же, измеряется в процентах. Если сервис всегда возвращает ошибку, его процент ошибок равен 100 %.

Предположим, мы стремимся к значению доступности сервера = 99 %. Тогда значение неудачных запросов должно равняться <1 %.

Е. Объем трафика

Алерт предупреждает о том, что объем входящего трафика значительно увеличился. Это может быть важным сигналом, поскольку резкое увеличение трафика может привести к различным проблемам, таким как перегрузка сервера, замедление производительности или даже отказ в обслуживании. К тому же при переполнении полосы пропускания пользователи не смогут получить доступ к вашей веб-странице, что может сильно повлиять на их лояльность и пользовательский опыт [14].

Трафик, с которым работает веб-сервер, может принимать различные значения. Все зависит от того, с какими задачами сталкивается ваш сервис. К примеру, если ваш сервис занимается хранением картинок, то соответственно данные, которые он получает по сети от одного пользователя, должны равняться размеру картинки (от 4 Кб до 10 Мб). Но если ваш веб-сервис работает только со статичными страницами, следовательно объем трафика не должен превышать размера страницы (от 500 Байт до 25 Кб). Помимо этого, также нужно учитывать количество серверов, которое занимается приемом входящих соединений. Это в разы может изменить объемы входящих данных, так как зачастую нагрузка распределяется равномерно между всеми серверами в топологии [15].

Предположим, у нас средний размером страницы 25 Кб и ожидаемой посещаемостью 100 человек в минуту. Если каждый из посетителей посещает в среднем 2 страниц в минуту, нам потребуется минимум $100 \times 25 \text{ Кб} \times 2 = 5 \text{ Мб}$ полосы пропускания на 1 сервер.

Проектирование

Для проведения исследования мы спроектировали систему с интегрированным модулем оповещений. Ее обобщенная архитектура представлена на рис. 1.

Система оповещений представляет из себя встраиваемый в систему мониторинга код, который отслеживает состояние заданных метрик или построенных на этих метриках логических выражений, и, согласно поставленным правилам, отправляет сообщения пользователю в заданном формате в мессенджер. Такие сообщения называются алертами. Для этой задачи будем использовать веб-сервис «Форум запросов и ответов». В нем реализована система мониторинга с возможностью отправки оповещений в канал в Telegram.

При разработке системы мы полагались на следующие принципы:

1. Так как мы гарантируем обнаружение проблемы, то при ее возникновении хотя бы один алерт должен прийти;
2. Так как наша система является эффективной, мы гарантируем, что алерт должен прийти до выхода из строя сервера и при этом время между возникновением проблемы и приходом алерта должно быть минимальным.
3. Количество алертов должно быть минимальным, но при этом их набор должен в полной мере покрывать выбранные проблемы.

В рамках проектирования системы оповещения нам нужно выполнить несколько задач:

- обозначение набора основных проблем, на обнаружение которых будет настроена наша система оповещений;
- определение набора критических метрик, на основе которых будет происходить отслеживание

состояние системы. На основе эксперимента из практической части этот набор может измениться на основании принципа 3, описанного выше.

- построение алертов, для которых необходимо задать пороговые значения для конкретных метрик.

А. Проблемы веб-сервисов

В рамках данной работы мы рассмотрели пять основных проблем, с которыми может столкнуться любой веб-сервис [1]:

- Медленное время отклика
- Поломка в DNS-запросах
- Взаимные блокировки базы данных
- Плохой код (утечки памяти)
- Неожиданно высокий трафик

Б. Метрики веб-сервисов

В данной работе будут рассмотрены следующие метрики:

1. Среднее время ответа на запрос
2. Количество HTTP запросов
3. Общее время использования процессора
4. Количество используемой оперативной памяти
5. Количество используемого дискового пространства
6. Количество полученных/переданных данных по сети

Исследование

Определение порядка прихода алертов в системе мониторинга веб-сервера зависит от приоритетов и критичности событий. Обычно, более критичные события должны вызывать оповещения раньше, чтобы операторы системы могли быстро реагировать на проблемы.

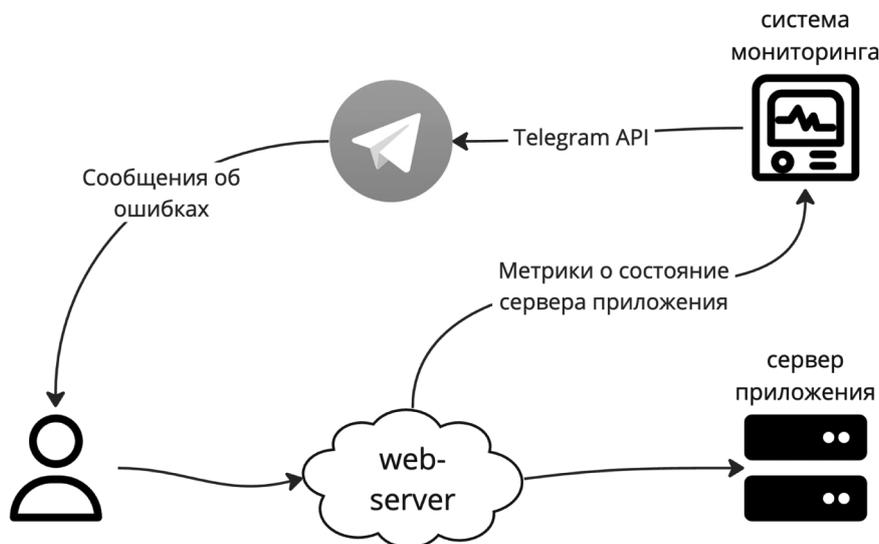


Рис. 1. Графическое представление системы оповещений

Каждый эксперимент будет происходить в два этапа.
 — Этап 1. Доведение системы до нерабочего состояния и оценка времени вывода из строя системы. Данный этап необходим для приоритизации проблем по уровням критичности, а также для оценки максимального времени реакции Δ_{max} для каждой проблемы, которое допустимо для нашей системы.
 — Этап 2. Определение критичных алертов на основе времени их прихода.

Первоначально для настройки порядка прихода алертов необходимо определить, какие алерты помогут нам отследить конкретные проблемы.

В данных экспериментах мы будем отслеживать время появления инцидентов (время запуска скриптов, отключения сервера) и время поступления сообщения в чат.

Помимо подбора порядка прихода алертов мы сможем протестировать корректность выбора граничных значений для алертов.

Результаты всех экспериментов представлен в табл. 1 и 2.

Анализ результатов

На основе этапа 1 распределим вышеперечисленные проблемы по трем уровням критичности.

- Поломка в DNS-запросах.

В рамках данной проблемы система продолжила функционировать. Но при этом доступ к веб-сервису был ограничен из-за некорректной работы DSN. Это значит, что система не выполняла своих прямых обязанностей — обслуживание клиентов. При этом система начала выходить из строя быстрее всего ($\Delta_{max} = 70 \text{ мин} = 4200 \text{ с}$). Поэтому данной проблеме присвоен первый уровень критичности.

- Плохой код и неожиданно высокий трафик.

В рамках данных проблем системы выходила из строя примерно в одно время и это время достаточно велико, что значит, есть шанс его ручного обнаружения до отключения.

- Медленное время отклика и взаимные блокировки базы данных.

В рамках данных проблем отключения системы не происходило. Но данные проблемы все равно имели непосредственное негативное влияние на ключевые метрики, что соответственно видно из графиков.

Из таблиц видно, что в рамках поставленных проблем два алерта не сработали ни разу — «Критично мало

Таблица 1.

Итоговая таблица прихода алертов в зависимости от проблемы

Проблема \ Алерт	Начало инцидента	Отключение системы	Критично высокая загрузка CPU	Высокое потребление памяти
Поломка в DNS-запросах	00:46:50	01:57:13	—	—
Неожиданно высокий трафик	02:31:30	03:51:32	02:39:34	02:33:22
Плохой код (утечки памяти)	02:17:17	03:44:23	—	02:21:32
Медленное время отклика	23:44:25	—	—	—
Взаимные блокировки базы данных	01:28:35	—	—	—

Таблица 2.

Итоговая таблица прихода алертов в зависимости от проблемы

Проблема \ Алерт	Критично мало свободного места на диске	Время ответа сервиса превышает установленный порог	Процент ошибок сервиса на хэн-длере больше критичного значения	Получаем большой объем трафика
Поломка в DNS-запросах	—	—	00:47:52	—
Неожиданно высокий трафик	—	02:34:10	—	—
Плохой код (утечки памяти)	—	—	02:29:11	—
Медленное время отклика	—	23:45:33	—	—
Взаимные блокировки базы данных	—	—	01:40:27	—

свободного места на диске» и «Получаем большой объем трафика». Это ожидаемое поведение, так как никакая из этих проблем не связана с хранением или получением большого объема данных, поэтому и диск в данных инцидентах не участвует.

Так как для каждой проблемы есть несколько алертов, которые позволяют их идентифицировать, то нам необходимо вычислить значения среднего времени об-

наружения (MTTD) для определения, какой алерт раньше всех позволяет обнаружить проблему.

Формула для расчета данной метрики (2):

$$MTTD = \sum(t_{\text{обнаружено}} - t_{\text{произошло}}) / N_{\text{инцидентов}} \quad (2)$$

где $t_{\text{обнаружено}}$ — время обнаружения инцидента, $t_{\text{произошло}}$ — время происхождения инцидента и $N_{\text{инцидентов}}$ — количество инцидентов.

Низкий MTTD позволяет команде поддержки быстрее принимать меры по восстановлению системы, минимизируя потенциальные негативные последствия для пользователей и бизнес-процессов.

Помимо этого, согласно принципу 2, так как наша система является эффективной, мы гарантируем, что алерт должен прийти до выхода из строя сервера и при этом время между возникновением проблемы и приходом алерта должно быть минимальным, мы должны определить Δ_{alert} которое вычисляется по формуле (3):

$$\Delta_{\text{alert}} = \min(MTTD_{\text{issue}}) \quad (3)$$

где $\min(MTTD_{\text{issue}})$ — минимальное значение MTTD для конкретной проблемы (в строке).

Вычисленные значения MTTD представлены в табл. 3. Таблица 3.

Значения MTTD

Проблема \ Алерт	Δ_{max}	Критично высокая загрузка CPU	Высокое потребление памяти	Время ответа сервиса превышает установленный порог	Процент ошибок сервиса на хэндлере больше критического значения
Поломка в DNS-запросах	4200				62
Неожиданно высокий трафик	4800	484	112	160	
Плохой код (утечки памяти)	5220		255		714
Медленное время отклика	Г			68	
Взаимные блокировки базы данных	Г			552	712

Из таблицы сразу можно сделать вывод, что наша система — эффективнее человека, так как для каждой проблемы $\Delta_{\text{alert}} < \Delta_{\text{max}}$, что удовлетворяет принципу 2. Так же наша система удовлетворяет первому и третьему принципу: хотя бы один алерт должен прийти для каждой проблемы и данный набор алертов является минимальным и полностью покрывает все проблемы.

Далее определим приоритетность алертов. Как видно из таблицы, для самой приоритетной проблемы — «Поломка в DNS-запросах» — пришел только один алерт «Процент ошибок сервиса на хэндлере больше критического значения». Следовательно, данный алерт будет самым приоритетным.

Из таблицы видно, что для обнаружения проблемы «Неожиданно высокий трафик» (2 уровень критичности) лучше всего подходит алерт «Высокое потребление памяти», так как он приходит раньше всех (минимальное значение MTTD в строке). К тому же это единственный алерт, который приходит при проблеме утечек памяти (2 уровень критичности). Следовательно, он имеет вторую приоритетность. Следующим должен прийти алерт «Критично высокая загрузка CPU», так как он тоже свидетельствует о проблеме 2 уровень критичности. Последним алертом по приоритетности будет «Время ответа сервиса превышает установленный порог», так как он свидетельствует о проблемах 3 уровня критичности. К тому же может говорить о многих проблемах, что затрудняет поиск проблемы разработчиком.

Аналитическим путем получили граничные значения для алертов, а также экспериментально их обосновали, которые представлены в табл. 4.

Таблица 4.

Граничные значения параметров

Использования процессора, %	80
Использования оперативной памяти, %	90
Использования диска, %	85
Среднего времени ответа сервиса, с	5 (для предупреждающего) 10 (для критического)
Значение получаемого трафика, Мб	5 (для предупреждающего) 15 (для критического)
Неудачные запросы, %	1

Заключение

Таким образом, была спроектирована система оповещений для системы мониторинга веб-сервера, которая максимально эффективно подходит для отслеживания таких проблем, как медленное время отклика, поломка в DNS-запросах, взаимные блокировки базы данных, плохой код с утечками памяти и неожиданно высокий трафик.

Также был установлен рекомендованный порядок прихода алертов, который позволил наиболее эффективно отслеживать проблемы в соответствии с установленными принципами, а, именно:

1. процент ошибок сервиса на хэндлере больше критического значения;
2. высокое потребление памяти;
3. критично высокая загрузка CPU;
4. время ответа сервиса превышает установленный порог.

ЛИТЕРАТУРА

1. What are the most common web application issues that you might face day-to-day in your application? [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.atatus.com/ask/what-are-the-most-common-web-application-issues>, Дата обращения: 04.12.2023
2. Casalicchio, E. A study on performance measures for auto-scaling CPU-intensive containerized applications. *Cluster Comput* 22, 995–1006 (2019)
3. Fix an overloaded server [Электронный ресурс]. — URL: <https://web.dev/articles/overloaded-server?hl=ru>, Дата обращения: 04.12.2023
4. Igor Ljubuncic, Chapter 10 — Fine-tuning the system performance, *Problem-Solving in High Performance Computing*, Morgan Kaufmann, 2015, Pages 259–275, ISBN 9780128010198
5. Salmanian, Zolfaghar & Izadkhal, Habib & Isazadeh, Ayaz. (2017). Optimizing web server RAM performance using birth–death process queuing system: scalable memory issue. *Journal of Supercomputing*. 73. 1–18. 10.1007/s11227-017-2081-z.
6. How Much RAM For Web Server [Электронный ресурс]. — URL: <https://robots.net/tech/how-much-ram-for-web-server/>, Дата обращения: 04.12.2023
7. How Much Free Disk Space Should I Have On My Server? [Электронный ресурс]. — URL: <https://conetix.com.au/support/how-much-free-disk-space-should-i-have-on-my-server/> Дата обращения: 04.12.2023
8. How to Determine the Correct Size and Type of a Web Server [Электронный ресурс]. — URL: <https://hostadvice.com/how-to/web-hosting/how-to-determine-the-correct-size-and-type-of-a-web-server/> Дата обращения: 04.12.2023
9. Jakob Nielsen, «Usability Engineering (Interactive Technologies)» — NY: Morgan Kaufmann, 1993, ISBN 978-0125184069
10. Bailey, R.W. (1982), *Human Performance Engineering* (1st Edition), Prentice-Hall: Englewood Cliffs, NJ.
11. Martin, G.L. and Corl, K.G. (1986), System response time effects on user productivity, *Behaviour and Information Technology*, 5(1), 3–13.
12. The Clean Architecture [Электронный ресурс]. — URL: <https://blog.cleancoder.com/uncle-bob/2012/08/13/the-clean-architecture.html>, Дата обращения 14.03.2022
13. Availability in the Cross-Channel User Experience [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.nngroup.com/articles/available-cross-channel/>, Дата обращения: 04.12.2023
14. Jader, Omid & Zeebaree, Subhi & Zebari, Rizgar. (2019). A State Of Art Survey For Web Server Performance Measurement And Load Balancing Mechanisms. *International Journal of Scientific & Technology Research*. 8. 535–543
15. Fung Po Tso, Simon Jouet, Dimitrios P. Pezaros, Network and server resource management strategies for data centre infrastructures: A survey, *Computer Networks*, Volume 106, 2016, Pages 209–225, ISSN 1389–1286

© Горячкин Борис Сергеевич (bsgor@mail.ru); Торжков Максим Сергеевич (makstorzhkov@yandex.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПОИСК ДЕСТРУКТИВНОГО КОНТЕНТА В ТЕКСТЕ

SEARCHING FOR DESTRUCTIVE CONTENT IN TEXT

A. Dzhurov

Summary. This article discusses the use of the sklearn library and the WordNet database for text classification. The principle of operation of stemming is shown and an example of its implementation in python is shown. Pipeline steps for building a model and processing data are described. Various approaches to text preprocessing were considered, including tokenization, stopword removal, and lemmatization. The use of the WordNet database made it possible to carry out semantic analysis of the text and improve the quality of text classification. Experimental results showed that combining sklearn methods and the WordNet database is an effective approach for text classification. A demonstration of the operation of the developed module with conclusions of the results is shown, and a general diagram of the operation of the module is shown with a description of its operation.

Keywords: sklearn, WordNet, Stemmer, text classification, Python, Pipeline.

Джуров Александр Андреевич
Аспирант, Донской государственный
технический университет
sashaz1696@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается использование библиотеки sklearn и базы данных WordNet для классификации текста. Показан принцип работы стемминга, а также пример реализации его в python. Расписаны шаги Pipeline для построения модели и обработки данных. Были рассмотрены различные подходы к предобработке текста, включая токенизацию, удаление стоп-слов и лемматизацию. Использование базы данных WordNet позволило провести семантический анализ текста и улучшить качество классификации текста. Результаты экспериментов показали, что комбинирование методов sklearn и базы данных WordNet являются эффективным подходом к классификации текста. Показана демонстрация работы разработанного модуля с выводами результатов и общая схема работы модуля с описанием его работы.

Ключевые слова: sklearn, WordNet, Stemmer, классификация текста, Python, Pipeline.

Актуальность

Актуальность выявления и блокировки деструктивного контента обусловлена необходимостью защиты общества от негативных последствий, которые могут возникнуть в результате распространения такого контента. Деструктивный контент может включать в себя информацию, которая призывает к насилию, пропагандирует экстремизм и терроризм, распространяет ненависть и дискриминацию, а также вводит людей в заблуждение.

Выявление и блокировка деструктивного контента являются важными мерами по защите общества от негативных последствий. Это позволяет предотвратить возможные преступления и конфликты, сохранить стабильность и безопасность в обществе. Кроме того, это способствует развитию информационной грамотности и критического мышления у граждан страны, что помогает им различать полезную информацию от вредной. Поэтому разработка модуля для выявления деструктивного контента в тексте является актуальной.

Целью является разработка модуля, для выявления деструктивного контента в тексте.

Аналоги

Sentiment Analysis API

Sentiment Analysis API — это автоматизированный процесс понимания чувств, лежащих в основе мнений, письменных или устных. Другими словами, вы можете определить, является ли мнение негативным, нейтральным или положительным.

Достоинства:

- использование API для поиска настроений;
- возможность определять настроение текста.

Недостатки:

- платная работа с API;
- классификация настроения только на английском языке;
- классификация только настроение в тексте, не позволяет определить деструктивный контент.

Антивирус

Антивирус — это программа, которая борется с вирусами. Сейчас, антивирусы также помогают ограничивать детей от опасных сайтов, на которых может использоваться деструктивный контент.

Достоинства:

- классифицированы сайты;
- большая база классифицированных сайтов;
- возможность блокировки доступа к сайту;
- ограничения по времени использования интернета.

Недостатки:

- в большинстве случаев платный функционал;
- не всегда актуальная база сайтов.

Окулус

Окулус — система автоматического поиска запрещенного контента «Окулус».

Достоинства:

- распознавание изображений и символов, противоправных сцен и действий, анализирует текст в фото- и видеоматериалах;
- автоматически обнаруживает такие правонарушения, как экстремистская тематика, призывы к массовым незаконным мероприятиям, суициду, пронаркотический контент, пропаганда ЛГБТ.

Недостатки:

- система занимается лишь классификацией сайтов;
- можно легко обойти заблокированные сайты с помощью VPN.

Общие алгоритмы и модули, которые использовались

Рассмотрим разработанный модуль для обнаружения деструктивного контента в тексте на языке программирования python.

Как происходит классификация.

Для начала выполняем стемминг с помощью библиотеки Stemmer.

Stemmer — это алгоритм или программа, которая выполняет стемминг, то есть находит основу слова (стеб) и удаляет окончание (оформление) [6]. Например, стеб слова «книга» — «кни», а оформление — «а». Таким образом, Stemmer может помочь в поиске всех форм одного слова в тексте.

Принцип работы Stemmer на Python заключается в использовании словаря, который содержит все возможные слова и их основы.

1. Сначала необходимо загрузить словарь Stemmer. Для этого можно использовать модуль stemmer.
2. Затем нужно создать экземпляр класса Stemmer, который будет использоваться для стемминга слов.

3. Далее, чтобы применить стемминг к слову, нужно вызвать метод stem() экземпляра Stemmer, передав в него слово в качестве аргумента.
4. Метод stem() применяет стемминг к слову, возвращая его основу.
5. Наконец, можно сохранить результат в переменную или использовать его для дальнейшей обработки текста.

Пример использования Stemmer на Python:

```
from stemmer import Stemmer
# Загрузка словаря Stemmer
stemmer = Stemmer('russian')
# Пример использования Stemmer
word = «книга»
stemmed_word = stemmer.stem(word)
print(stemmed_word) # Вывод: «кни»
```

Для разработки модуля использовалась библиотека Scikit-Learn

SKLearn (Scikit-Learn) — это библиотека машинного обучения для языка программирования Python [5]. Она предоставляет набор инструментов для обработки данных, построения моделей машинного обучения и оценки их качества.

С помощью SKLearn можно решать различные задачи машинного обучения, такие как классификация, регрессия, кластеризация, анализ текстов и изображений, и многое другое. Библиотека также предоставляет множество алгоритмов для работы с данными, включая методы предобработки, методы выбора признаков и метрики для оценки моделей.

SKLearn является одной из самых популярных библиотек машинного обучения и используется во многих проектах и исследованиях. Она имеет простой и интуитивно понятный интерфейс, что делает ее доступной для начинающих пользователей машинного обучения.

А модель для обучения использовалась Pipeline.

Pipeline — это концепция в области машинного обучения, которая представляет собой последовательность шагов обработки данных и построения модели [1]. В общем смысле, pipeline представляет собой конвейер или цепочку, в которой каждый шаг выполняет определенную операцию над данными.

В контексте машинного обучения, pipeline обычно используется для решения задач классификации, регрессии или кластеризации. Он может включать в себя следующие этапы:

1. Загрузка и предобработка данных: В этом шаге данные загружаются из источника и проходят

- предварительную обработку, такую как очистка, нормализация, преобразование признаков и т.д.
2. Разделение данных: Данные разделяются на обучающую и тестовую выборки. Это позволяет оценить качество модели на независимых данных.
 3. Построение модели: На этом этапе выбирается и настраивается модель машинного обучения. Это может быть линейная регрессия, дерево решений, нейронная сеть и т.д.
 4. Оценка модели: После построения модели, ее необходимо оценить на тестовой выборке. Это позволяет определить точность и качество модели.
 5. Туннелирование модели: Если модель показывает неудовлетворительные результаты, можно провести дополнительные шаги для улучшения ее производительности, такие как настройка гиперпараметров, подбор признаков и т.д.
 6. Развертывание модели: После успешного обучения и оценки модели, она может быть использована для предсказания на новых данных.

Pipeline предоставляет удобный способ организовать и автоматизировать процесс машинного обучения. Он позволяет упростить и ускорить разработку моделей, а также обеспечить их повторяемость и надежность.

Также в разработанной модели используется лексическая база данных WordNet.

WordNet — это лексическая база данных, которая содержит семантические и лингвистические связи между словами [4]. Она разработана для английского языка и представляет собой набор синонимов, гипонимов, гиперонимов и антонимов для каждого слова.

WordNet организован в виде сети синсетов (synsets), которые представляют собой группы семантически связанных слов. Каждый синсет имеет набор свойств и связей с другими синсетами.

WordNet позволяет проводить семантический поиск и анализ текста, а также предоставляет информацию о значениях и отношениях между словами. Он широко используется в области обработки естественного языка, машинного обучения и других приложениях, связанных с текстом.

WordNet доступен через библиотеку nltk (Natural Language Toolkit) для языка программирования Python, что позволяет использовать его в различных задачах обработки текста, таких как определение синонимов, поиск схожих слов и оценка тональности текста.

Текст также перед обработкой проходит процессы: *токенизации, удаления стоп-слов и лемматизацию.*

Токенизация в Python — это процесс разделения текста на отдельные токены или слова [3]. Это важная операция в обработке естественного языка и используется для подготовки текстовых данных для дальнейшего анализа или обработки.

В Python существует несколько библиотек, которые предоставляют функции для токенизации текста. Одна из самых популярных библиотек для токенизации в Python — это NLTK (Natural Language Toolkit). NLTK предоставляет различные методы токенизации, такие как разделение текста на слова или на более мелкие единицы, например, символы или подслова.

Токенизация является первым шагом в обработке текста и может быть полезна для различных задач, таких как анализ тональности, классификация текста, машинный перевод и другие.

Удаление стоп-слов в Python относится к процессу удаления общих слов, которые не несут смысловой нагрузки в тексте, таких как артикли, предлоги и местоимения. Это важная операция в предобработке текста перед его анализом или обработкой [2].

Для удаления стоп-слов в Python можно использовать библиотеку NLTK (Natural Language Toolkit). NLTK предоставляет список стоп-слов для различных языков, включая русский.

Удаление стоп-слов может помочь упростить текст и удалить шумовые слова, что может улучшить качество анализа или обработки текста.

Лемматизация в Python — это процесс приведения слов к их базовой форме (лемме) [7]. Это важная операция в предобработке текста, которая помогает упростить текст и сократить его размерность.

В Python существует несколько библиотек, которые предоставляют функции для лемматизации текста. Одна из популярных библиотек для лемматизации в Python — это rymorphy2. Rymorphy2 использует словарь русского языка и позволяет получить лемму для каждого слова.

Лемматизация помогает унифицировать слова в тексте и упростить его анализ или обработку. Это особенно полезно в задачах классификации текста или поиска информации.

Работа модуля

На рисунке 1 показана общая схема работы модуля

0 — текст не является деструктивным

1 — Текст является деструктивным

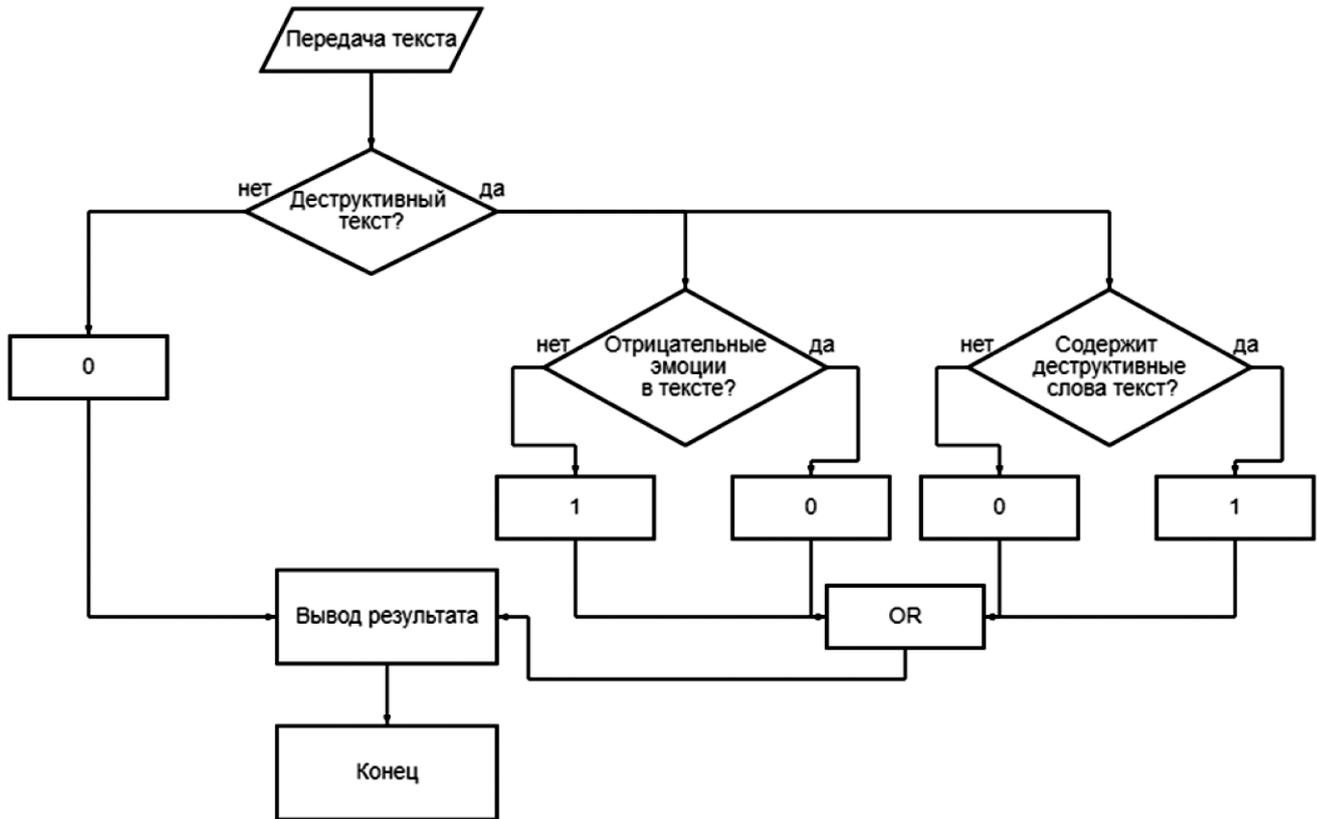


Рис. 1. Общая схема работы модуля

Принцип работы:

1. Передается текст для его анализа
2. Производится токенизация, удаление стоп-слов и лемматизация.
3. С помощью обученной нейронной сети sklearn и pipeline определяем является ли текст деструктивным? Если текст не является деструктивным, тогда программа выдает ответ, что текст не деструктивный (0), если же текст деструктивный, то требуется дополнительный анализ.
4. Проверка текста на эмоции: если эмоции отрицательные, тогда все хорошо и возвращаем 0 (говорить о плохом плохо, это хорошо), если же эмоции положительные, тогда возвращаем 1.
5. Проверка текста на деструктивные слова в тексте: если есть деструктивные слова, то возвращаем 1, если нет, то возвращаем 0.
6. Вывод результата при дополнительном анализе текста происходит по формуле 1.

$$\text{Деструктивный текст} = \text{Эмоциональная оценка} \text{ OR } \text{Наличие деструктивных слов} \quad (1)$$

К примеру, есть предложение, в котором говорится о негативном воздействии курения на организм человека. Так как тема идет о курении, то проверка деструктивного контента может показать, что текст деструктивный и отправит его на дополнительный анализ. Так как эмо-

ционально текст отрицательный (говорит о негативном воздействии курения) и нет деструктивных слов в тексте, то текст считается не деструктивным.

Тестирование модуля

Возьмем для примера одно из предложений о вреде курения и после его переделаем немного для того, чтобы показать работу модуля.

Первое предложение: «Ежегодно табак приводит почти к 7 миллионам случаев смерти»

Второе предложение: «Ежегодно табак приводит бл*ть почти к 7 миллионам случаев смерти»

Результат работы модуля для первого предложения изображен на рисунке 2.

С точностью 97,14 % программа считает, что предложение не является деструктивным.

Результат работы модуля для второго предложения изображен на рисунке 3.

С точностью 97,16 % программа считает, что предложение является деструктивным. Наличие деструктивного слова изменило конечный результат работы модуля.

Test score: 97.14 %

Введите текст для анализа: Ежегодно табак приводит почти к 7 миллионам случаев смерти

Результат: Notoxic

Рис. 2. Результат работы модуля для первого предложения

Test score: 97.16 %

Введите текст для анализа: Ежегодно табак приводит блять почти к 7 миллионам случаев смерти

Результат: toxic

Рис. 3. Результат работы модуля для второго предложения

В целом из 100 предложений (и деструктивных и не деструктивных), программа в 97 случаях не давала ошибок, что дает ей точность 97 %.

Выводы

В данной статье были исследованы возможности использования библиотеки `sklearn` и базы данных `WordNet` для классификации текста. Также были рассмотрены различные подходы к предобработке текста, включая токенизацию, удаление стоп-слов и лемматизацию.

Использование базы данных `WordNet` позволило провести семантический анализ текста, что привело к улучшению качества классификации. Результаты экспериментов подтвердили, что комбинирование методов

`sklearn` и базы данных `WordNet` является эффективным подходом к классификации текста.

Однако, следует отметить, что использование `WordNet` может быть ограничено для некоторых языков и может потребовать дополнительной предобработки данных. Также, для достижения более высокой точности классификации, важно проводить дополнительные исследования и эксперименты с различными моделями и параметрами.

В целом, данная статья подтверждает потенциал комбинирования библиотеки `sklearn` и базы данных `WordNet` для классификации текста и предоставляет полезные рекомендации для дальнейших исследований в этой области

ЛИТЕРАТУРА

1. Алпатов А.Н., Попов К.С., Чесалин А.Н. Анализ точности моделей машинного обучения с использованием методов векторизации для задач классификации разнородных текстовых данных // *International Journal of Open Information Technologies*. 2022. №7.
2. Гальченко Ю.В., Нестеров С.А. Классификация текстов по тональности методами машинного обучения // *SAEC*. 2023. №3.
3. Герасименко Е.М., Стеценко В.В. Анализ тональности текстовых отзывов с применением тональных словарей и кардинальности нечеткого множества // *Известия ЮФУ. Технические науки*. 2022. №5 (229).
4. Гойло А.А., Садовский М.Е., Никифоров С.А. Интеграция лексических баз данных для решения проблемы синонимии в естественно-языковых интерфейсах // *SAI*. 2023. №Special Issue 3.
5. Королев И.Д., Акинфиев Д.В. Способ автоматизированного формирования обучающего набора данных для алгоритмов машинного обучения классификации электронных документов // *ИВД*. 2023. №10 (106).
6. Мотовских Л.В. Выделение ключевых слов для классификации текстов // *Вестник Московского государственного лингвистического университета. Гуманитарные науки*. 2020. №9 (838).
7. Чельшев Э.А., Оцоков Ш.А., Раскатова М.В., Щёголев П. Сравнение методов классификации русскоязычных новостных текстов с использованием алгоритмов машинного обучения // *ВК*. 2022. №1 (45).

© Джуров Александр Андреевич (sashaz1696@yandex.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

КАЛЕНДАРНЫЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕННОГО РЯДА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ¹

CALENDAR ANALYSIS OF THE TIME SERIES OF EARTHQUAKES

S. Dudin

Summary. The article discusses the issues of calculating the probability and possible forecast of earthquakes using eastern cycles (60 and 12-year calendar, monthly, mangle, new moon and 24-hour cycle according to universal (UTC) and local time). The comparison is made with 1,132 earthquakes over 122 years from 1901 to 2022 (44,250 days, presented as a time series). Different earthquake probabilities in different calendar cycles indicate the possibility of a potential forecast in calculated cycles. As an example, a calendar analysis of the eastern calendar (Tibetan version) of the catastrophic earthquake in Japan on March 11, 2022 was considered.

Keywords: earthquakes, forecast, eastern calendar, time cycles, data analysis.

Дудин Сергей Александрович

канд.тех.наук, старший научный сотрудник,
Федеральное государственное бюджетное учреждение
науки «Институт физического материаловедения»
СО РАН, Россия, г. Улан-Удэ.
dir@ipms.bscnet.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы расчета вероятности и возможного прогноза землетрясений с использованием восточных циклов (60 и 12-летнего календаря, месячных, мэнгэ, новолуний и 24-часового цикла по всемирному (UTC) и местному времени). Сравнение производится с 1132 землетрясениями за 122 года с 1901 по 2022 год (44250 дней, представленными в виде временного ряда). Разные вероятности землетрясений в различные календарные циклы указывают на возможность потенциального прогноза в рассчитанные циклы. В качестве примера рассмотрен календарный анализ по восточному календарю (тибетскому варианту) катастрофического землетрясения в Японии 11.03.2022 года.

Ключевые слова: землетрясения, прогноз, восточный календарь, временные циклы, анализ данных PACS 91.80.+d.

Введение

Землетрясения являются трудно прогнозируемым фактором воздействия состояния земной коры на природные процессы и хозяйственную деятельность человеческой цивилизации. Эта задача прогноза состояния природы была и остается важным компонентом жизни многих народов. Современные исследования указывают на некоторые возможности предварительного прогноза землетрясений. К таким показателям можно отнести информацию из литературного обзора.

Литературный обзор: информация о бимодальности распределения слабых землетрясений с глубиной очага землетрясений [6], анализ многомерных временных рядов микросейсмических колебаний [7]. Ряд других методов рассмотрен в работах [5], [9]. Также прогнозной значимостью является регистрация инфразвуковых колебаний земной коры и вулканической активности [10], [14].

У восточных народов, по результатам эмпирических наблюдений за изменениями природы, применялся календарь, известный как 60-летний календарь с 12-летними животными и другими циклами. В первую очередь для оценки и прогноза сельскохозяйственных результатов и погодных условий. Периодичность календаря позволяла предполагать многие опасные для челове-

ского общества состояния природы и различные многочисленные явления, начиная от глобальных событий до индивидуальных предсказаний [2], [4], [8]. В том числе для астрологических расчетов.

Кроме сельскохозяйственного назначения, календарь можно было применять для предупреждения о катастрофах. Одним из больших разрушительных катаклизмов являются землетрясения. Поэтому важно проверить наличие связи, а значит возможности прогноза, между восточным календарем и землетрясениями.

Материалы и методы

В данной работе проведено сравнение циклов восточного календаря с произошедшими за 122 года землетрясениями. Данные о землетрясениях получены из источников [1, 3, 11, 12] за 44250 дней наблюдений (122 года) с 01.03.1901 года по 23.03.2022 года. Из ежедневных данных о землетрясениях строился временной ряд. Учитывались сильные и катастрофические землетрясения. Зарегистрированное в указанный день землетрясение обозначалось цифрой с соответствующей землетрясению магнитудой, для сильных (магнитудой 5 и более) и катастрофических (магнитудой 7,5 и более) землетрясений. Что составило общий объем данных в 1132 землетрясений.

¹ Статья подготовлена по госбюджетной теме «Развитие фундаментальных основ распространения СНЧ-СДВ-ДВ-СВ и УКВ радиоволн в неоднородных импедансных каналах» (0270-2021-0004).

Кроме того, строилась интервалограмма землетрясений — график временной разности в днях между землетрясениями.

Восточный календарь представляет собой 60-летний цикл лет с вложенными в него несколькими циклами. Главные циклы следующие: 5 махабхут или стихий (железо, вода, дерево, огонь, земля), 12-летний животный, 9-летний мэнгэ (цветовые пятна), 2-летний мужской и женский, 12-месячный животный, учет лунных фаз [2, 4, 8] и 24-часовой цикл по всемирному времени UTC) и пересчет времени землетрясения по местному времени. Для анализа в качестве восточного календаря использовался удобный тибетский вариант [Базарон, 1987]. На рис. 1 приведен лунно-солнечный календарь 12-летнего животного цикла, на рис. 2 календарь новолуний 20 столетия [2, с. 220–221].

Землетрясения распределялись по восточным календарным циклам. Затем, вычислялось среднее значение (средняя вероятность землетрясения), и количество землетрясений в интервале времени (фактическая вероятность землетрясения в интервале времени). Также рассчитывались отклонения фактической вероятности от среднего значения.

Результаты

Интервалограмма проанализированного списка сильных и катастрофических землетрясений (магнитудой равных 5 или больше) приведена на рис. 3. По горизонтальной оси отложен номер землетрясения N, по вертикальной оси — интервал T дней с предыдущего землетрясения.

Из рис. 3 видно, что график состоит из 2-х различающихся частей. Первая часть с большими интервалами между землетрясениями приблизительно первые 400 значений (ориентировочно до 1970-х годов) и малые интервалы между землетрясениями от 400 до 1132 землетрясения (учащение землетрясений). Возможно, это связано с техногенным воздействием человеческой цивилизации на земную кору. Наиболее опасными являются катастрофические землетрясения (магнитудой 7,5 и больше) графики анализа которых показаны на рис. 4 и рис. 5, сортированные по восточной классификации (стихии и животный цикл).

Высокая изрезанность графиков (большая разность соседних значений) и существенные отклонения от среднего значения (20% для стихий и 8,3 % животного цикла) указывают на влияние календарного фактора

ВОСТОЧНЫЙ ЛУННО - СОЛНЕЧНЫЙ КАЛЕНДАРЬ 12-ГОДИЧНОГО ЖИВОТНОГО ЦИКЛА

ПОРЯДОК ЭЛЕМЕНТОВ*	МАТЕРИАЛЬНЫЕ СТИХИИ И ЭЛЕМЕНТЫ	ВОЗРАСТ ВОЗРАСТА	I		II		III		IV		V		I		II		III		IV		V	
			ЖЕЛЕЗО (ТҮМЭР)		ВОДА (УҢАН)		ДЕРЕВО (МОДОН)		ОГОНЬ (ГАЛ)		ЗЕМЛЯ (ШОРЫЙ)		ЖЕЛЕЗО (ТҮМЭР)		ВОДА (УҢАН)		ДЕРЕВО (МОДОН)		ОГОНЬ (ГАЛ)		ЗЕМЛЯ (ШОРЫЙ)	
			БЕЛЫЙ	ЧЕРНЫЙ	СИНИЙ	КРАСНЫЙ	ЖЕЛТЫЙ	БЕЛЫЙ	ЧЕРНЫЙ	СИНИЙ	КРАСНЫЙ	ЖЕЛТЫЙ	БЕЛЫЙ	ЧЕРНЫЙ	СИНИЙ	КРАСНЫЙ	ЖЕЛТЫЙ	БЕЛЫЙ	ЧЕРНЫЙ	СИНИЙ	КРАСНЫЙ	ЖЕЛТЫЙ
1. МЫШЬ (ХУЛГАНА)	24-2	1900 (1)	1912 (7)	1924 (4)	1936 (1)	1948 (7)	1960 (4)	1972 (1)	1984 (7)	1996 (4)	2008 (1)											
2. КОРОВА (УХЭЭ)	2-4	1901 (9)	1913 (6)	1925 (3)	1937 (9)	1949 (6)	1961 (3)	1973 (9)	1985 (6)	1997 (3)	2009 (9)											
3. ТИГР (БАР)	4-6	1950 (5)	1902 (8)	1914 (5)	1926 (2)	1938 (8)	2010 (8)	1962 (2)	1974 (8)	1986 (5)	1998 (2)											
4. ЗАЯЦ (ТЭЭЛЭЙ)	6-8	1951 (4)	1903 (7)	1915 (4)	1927 (1)	1939 (7)	2011 (7)	1963 (1)	1975 (7)	1987 (4)	1999 (1)											
5. ДРАКОН (ЛУУ)	8-10	1940 (6)	1952 (3)	1904 (6)	1916 (3)	1928 (9)	2000 (9)	2012 (6)	1964 (9)	1976 (6)	1988 (3)											
6. ЗМЕЯ (МОЗОЙ)	10-12	1941 (5)	1953 (2)	1905 (5)	1917 (2)	1929 (8)	2001 (8)	2013 (5)	1965 (8)	1977 (5)	1989 (2)											
7. ЛОШАДЬ (МОРИН)	12-14	1930 (7)	1942 (4)	1954 (1)	1906 (4)	1918 (1)	1990 (1)	2002 (7)	2014 (4)	1966 (7)	1978 (4)											
8. ОВЦА (ХОНИН)	14-16	1931 (6)	1943 (3)	1955 (9)	1907 (3)	1919 (9)	1991 (9)	2003 (6)	2015 (3)	1967 (9)	1979 (6)											
9. ОБЕЗЬЯНА (БЯЧИН)	16-18	1920 (7)	1932 (5)	1944 (2)	1956 (8)	1908 (2)	1980 (2)	1992 (9)	2004 (5)	2016 (2)	1968 (5)											
10. КУРИЦА (ТАХЯА)	18-20	1921 (7)	1933 (4)	1945 (1)	1957 (7)	1909 (1)	1981 (1)	1993 (7)	2005 (4)	2017 (1)	1969 (4)											
11. СОБАКА (НОХОЙ)	20-22	1910 (9)	1922 (6)	1934 (3)	1946 (9)	1958 (6)	1970 (3)	1982 (9)	1994 (6)	2006 (3)	2018 (9)											
12. СВИНЬЯ (ЗАХАЙ)	22-24	1911 (8)	1923 (5)	1935 (2)	1947 (8)	1959 (5)	1971 (2)	1983 (8)	1995 (5)	2007 (2)	2019 (8)											

Рис. 1. Восточный лунно-солнечный календарь 12-летнего животного цикла

КАЛЕНДАРЬ НОВОЛУНИЙ XX СТОЛЕТИЯ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ГОДЫ XX ВЕКА	1900	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
95	96	97	98	99	2000														
ДНИ НОВОЛУНИЯ																			
I	1,31	20	9	28	17	6	25	14	3	22	11	29	18	8	26	15	5	23	12
II	28	18	8	27	15	5	23	13	2	20	9	28	17	6	25	14	3	22	11
III	1,31	20	9	28	17	6	25	14	3	22	11	29	18	8	26	15	4	23	12
IV	1,29	19	8	26	15	5	23	12	2,31	20	9	27	17	6	25	14	3	22	11
V	29	18	7	26	15	4	23	12	1,30	19	9	28	16	5	24	13	3,31	21	10
VI	28	16	6	24	14	2	21	10	29	18	7	26	15	4	23	11	1,30	20	9
VII	27	16	5	24	13	2,31	21	9	28	18	7	26	14	3	22	11	1,30	19	8
VIII	25	14	4	23	11	1,29	19	8	27	16	5	24	12	2,31	20	9	28	18	6
IX	24	13	2	21	10	29	17	6	25	15	3	22	11	1,30	19	8	26	16	5
X	23	12	1,31	20	9	28	17	6	24	14	3	22	11	1,29	19	8	26	15	5
XI	22	11	1,30	19	8	27	16	5	23	13	2	21	9	28	17	6	25	14	3
XII	22	11	30	18	7	26	15	5	23	12	1,31	20	9	28	17	6	24	14	1,31

Рис. 2. Календарь новолуний 20 столетия

в восточной традиции на количество землетрясений. Особенно большие отклонения наблюдаются для данных от 1901 года до 1972 года катастрофических зем-

летрясений (магнитудой 7,5 и более) с невысоким в эти годы антропогенным влиянием.

Расчет вероятностей и отклонений от среднего значения для других циклов восточного календаря приведен в таблицах 1–3. В таблице 4 указана вероятность землетрясений для интервала между новолунием и катастрофическим землетрясением. Наибольшие значения вероятности наблюдаются в диапазоне ± 2 дня от новолуния и полнолуния (повышение до 15 %, или 8 % выше среднего значения).

Таблица 1.

Цикл мэнгэ

	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Вероятность	7,2	7,2	16,9	4,8	12	19,3	14,5	12	7,2
Разброс	-3,9	-3,9	5,3	-6,3	0,9	8,2	3,4	0,9	-3,9

Средняя вероятность составляет 11,1 %.

Таблица 2.

Цикл «мужской-женский»

	Мужской	Женский
Вероятность	54,7 %	45,2 %
Разброс	4,7 %	-4,8 %

Средняя вероятность составляет 50 %.

Расчет интервала для животного месяца по восточной традиции производится от новолуния. Причем начало 12-месячного цикла начинается по новолунию в интервале от 20 января до 20 февраля по современному стилю. Как видно из табл. 3 такая классификация влияет на вероятность землетрясений. В месяц Курица вероят-

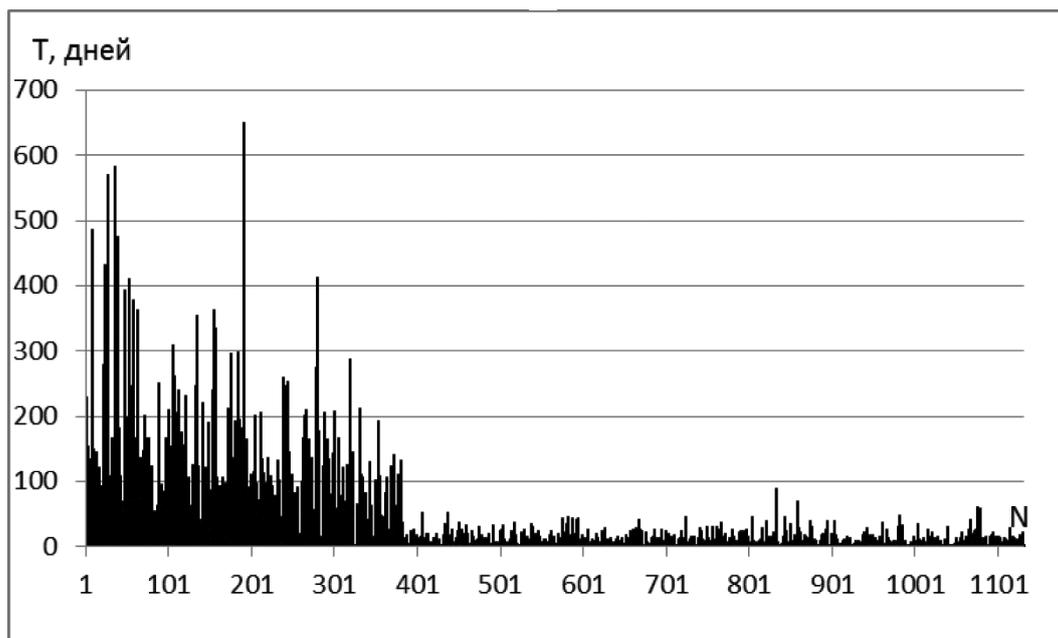


Рис. 3. Интервалограмма землетрясений

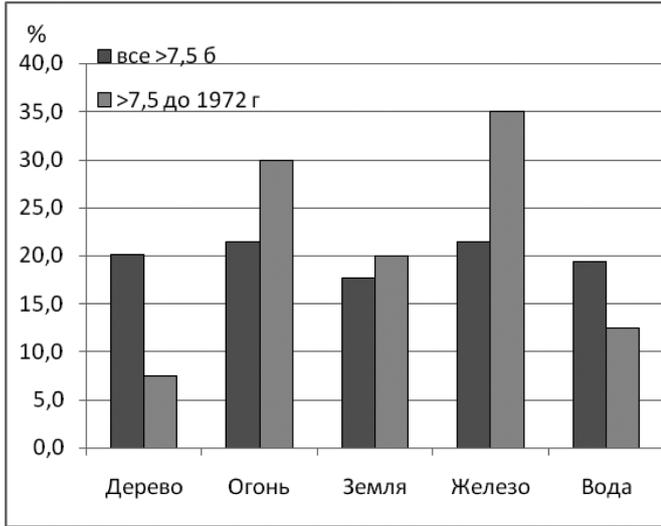


Рис. 4. График вероятности землетрясений для стихий (среднее 20 %)

ность катастрофического землетрясения минимальна. В современном календаре это приблизительно июль месяц.

Таблица 3.

Цикл животных месяца

	Тигр	Заяц	Дракон	Змея	Лошадь	Овца
Вероятность	5 %	15 %	7,5 %	7,5 %	5 %	5 %
Разброс	-3,3 %	6,7 %	-0,8 %	-0,8 %	-3,3 %	-3,3 %
	Обезьяна	Курица	Собака	Свинья	Мышь	Корова
Вероятность	15 %	0 %	15 %	10 %	5 %	15 %
Разброс	6,7 %	-8,3 %	6,7 %	1,7 %	-3,3 %	6,7 %

Средняя вероятность составляет 8,3 %.

На рис. 6 показан график числа землетрясений в зависимости от часового интервала в 24-часовом цикле, по всемирному времени (UTC) и местному времени ко-

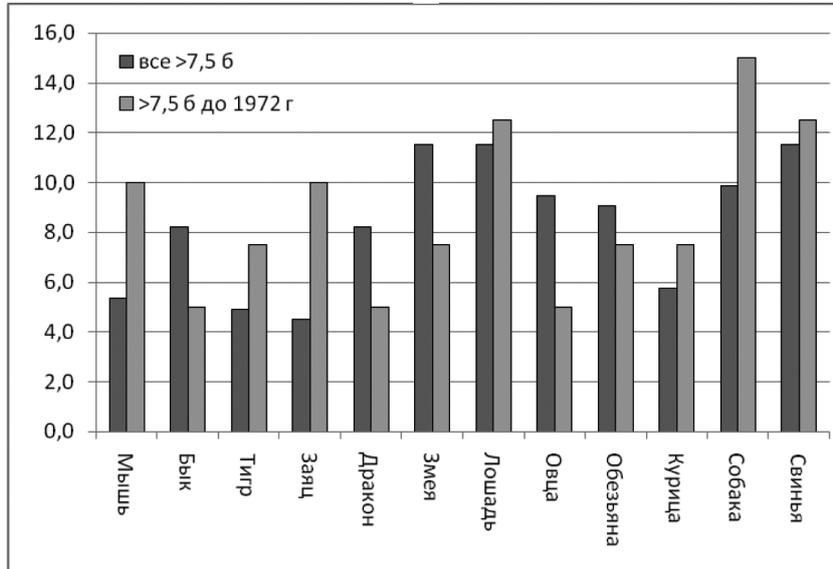


Рис. 5. График вероятности землетрясений по животному циклу (среднее 8,3 %)

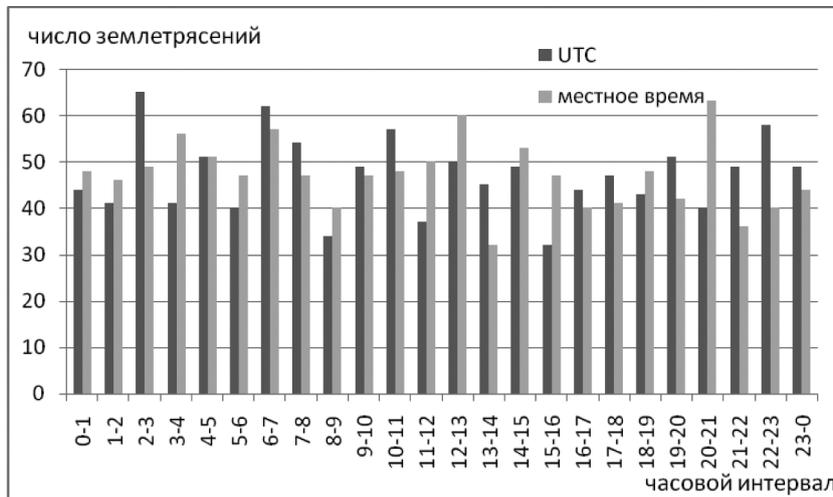


Рис. 6. Число землетрясений в зависимости от часового интервала по всемирному (UTC) и местному времени

ординат землетрясения по всем 1132 землетрясениям. Средняя вероятность 4,16 %.

Таблица 4.

Интервал между новолунием и землетрясением (дней)

Интервал	0	1	2	3	4	5	6
Вероятность	2,5 %	7,5 %	15 %	2,5 %	5 %	12,5 %	2,5 %
Разброс	-4,5 %	0,5 %	8 %	-4,5 %	-2 %	5,5 %	-4,5 %
Интервал	7	8	9	10	11	12	13
Вероятность	2,5 %	5 %	10 %	5 %	7,5 %	12,5 %	15 %
Разброс	-4,5 %	-2 %	3 %	-2 %	0,5 %	5,5 %	8 %

Средняя вероятность 7 %.

Обсуждение

Сортировка и анализ по параметрам тибетского (восточного) календаря показал, что в разные интервалы времени вероятность землетрясений разная. То есть, тибетский календарь отражает некоторые природные процессы, оказывающие влияние на землетрясения. Особенно заметно влияние календарных факторов по восточной традиции до 1970-х годов 20 столетия, и уменьшение вероятности прогноза в последующие годы. Происходит учащение землетрясений, не связанных с календарными циклами. Предположительно, это отражает антропогенное влияние человеческой цивилизации на геосферу планеты. Вероятностная связь землетрясений с календарными циклами, в свою очередь, может быть использовано для их прогноза.

Общий вид графиков, высокая изрезанность, указывает, что каждый из них является результатом взаимодействия нескольких процессов. А значит, дальнейшая более точная сортировка может увеличить точность прогноза.

Так как календарь описывает разные временные отрезки, по ним можно довольно точно определить время наибольшей вероятности землетрясений.

Наибольшая вероятность землетрясений происходит в годы стихий железа (35 %) и огня (30 %) (рис. 4).

Расчет одного из наиболее разрушительных и дорогостоящих землетрясений 11.03.2011 года в Японии в 235 млрд \$ [12], которое анализировалось различными современными методами [9], по восточной календарной системе показывает следующее (в скобках вероятность землетрясения): стихия Железа (35 %), год Зайца (10 %), 7 мэнгэ (16,9 %), женский год (45,2 %), начало года 3 февраля, т.е. 11 марта (день землетрясения) это месяц Зайца (15 %) и 8 лунный день (5 %). По UTC 3,5 % для 5–6 часового интервала (или 5,5 % для 6–7 часового интервала для Японии). По местному времени 4,1 %. Сумма вероятностей дает 130,9 % (131,5 % по местному времени).

Сумма средних значений (среднее для года Железа 20 % + 8,3 % года Зайца + 11,1 % цикла мэнгэ + 50 % женского цикла + 8,3 % месячного цикла + 7 % цикла новолуний + 4,1 часового цикла, дает 108,8 % вероятности землетрясения на данный интервал времени.

Отклонение (разброс) вероятности от средних значений и их сумма дает значение 21,6 % (15 % + 1,7 % + 5,3 % - 4,8 % + 6,7 % - 2 % - 0,6 %). Вместе со средним значением получается вероятность 108,8 % + 21,6 % = 130,4 %. То есть, по восточному календарю землетрясение было неизбежно, что и выразилось в серии последовательных толчков японского землетрясения 11.03. 2022 года.

Как было указано, графики демонстрируют, что эти процессы в свою очередь являются результатом взаимодействия еще нескольких процессов, то есть, их разделение и уточнение потенциально позволяет еще больше увеличить вероятность прогноза землетрясений.

Изменение числа землетрясений в разные часовые интервалы (2–3, 6–7 и др.) по UTC дает основание предполагать наличие глобального (ных) фактора (ов) воздействия на планету связанных с ее положением в пространстве (выделенных направлений) и не связанных с ее движением по орбите.

Изменение (числа) вероятности землетрясений по местному времени может быть результатом воздействия солнечной гравитации (8–9 и 20–21 час), так и антропогенного воздействия (уменьшение числа землетрясений в 13–14 часов), как уменьшение техногенного механического и электрического воздействия во время обеденных перерывов.

Заключение

1. Классификация землетрясений по параметрам тибетского календаря показала, что в разные интервалы, указанные в календаре, происходит разное количество землетрясений. Такая классификация позволяет описывать ритмы, мало используемые в современном анализе землетрясений.
2. Расчет вероятности землетрясений по параметрам тибетского (восточного) календаря позволяет производить оценку опасных интервалов времени и потенциально позволяет проводить прогноз возможных землетрясений.
3. Антропогенное воздействие приводит к учащению сильных и катастрофических землетрясений и ухудшает точность прогноза по восточной классификации. Можно предположить, что подобная классификация и прогноз возможен по отношению и к другим природным процессам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас землетрясений в СССР / Под ред. Д.А. Харина. М: Изд-во АН СССР, 1962. 336 с.
2. Базарон Э.Г. Очерки тибетской медицины. Бурятское книжное издательство: Улан-Удэ, 1987. 224 с.
3. Горшков Г.П., Ковригина В.И. Землетрясения. Большая советская энциклопедия/ Гл. ред. А.М. Прохоров. М: Изд-во «Советская энциклопедия», 1972. Т. 9. [Электронный ресурс] <http://bse.uaio.ru/BSE/0903.htm>, <https://gufo.me/dict/bse/Землетрясения>
4. Климишин И.А. Календарь и хронология. М: Наука, 1985. 320 с.
5. Комплексные исследования по прогнозу землетрясений / Отв. ред. М.А. Садовский. М.: Наука, 1991. 208 с.
6. Лукк А.А., Леонова В.Г. Распределение с глубиной очагов землетрясений как проявление характера деформирования континентальной коры // Геофизические процессы и биосфера. 2020. Т. 19, № 1. С. 30–50
7. Любушин А.А. Сейсмическая катастрофа в Японии 11 марта 2011 г.: долгосрочный прогноз по низкочастотным микросейсам // Геофизические процессы и биосфера. 2011а. Т. 10, № 1. С. 9–35.
8. Монгольский календарь. [Электронный ресурс] https://en.wikipedia.org/wiki/Mongolian_calendar
9. Сидорин А.Я. Выдающееся достижение Российской Академии Наук: успешный прогноз землетрясения в Японии 11 марта 2011 г. // Геофизические процессы и биосфера. 2011. Т. 10, № 1. С. 5–8.
10. Сорокин А.Г., Добрынина А.А. Сравнительный анализ сейсмических и инфразвуковых сигналов при импульсных событиях и землетрясениях // Серия «Науки о Земле». 2017. Т. 20, С. 106–116.
11. Списки землетрясений. [Электронный ресурс] https://en.wikipedia.org/wiki/Lists_of_earthquakes
12. Списки землетрясений. [Электронный ресурс] https://wiki5.ru/wiki/Lists_of_earthquakes
13. Список крупнейших землетрясений. [Электронный ресурс] https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_крупнейших_землетрясений
14. Stephen R. McNutt, David Fee. Seismic and Infrasonic Monitoring. // The Encyclopedia of Volcanoes (Second Edition). 2015, P. 1071-1099 [Электронный ресурс] <https://www.sciencedirect.com/book/9780123859389/the-encyclopedia-of-volcanoes#book-info>, <https://doi.org/10.1016/C2015-0-00175-7>

© Дудин Сергей Александрович (dir@ipms.bscnet.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ТОРГОВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РАБОТЫ НА ФИНАНСОВЫХ РЫНКАХ

DEVELOPMENT OF EFFECTIVE AUTOMATED TRADING SYSTEMS FOR WORKING IN FINANCIAL MARKETS

P. Klimin

Summary. This scientific article discusses the development of effective automated trading systems for working in financial markets. The main attention is paid to the research and analysis of automated trading systems, their effectiveness and advantages in comparison with traditional manual trading methods. Information is also provided on the concept and principles of automated trading systems, analysis and evaluation of their effectiveness, as well as the development and testing process. The results of the study may be useful for traders and investors seeking to improve the efficiency of their investments in financial markets.

Keywords: automated trading systems, PBX, traders, investors, investments, financial markets.

Климин Павел Юрьевич

Аспирант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
k2x2p@yandex.ru

Аннотация. В данной научной статье рассматривается разработка эффективных автоматизированных торговых систем для работы на финансовых рынках. Основное внимание уделено исследованию и анализу автоматизированных торговых систем, их эффективности и преимуществам в сравнении с традиционными ручными методами торговли. Также представлены сведения о понятии и принципах работы автоматизированных торговых систем, анализе и оценке их эффективности, а также процессе разработки и тестирования. Результаты исследования могут быть полезными для трейдеров и инвесторов, стремящихся повысить эффективность своих инвестиций на финансовых рынках.

Ключевые слова: автоматизированные торговые системы, АТС, трейдеры, инвесторы, инвестиции, финансовые рынки.

Введение

В последние годы на финансовых рынках наблюдается значительный переход к автоматизированным торговым системам. Разработка эффективных автоматизированных торговых систем становится все более необходимой, поскольку участники рынка стремятся использовать возможности технологий для совершенствования своих торговых стратегий и получения конкурентных преимуществ. С развитием вычислительной техники все большую популярность приобретает алгоритмическая торговля, позволяющая в режиме реального времени анализировать огромные объемы рыночных данных и принимать более быстрые и точные решения.

Актуальность разработки эффективных автоматизированных торговых систем заключается в их способности использовать неэффективность рынка, заключать сделки по оптимальным ценам и эффективно управлять рисками. Такие системы могут работать непрерывно, без ограничений, связанных с человеческой усталостью или эмоциями, что потенциально приводит к повышению прибыльности и снижению торговых издержек. Кроме того, автоматизированные торговые системы способны обеспечить ликвидность рынка, способствуя его общей стабильности. Однако, несмотря на растущий интерес к автоматизированным торговым системам, существует ряд проблем, требующих решения. Существенной про-

блемой остается разработка надежных торговых алгоритмов, способных адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям и противостоять экстремальным рыночным событиям.

Целью данного исследования является разработка эффективных автоматизированных торговых систем для финансовых рынков. На основе анализа исторических рыночных данных и применения современных вычислительных методов разрабатываются прибыльные торговые стратегии, которые можно было бы реализовать в режиме реального времени. Кроме того, было изучено влияние различных факторов, таких как волатильность и ликвидность рынка, на эффективность этих систем.

Результаты данного исследования внесут вклад в существующий массив знаний об автоматизированных торговых системах и предоставят ценные сведения для участников рынка, регуляторов и исследователей. В конечном итоге разработка эффективных автоматизированных торговых систем может повысить эффективность рынка, увеличить ликвидность и улучшить общее функционирование финансовых рынков.

Автоматизированные торговые системы

Автоматизированные торговые системы (АТС) стали неотъемлемой частью финансовых рынков, революци-

онизировав способы ведения торгов. Автоматизированную торговую систему можно определить как компьютерную программу, использующую заранее заданные правила и алгоритмы для автоматического заключения сделок на финансовых рынках. Они опираются на рыночные данные в режиме реального времени, исторические ценовые модели и математические модели, позволяющие выявлять потенциальные торговые возможности и соответствующим образом исполнять сделки.

Одной из ключевых характеристик автоматизированной торговой системы является ее способность работать систематически и дисциплинированно. Такие системы строго придерживаются заданных правил и параметров, исключая возможность принятия дискреционных решений. АТС можно разделить на два основных типа: системы, основанные на правилах, и алгоритмические системы. Системы, основанные на правилах, работают на основе набора predetermined правил, которые, как правило, формируются на основе индикаторов технического анализа или фундаментальных данных. Такие системы генерируют торговые сигналы на основе определенных условий, таких как пересечение скользящих средних или прорыв важных ценовых уровней, и соответствующим образом исполняют сделки.

Алгоритмические торговые системы опираются на сложные математические модели и алгоритмы для определения торговых возможностей. Эти системы часто используют методы машинного обучения для адаптации и улучшения торговых стратегий с течением времени. Алгоритмические системы анализируют огромные объемы исторических данных и данных реального времени для выявления закономерностей и корреляций, которые могут быть использованы для прибыльной торговли.

Помимо этих типов, автоматизированные торговые системы можно классифицировать и по частоте торговли. Системы высокочастотной торговли предназначены для совершения большого количества сделок в течение долей секунды, используя при этом небольшие расхождения цен. С другой стороны, среднечастотные и низкочастотные торговые системы направлены на улавливание долгосрочных тенденций и использования неэффективности рынка.

В целом автоматизированные торговые системы обладают многочисленными преимуществами по сравнению с традиционной ручной торговлей. Понимание концепции и особенностей автоматизированных торговых систем имеет решающее значение для разработки эффективных и прибыльных торговых стратегий на современных быстро меняющихся и конкурентных финансовых рынках.

Эффективность торговых систем

Под эффективностью АТС понимается их способность приносить прибыль при минимизации рисков и потерь. Она включает в себя как математическое ожидание, так и стабильность системы. Эффективная торговая система должна обеспечивать стабильную доходность в течение длительного времени, демонстрировать низкую просадку и поддерживать благоприятное соотношение риска и вознаграждения.

Для оценки параметров системы используется бэк-тестинг, который предполагает тестирование на исторических рыночных данных для моделирования. Используя исторические котировки разнообразных активов на нескольких временных масштабах, позволяет оценить доходность и риск, в различных рыночных условиях. Кроме этого, торговая система должна проходить форвардное тестирование, которая предполагает разбиение исторических данных на части и продолжение тестирования с зафиксированными коэффициентами. Это позволяет трейдерам оценить способность системы адаптироваться к изменяющейся динамике рынка и делать точные прогнозы. Не стоит пренебрегать и визуальным тестированием, которое предполагает анализ работы системы с помощью графиков и диаграмм в ручном режиме для выявления аномалий, которые могут повлиять на ее эффективность.

Установка произвольной задержки при тестировании, позволяет выявить устойчивость системы на задержки в исполнении ордеров, связанные с передачей пакетов на сервер, например встроенный тестировщик стратегий в Meta Trader5 позволяет устанавливать пинг в миллисекундах, либо на основе текущего качества соединения, либо устанавливая произвольное значение.

Относительная и абсолютная просадки являются ключевыми параметрами, используемыми для оценки риска. Относительная просадка отображает процентное снижение баланса счета по сравнению с пиковым значением, а абсолютная просадка представляет собой самую низкую точку, которой достигает баланс счета. Эти показатели помогают трейдерам оценить устойчивость системы к колебаниям рынка и возможные убытки, которые она может понести.

Оценка эффективности автоматизированных торговых систем основывается на нескольких параметрах. Одним из важных факторов является количество исходных данных, доступных для анализа. Чем больше данных, тем точнее и достовернее будут результаты. Обычно рекомендуется, чтобы размер выборки превышал 30 сделок, чтобы сделать статистически достоверные выводы о параметрах системы. Анализ большего количества сделок снижает вероятность того, что результаты просто слу-

чайны, и позволяет получить более точную оценку эффективности системы.

Две важнейшие характеристики распределения — это математическое ожидание, также известное как среднее, и дисперсия. В стандартном нормальном распределении математическое ожидание равно нулю, и центр распределения также расположен на нуле. Плоскость или крутизна распределения определяется разбросом значений вокруг математического ожидания. Дисперсия определяет, как распределены значения вокруг математического ожидания случайной величины.

Чтобы оценить математическое ожидание серии сделок, результаты торгов суммируются, а полученная сумма делится на количество сделок. Этот расчет дает ожидаемый средний результат по каждой сделке.

Z-счет — это показатель, который используется для оценки того, насколько часто прибыльные сделки чередуются с убыточными. Поскольку конкретный результат каждой сделки неизвестен, можно лишь определить, приносит ли сделка прибыль или убыток. Распределение прибылей и убытков в разных торговых системах различно. Например, если ожидаемая прибыль значительно ниже ожидаемого убытка на уровне Stop Loss, можно предположить, что прибыльные сделки будут преобладать над убыточными. Z-счет помогает оценить частоту такого чередования.

Возврат за период удержания (HPR) — это метрика, используемая для оценки эффективности сделок. Она рассчитывается путем прибавления единицы к проценту прибыли для прибыльной сделки или вычитания процента убытков из единицы для убыточной сделки. В качестве альтернативы HPR можно получить путем деления значения баланса после закрытия сделки на значение баланса при открытии сделки. Это позволяет сравнивать торговые системы независимо от размера торгуемых контрактов. Среднее арифметическое доходности за период владения, называемое средним возвратом за период удержания (AHPR), является одним из индексов, часто используемых в подобных сравнениях.

Коэффициент Шарпа — широко используемый показатель доходности с поправкой на риск. Он определяет избыточную доходность торговой системы на единицу риска. Более высокий коэффициент Шарпа указывает на более эффективную систему, генерирующую более высокую доходность по отношению к уровню риска, что помогает трейдерам оценить надежность работы системы и выявить потенциальные источники ошибок.

Разработка и тестирование торговой системы

В результате исследования международного валютного рынка была разработана автоматизированная

торговая система. Для разработки использовалась обновленная версия редактора MetaQuotes Language, со встроенным С-образным языком программирования MQL5. В новой версии упрощено использование тиковых данных за большой промежуток времени, добавлены новые параметры оценки результатов тестирования и добавлены дополнительные опции при оптимизации системы. В режиме тестирования стратегий были внесены новые функциональные возможности, упрощена работа с тиковыми данными, а также улучшены механизмы обработки отчетов.

Стратегия, на которой основана логика работы системы включает в себя использование индикатора индекса относительной силы (RSI) и нескольких скользящих средних (MA). Усредняя значения RSI по двум разным периодам и сравнивая их между собой, происходит поиск точек входа. Для усреднения использовалась встроенная функция SimpleMA(). В качестве фильтра сигналов используются две скользящие средние. При этом MA с коротким периодом является простой, а с MA длинным периодом рассчитывается методом взвешенного скользящего среднего (LWMA).

Если произошло пересечение усредненных значений RSI, то есть, например, значения короткой RSI больше, чем длинной, то происходит генерация сигнала на покупку. В обратном случае, если длинная RSI имеет большее значение, чем короткая, то генерируется сигнал на продажу.

Обработка условий происходит в цикле, в котором обходятся все открытые позиции и проверяются их свойства. Если позиция имеет тот же символ и магический номер, что и наша стратегия, то проверяется условие на закрытие позиции. Если среднее значение RSI с коротким периодом выше среднего значения RSI с длинным периодом, а значения скользящей средней с коротким периодом наоборот ниже, чем значения MA с длинным периодом, то система сообщает о наличии бокового тренда и закрывает открытую позицию. При этом ограничивающие стоп приказы для фиксации прибыли и убытков не требуются, так как система имеет замкнутый цикл с контролем открытых заказов на каждом тике.

Значения периодов индикаторов установлены исходя из результатов оптимизации, с учетом часового временного масштаба и длительности торговых сессий. Период RSI равен 14, что является стандартным значением для большинства осцилляторов. Для сравнения между собой значений RSI и MA использовались периоды 9 и 45.

Для тестирования были выбраны валютные пары евро к доллару США (EUR/USD) и доллар США к японской йене (USD/JPY), за последние три года.



Рис. 1. Результаты тестирования EURUSD с 01.2020 по 09.2023 гг.

Качество истории	100%				
Бары	24413	Типы	92380016	Символы	1
Начальный депозит	10 000.00				
Чистая прибыль	6 742.55	Абсолютная просадка п...	0.00	Абсолютная просадка п...	20.70
Общая прибыль	75 263.45	Максимальная просадка...	3 047.40 (20.97%)	Максимальная просадка...	3 376.55 (22.94%)
Общий убыток	-68 520.90	Относительная просадка...	21.51% (2 888.25)	Относительная просадка...	22.94% (3 376.55)
Прибыльность	1.10	Матожидание выигрыша	7.63	Уровень маржи	1730.43%
Фактор восстановления	2.00	Коэффициент Шарпа	0.48	Z-Счет	0.70 (51.61%)
АНРР	1.0008 (0.08%)	LR Correlation	0.85	Результат OnTester	0
GNPR	1.0006 (0.06%)	LR Standard Error	690.77		
Всего трейдов	884	Короткие трейды (% выи...	449 (40.76%)	Длинные трейды (% выи...	435 (40.46%)
Всего сделок	1768	Прибыльные трейды (% ...	359 (40.61%)	Убыточные трейды (% о...	525 (59.39%)

Рис. 2. Параметры оценки системы

Тестирование на исторических данных (рис. 1.) показало положительные результаты,

На рисунке 2 представлены параметры оценки торговой системы, полученные при помощи тестера стратегий. Коэффициент Шарпа составил 0.048, математическое ожидание равно 7.63. Максимальная просадка составила 23 %, что является приемлемым показателем. При отладке устранены неполадки, связанные с аномальным поведением торговой системы при низкой волатильности, например в неактивные часы между торговыми сессиями.

Заключение

Разработана алгоритмическая торговая система на базе торговой платформы MetaTrader5, способная со-

вершать сделки по купле-продаже биржевых финансовых активов в автоматическом режиме, т.е. без участия человека. В основу АТС была положена механическая торговая система, построенная на базе одного из популярных индикаторов технического анализа. Результаты тестирования системы позволяют сделать вывод о возможности ее применения в реальных биржевых торгах. Введены понятия эффективности торговых систем и даны способы оценки для упрощения разработки и отладки торговых систем в непрерывно изменяющихся условиях финансовых рынков. Представлена торговая система, приносящая положительные результаты и показывающая возможности применения понятия эффективности на практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сакс, Дж. Макроэкономика: Глобальный подход / Дж. Сакс, Ф.Б. Ларрен — М.: Дело, 2006. — 390 с.
2. Chan E. *Algorithmic Trading: Winning Strategies and Their Rationale*. — New Jersey: Wiley, 2013. — 224 p.
3. Самохина Е.Г. Алгоритмическая торговля как инструмент эффективной системной торговли для развития национальных финансовых систем. — СПб, 2015. — С.455.
4. Селивановский А.С. Виды валютных операций и их осуществление / А.С. Селивановский — М.: Диаграмма, 2003. 184 с.
5. Швагер, Д. Технический анализ: полный курс / Д. Швагер — М.: Дело, 2003. — 86 с.
6. Авдеев А.С. Разработка адаптивных моделей и программного комплекса прогнозирования экономических временных рядов [Текст]/ Авдеев А.С. // дис. канд. техн. наук. — Барнаул, 2010. — 196 с.
7. Пламер, Т. Прогнозирование финансовых рынков / Т. Пламер — М.: Диаграмма, 2006. — 118 с.
8. Михайлов Д.М. Мировой финансовый рынок: тенденции и инструменты / Д.М. Михайлов — М., 2000. 62 с.
9. Солабуто Н.В. Трейдинг: торговые системы и методы. СПб.: Питер, 2010. — 336 с.
10. Chan E.P. *Algorithmic Trading: Winning Strategies and Their Rationale*. — New Jersey: Wiley, 2013. — 255 p.
11. Chan E.P. *Machine Trading: Deploying Computer Algorithms to Conquer the Markets*. — New Jersey: Wiley, 2017. — 254 p.
12. Davey K.J. *Building Winning Algorithmic Trading System: A Trader`s Journey from Data Mining to Monte Carlo Simulation to Live Trading*. — New Jersey: Wiley, 2014. — 284 p.
13. Durenard E.A. *Professional Automated Trading. Theory and Practice*. — New Jersey: Wiley, 2013. — 382 p.

© Климин Павел Юрьевич (k2x2p@yandex.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПОСОБ РЕГИСТРАЦИИ ОСУЖДЕННЫХ В УГОЛОВНО-ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИНСПЕКЦИЯХ С ПОМОЩЬЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

AN ALTERNATIVE WAY TO REGISTER CONVICTS IN PENAL ENFORCEMENT INSPECTIONS USING INFORMATION TECHNOLOGY

**D. Novoselova
I. Shultz**

Summary. This article discusses the innovative departmental information technology of the Federal Penitentiary Service PC AKUS. The scenario of working with the new technology for registering convicts is considered. The advantages of introducing a new technology for registering convicts have been identified.

Keywords: software package for automated card filing of special contingents (hereinafter referred to as PC AKUS), electronic monitoring system for controlled persons (hereinafter referred to as SAMPL), electronic document management system EDMS.

Новоселова Дарья Викторовна

Кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры гуманитарных, социально-экономических
дисциплин и информационных технологий управления,
ФКОУ ВО Кузбасский институт ФСИИ России
DmitDarya@mail.ru

Шульц Ирина Дмитриевна

курсант, ФКОУ ВО Кузбасский институт ФСИИ России
miss.i-shults2002@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается инновационная ведомственная информационная технология Федеральной службы исполнения наказаний ПК АКУС. Рассмотрен сценарий работы с новой технологией регистрации осужденных. Выявлены преимущества внедрения новой технологии регистрации осужденных.

Ключевые слова: программный комплекс автоматизированного картотечного учета спецконтингента (далее ПК АКУС), система электронного мониторинга подконтрольных лиц (далее СЭМПЛ), система электронного документооборота СЭД.

Назначение судами уголовных наказаний, не связанных с изоляцией осужденных от общества, в последнее время становится новой тенденцией судов Российской Федерации. Развитие данного направления также закрепляется и в Концепцией развития УИС до 2023 года [1]. Таким образом, мы можем отследить рост числа осужденных к наказаниям, альтернативным лишению свободы, а как следствие и рост числа уголовно-исполнительных инспекцией (далее, УИИ) и нагрузки, ложающейся на данные подразделения уголовно-исполнительной системы (далее, УИС). Согласно статистики судебного департамента при Верховном суде Российской Федерации наказания, альтернативные лишению свободы назначались в 2019 году 418 438 раз, в 2020 году 376 953 раз, в 2021 году 399 028 раз, в 2022 году 400 391 раз и за 1 полугодие 2023 года 181 486 раз[2].

Важным направлением деятельности УИИ является внедрение информационных технологий и цифровизация повседневных обязанностей сотрудников. Например, ведение базы данных программного картотечного автоматизированного картотечного учета спецконтингента (далее, ПК АКУС), применение к ряду лиц, состоящих на учете в УИИ системы электронного мониторинга подконтрольных лиц (далее, СЭМПЛ), ведение электронного документооборота с помощью программы СЭД, а также использование ведомственной электронной по-

чты БАД. В рамках этого и в связи с отсутствием у некоторого числа специальных знаний в области информационных технологий возникает ряд проблемных вопросов, для решения которых затрачивается большое количество времени.

В данной работе будет рассмотрена проблема и предложены пути решения проблемы, возникающей при осуществлении процедуры регистрации осужденных, а именно, при проведении регистрации сотруднику УИИ необходимо выяснить у осужденного изменились ли его учетные данные, касающиеся его места жительства (пребывания), семейного положения, социального и имущественного положения, состояния здоровья, контактного телефона и др. Для получения данной информации сотрудник УИИ проводит дополнительную беседу с осужденным, состоящим на учете, на что у него затрачивается большое количество времени.

В период со 2 апреля по 2 ноября 2018 года в филиале по Кировскому району города Красноярск ФКУ УИИ ГУФСИН России по Красноярскому краю проведен пилотный проект по использованию биометрической регистрации подконтрольных лиц с помощью технического оборудования, включающего элементы системы распознавания личности по биометрическим признакам (отпечаткам пальцев). Суть проекта заключалась в том,

что присутствовала дополнительная фиксация посещения осужденными филиала УИИ. Также польза проекта заключалась в возможности учета рабочего времени сотрудников УИИ с помощью контроллера. В результате в филиале было установлено снижение случаев неявки осужденных на регистрацию [3].

Данный проект доказывает успешность использования дополнительного контроля посещения с использованием биометрических показателей (а именно отпечатков пальцев), и в целом использование информационных технологий в деятельности УИИ. Также необходимо подчеркнуть преимущество предлагаемого нами автомата для регистрации осужденных, по сравнению с пилотным проектом, проведенным в Красноярском крае. Преимущество состоит в том, что он позволяет не только вести учет явки осужденных, но и оптимизировать рабочее время сотрудника филиала, так как часть рутинной работы за него выполнит автомат.

С целью оптимизации, эффективности, а также исключения коррупционной составляющей деятельности сотрудников УИИ, предлагается разработать и внедрить программный комплекс для применения в практической деятельности, который будет способствовать реализации вышеперечисленных задач. Считаем, что в рамках решения данного вопроса, необходимо рассмотреть возможность создания автомата для регистрации осужденного, обладающего следующими функциями: 1) подтверждение личности осужденного; 2) прохождение анкетирования для выяснения необходимой информации; 3) объединение и систематизация полученных данных; 4) выдача осужденному подтверждающего документа о прохождении процедуры регистрации и направление к инспектору для прохождения воспитательной или профилактической беседы [4].

Рассмотрим более подробно реализацию этих функций аппарата для регистрации осужденных.

1. Для подтверждения личности осужденного возможно использовать несколько существующих систем подтверждения личности граждан, используемых в рамках обеспечения пропускного режима в учреждениях УИС, в банковских аппаратах и др.

Но самой целесообразной считаем использование биометрических данных, в частности, отпечаток пальца осужденного. Для занесения в базу дактилоскопических данных осужденного с помощью настольного сканера (биосмарт), при постановке на учет инспектор УИИ проводит сканирование отпечатка пальца и заносит в базу аппарата для регистрации осужденных. В дальнейшем при явке на регистрацию, осужденный для подтверждения своей личности и входа в систему (личный кабинет

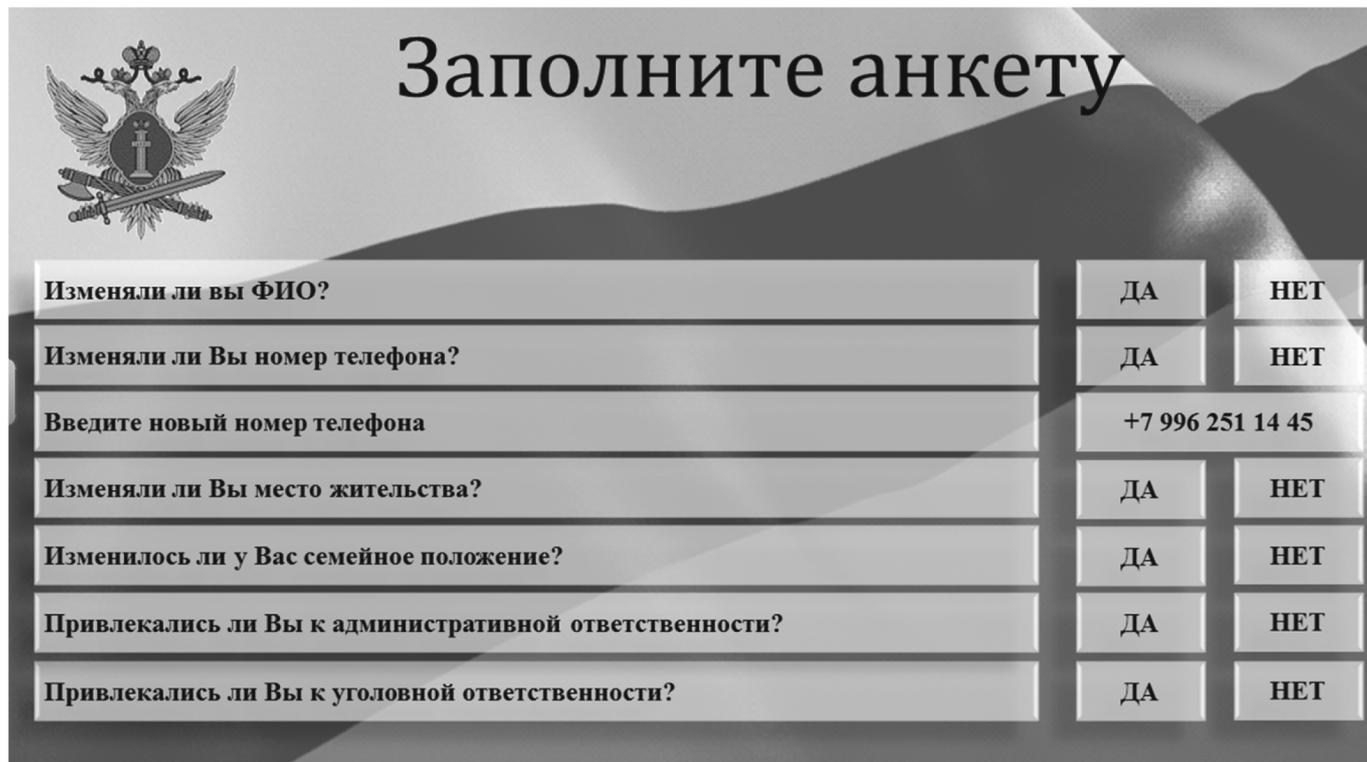
осужденного) сканирует отпечаток пальца и проходит регистрацию с помощью данного аппарата.

2. Прохождение анкетирования должно заключаться в том, что после входа в личный кабинет осужденному представляется перечень вопросов, на которые ему необходимо ответить, после прохождения тестирования полученные данные систематизируются программой и в виде справки на бумажном носителе выдаются осужденному, а также направление для прохождения воспитательной или профилактической беседы, продемонстрировано на рисунке 1.

Предлагаем подробнее рассмотреть принцип работы аппарата для прохождения регистрации осужденными. Аппарат располагается в помещении филиала УИИ. В базе данных аппарата находятся лица, подлежащие регистрации, для удобства они разделены по видам наказания (иным мерам уголовно-правового характера). Подучетному лицу, прибывшему для регистрации в филиал УИИ, предлагается на экране аппарата выбрать категорию учета и в пофамильном списке, расположенном в алфавитном порядке, найти себя. Далее, для идентификации личности, на экране появляется окно подтверждения. Чтобы подтвердить свою личность, подучетному необходимо приложить палец к сканеру отпечатков пальцев, после чего программа сравнивает предложенный отпечаток пальца и тот, который был внесен в базу данных при постановке на учет. После успешной идентификации личности на экране появится перечень вопросов, которые необходимо выяснить при проведении регистрации осужденных (такие как номер телефона, адрес, по которому подучетный зарегистрирован, адрес, по которому подучетный фактически проживает, допускал ли он совершение административных правонарушений, преступлений и т.д.). После ответа на предложенные вопросы необходимо завершить анкетирование. Когда анкетирование завершено программа в автоматическом режиме запускает печать справки.

С данной справкой подучетный направляется к сотруднику, на учете у которого он состоит. При обнаружении каких-либо изменений (которые уже зафиксированы в справке), сотрудник выполняет предусмотренные мероприятия и проводит с подучетным лицом профилактическую беседу. Далее эта справка приобщается к личному делу.

Таким образом, мы можем сделать вывод, что проведение электронной регистрации уменьшает трудозатраты сотрудников, так как уменьшается время на выяснение данных подучетных лиц, их изменение. Время, которое сотрудникам удастся сэкономить на составлении справок возможно перенести на более качественное проведение профилактических бесед. В связи с этим в филиа-



Заполните анкету		
Изменяли ли вы ФИО?	ДА	НЕТ
Изменяли ли Вы номер телефона?	ДА	НЕТ
Введите новый номер телефона	+7 996 251 14 45	
Изменяли ли Вы место жительства?	ДА	НЕТ
Изменилось ли у Вас семейное положение?	ДА	НЕТ
Привлекались ли Вы к административной ответственности?	ДА	НЕТ
Привлекались ли Вы к уголовной ответственности?	ДА	НЕТ

Источник: составлено автором

Рис. 1. Интерфейс анкеты для регистрации подучетного лица

ле может сократиться уровень повторной преступности, совершения подучетными правонарушений и нарушений установленного порядка отбывания наказания [4].

Также в базе данных аппарата для проведения регистрации подучетных лиц будет храниться информация о прохождении регистрации каждым подучетным лицом, что делает невозможным сокрытие факта неявки на регистрацию. Это возможно использовать в целях недопущения совершения коррупционных преступлений сотрудниками филиала. Это достигается благодаря тому, что без фактического присутствия подучетного лица в филиале УИИ невозможно, так как необходимо пройти идентификацию по биометрическим показателям.

Еще одним несомненным плюсом аппарата является то, что присутствует возможность мониторинга не явив-

шихся для регистрации подучетных лиц для осуществления контроля и своевременного применения мер превентивного характера, а начальнику филиала контролировать данные факты.

На основе этого можно сделать вывод о том, что данный аппарат позволит сократить время, затрачиваемое инспекторами УИИ при проведении регистрации осужденных на выяснение учетных данных, и будет способствовать проведению более качественной воспитательной и профилактической работы. И на основе вышесказанного, считаем необходимым разработку и внедрение в деятельность уголовно-исполнительных инспекций автоматизированного аппарата, осуществляющего регистрацию осужденных альтернативным способом.

ЛИТЕРАТУРА

1. О Концепции развития уголовно-исполнительной системы Российской Федерации на период до 2030 года: распоряжение Правительства РФ [от 29 апреля 2021 г. № 1138-р] // Собрание законодательства РФ. — 2021. — № 20. — Ст. 3397.
2. Данные судебной статистики за 2019–2023 годы // Официальный сайт Судебного Департамента при Верховном Суде Российской Федерации. URL: <http://www.cdep.ru/?id=79>
3. Поляков В.Н., Повеликин Ю.Ю. Использование биометрических систем контроля в деятельности уголовно-исполнительных инспекций (на примере пилотного проекта ГУФСИН России по Красноярскому краю) // Ведомости УИС. 2019. №10 (209).
4. Крюкова, Д.Ю. Информационное обеспечение деятельности уголовно-исполнительной системы: проблемы организации и совершенствования: монография / Д.Ю. Крюкова, А.А. Бабкин; Федер. служба исполн. наказаний, Вологод. ин-т права и экономики. — Вологда: ВИПЭ ФСИН России, 2018. — 106 с.
5. Озерский, С.В. Современные концептуальные и технические направления развития системы электронного мониторинга подконтрольных лиц в России: монография / С.В. Озерский, И.В. Попов, С.А. Ширшаев. — Самара: Самарский юридический институт ФСИН России, 2020. — 116 с.

© Новоселова Дарья Викторовна (DmitDarya@mail.ru); Шульц Ирина Дмитриевна (miss.i-shults2002@yandex.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НЕЙРОННАЯ СЕТЬ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ 3D-КОНТЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ

NEURAL NETWORK FOR GENERATING 3D CONTENT FOR EDUCATIONAL PLATFORMS

**A. Olkhovaya
O. Romashkova**

Summary. The paper explores the application of neural networks for 3D content generation in educational platforms, emphasizing their potential in improving the educational process. An overview of the fundamentals of neural networks, emphasizing their ability to learn from data to create realistic 3D models. Exploring specific algorithms and techniques, such as convolutional neural networks (CNNs) and generative-adversarial networks (GANs), and their role in generating high-quality 3D content. Special attention is given to the benefits of using such technologies in education, including improved interactivity and visualization of learning materials. Challenges and problems associated with the integration of these innovations into the educational process are also analyzed. The article emphasizes the importance of further research in this area and the potential of neural networks as a tool for transforming education.

Keywords: 3D content generation, neural networks, convolutional neural networks (CNNs), generative adversarial networks (GANs), interactive learning, educational technologies.

Ольховая Анастасия Михайловна
Аспирант, ГАОУ ВО «Московский городской
педагогический университет»
nas-tya92@mail.ru

Ромашкова Оксана Николаевна
Доктор технических наук, профессор, профессор,
ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства
и государственной службы
при Президенте РФ» г. Москва
ox-rom@yandex.ru

Аннотация. Статья исследует применение нейронных сетей для генерации 3D-контента в образовательных платформах, акцентируя внимание на их потенциале в улучшении образовательного процесса. Обзор основ нейронных сетей, подчеркивая их способность к обучению на данных для создания реалистичных 3D-моделей. Исследуя конкретные алгоритмы и техники, такие как сверточные нейронные сети (CNN) и генеративно-сопоставительные сети (GAN), и их роль в генерации качественного 3D-контента. Особое внимание уделяется преимуществам использования таких технологий в образовании, включая улучшение интерактивности и визуализации учебных материалов. Анализируются также вызовы и проблемы, связанные с интеграцией этих инноваций в учебный процесс. Статья подчеркивает важность дальнейших исследований в данной области и потенциал нейронных сетей как инструмента для трансформации образования.

Ключевые слова: генерация 3D-контента, нейронные сети, сверточные нейронные сети (CNN), генеративно-сопоставительные сети (GAN), интерактивное обучение, образовательные технологии.

Введение

В эпоху стремительного развития технологий и цифровизации образования, одним из важнейших аспектов становится использование передовых инструментов для повышения качества и доступности учебного процесса. В последние годы особое внимание уделяется использованию искусственного интеллекта, а в частности, нейронных сетей, для создания инновационных образовательных решений. Одной из таких инноваций является генерация 3D-контента с помощью нейронных сетей, что открывает новые возможности для образовательных платформ.

В этой статье мы подробно рассмотрим, как нейронные сети могут быть применены для создания, анализа и улучшения трехмерного контента в образовательной среде. Мы начнем с обзора основных принципов работы нейронных сетей, подчеркнув их способность обучаться на больших объемах данных и автоматически генерировать новый контент. Такой подход позволяет создавать детализированные и реалистичные 3D-модели, которые

могут быть использованы в различных образовательных целях, включая визуализацию сложных концепций, имитацию реальных объектов и создание интерактивных обучающих сред [1, 2].

Далее мы обсудим конкретные алгоритмы и техники, используемые в нейронных сетях для обработки и генерации 3D-контента, включая сверточные нейронные сети (CNN), генеративно-сопоставительные сети (GAN) и другие подходы. Будет проанализировано, как эти методы способствуют повышению точности и качества воспроизводимых 3D-моделей, а также как они могут быть адаптированы для специфических нужд образовательных платформ.

Важной частью нашего исследования будет анализ преимуществ и потенциальных вызовов, связанных с применением нейронных сетей для генерации 3D-контента в образовании. Мы рассмотрим, как такие технологии могут способствовать созданию более интерактивных и погружающих обучающих материалов, повышая тем самым вовлеченность и мотивацию об-

учающихся [3]. Также будут обозначены технические и практические проблемы, с которыми могут столкнуться разработчики и образовательные учреждения при внедрении этих инноваций.

Обзор текущего состояния технологии

Нейронные сети — это сложные вычислительные модели, вдохновленные структурой и функционированием человеческого мозга, которые могут обучаться на данных для выполнения различных задач. Они состоят из слоев искусственных нейронов, которые обрабатывают входящую информацию и передают ее по сети. Важной особенностью нейронных сетей является их способность обучаться и адаптироваться, меняя веса связей между нейронами на основе обратной связи, чтобы улучшить производительность.

В контексте генерации 3D-контента нейронные сети могут быть использованы для создания реалистичных трехмерных моделей и сцен. Это достигается путем обучения сетей на больших наборах данных, содержащих 3D-изображения или модели, позволяя им улавливать сложные взаимосвязи и особенности этих данных. Примерами применения могут служить автоматическое моделирование объектов, реконструкция 3D-сцен из 2D-изображений и создание интерактивных образовательных сред, в которых 3D-модели используются для улучшения понимания и вовлеченности студентов [4].

Нейронные сети представляют собой сложные структуры, включающие входные, скрытые и выходные слои, где каждый нейрон одного слоя соединен с нейронами следующего слоя. Эти соединения имеют определенные веса, влияющие на важность передаваемых сигналов. В процессе работы данные, поступающие в сеть, обрабатываются нейронами, которые суммируют входные данные, умноженные на веса, и применяют функцию активации, преобразуя их в выходной сигнал (рисунок 1).

Обучение нейронных сетей осуществляется путем корректировки весов связей на основе полученной обратной связи, используя методы, такие как обратное распространение ошибки и градиентный спуск [5]. Это позволяет сетям генерировать новый контент, обучаясь на существующих данных. Например, сеть может анализировать стили различных 3D-моделей и создавать новые, соответствующие изученным стилям.

Одним из применений нейронных сетей в создании 3D-контента является использование генеративных состязательных сетей (GAN). GAN состоят из двух частей: генератора, создающего изображения, и дискриминатора, оценивающего их соответствие реальным данным, что позволяет создавать реалистичные и детализированные 3D-объекты и сцены. Второе из применений нейронных сетей в создании 3D-контента является использование сверточных нейронных сетей (CNN): Эти сети идеально подходят для анализа визуальных данных благодаря их способности обнаруживать важные особенности на изображениях. В контексте 3D-генерации они могут использоваться для анализа и понимания структур и форм, необходимых для создания реалистичных 3D-моделей. Третье из применений нейронных сетей в создании 3D-контента является использование графовых нейронных сетей (GNN). Они эффективно работают с данными, представленными в виде графов, что делает их полезными для моделирования сложных 3D-структур, где взаимосвязи между элементами могут быть представлены в виде графа.

Point Cloud Networks — архитектура, специализированная на обработке облаков точек в трехмерном пространстве. Они работают с наборами точек, представляющих поверхность объекта. Архитектуры анализируют, обрабатывают и интерпретируют набор данных 3D Point Cloud в трехмерном пространстве, выполняя такие задачи как классификация, сегментация или реконструкция 3D-объектов.

Автоэнкодеры используются для снижения размерности и изучения сжатого представления данных. В кон-

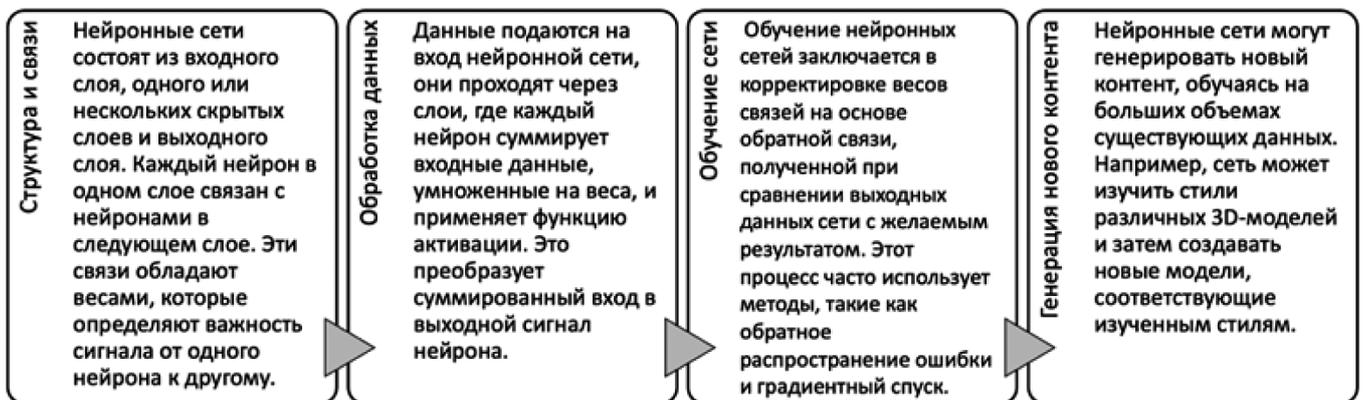


Рис. 1. Основные принципы работы нейронных сетей

тексте 3D-генерации они могут помочь в реконструкции и детализации 3D-моделей. Variational Autoencoders (VAE) состоят из двух основных частей: кодировщика и декодировщика. Кодировщик переводит входные данные в скрытое пространство, а декодировщик восстанавливает данные из этого скрытого пространства. Это позволяет модели генерировать новые данные, подобные обучающим данным.

Каждый из этих типов нейронных сетей и алгоритмов обладает своими уникальными характеристиками и применениями, что позволяет эффективно создавать, модифицировать и улучшать 3D-контент для образовательных целей (рисунок 2).

Применение нейронных сетей в создании 3D-контента для образовательных целей предлагает множество преимуществ, которые способствуют улучшению процесса обучения. Во-первых, трехмерные модели, созданные с помощью этих технологий, обеспечивают наглядное представление сложных концепций, что может быть особенно полезно при изучении материалов, сложных для понимания в традиционных форматах. Во-вторых, такие визуализации улучшают запоминание и понимание учебного материала, делая его более привлекательным и понятным. Также интерактивность 3D-моделей способствует активному обучению и глубокому осмыслению материала. Кроме того, использование 3D-контента может быть особенно эффективным для студентов, предпочитающих визуальное обучение, и способствует мультисенсорному подходу в образовании [6]. Интерактивность и возможность экспериментирования с 3D-объектами также способствуют развитию креативности и критического мышления. Наконец, 3D-контент может значительно улучшить качество дистанционного обучения, предлагая более глубокое и вовлеченное изучение материалов.

Технические аспекты и алгоритмы, используемые в нейронных сетях для генерации 3D-контента

Анализ различных подходов нейронных сетей, показал, что особое внимание заслуживает применение GAN (Generative Adversarial Networks) для генерации 3D-контента из текстовых данных.

Для генерации 3D-контента из текста с использованием GAN (Generative Adversarial Networks) обычно применяются следующие подходы:

1. Текст-в-Изображение Синтез (Hierarchical Text-to-Image Synthesis, (THIS))

Аспекты: Процесс начинается с глубокого анализа текста для извлечения ключевых описательных элементов, таких как форма, размер, цвет и пространственные отношения объектов.

Алгоритмы: Модели NLP, такие как Transformer или LSTM, используются для создания многомерных векторных представлений текста. Затем эти векторы используются в качестве входных данных для генератора GAN, который интерпретирует эти векторы и создает соответствующие изображения или 3D-модели.

Пример: Алгоритм начинается с использования модели NLP, например, LSTM, для анализа текстового описания «высокий синий небоскреб». Эта модель преобразует текст в векторные представления, которые затем передаются в генератор GAN. Генератор интерпретирует вектора и создает начальное 2D-изображение небоскреба, которое затем обрабатывается дополнительными алгоритмами для создания 3D-модели.

2. Каскадные или Многоуровневые GAN:

Аспекты: Этот подход включает последовательное применение нескольких GAN, каждый из которых уточ-

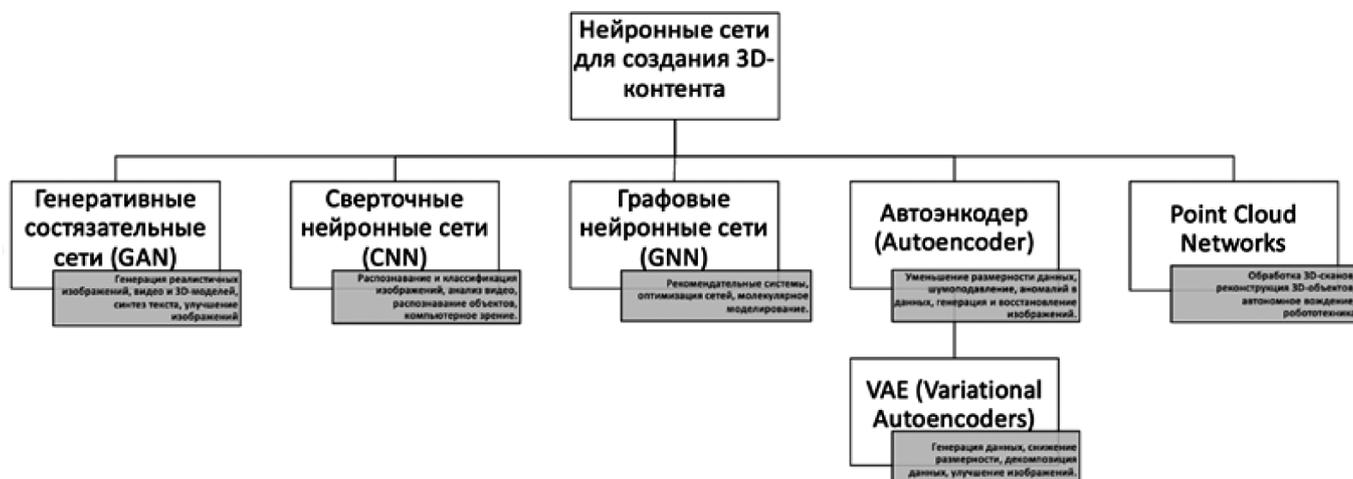


Рис. 2. Нейронные сети для создания 3D-контента

няет и дорабатывает изображение на разных уровнях — от общей формы до мелких деталей.

Алгоритмы: Каждый последующий GAN в каскаде фокусируется на определенных аспектах улучшения изображения, например, первый может формировать общий контур, а следующий — детализировать текстуру или освещение.

Пример: Первый GAN генерирует базовую форму объекта, например, автомобиля, используя шумовой входной вектор. Второй GAN берет этот базовый объект и добавляет детали, такие как колеса и окна. Третий GAN улучшает текстуру и освещение, делая модель более реалистичной.

3. Семантическое Картографирование (Metric-Semantic Mapping):

Аспекты: Создание подробных карт, которые классифицируют различные части объекта на основе их функций или свойств в соответствии с текстовым описанием.

Алгоритмы: применяются сложные алгоритмы сегментации и классификации для преобразования этих карт в 3D-структуры. Эти алгоритмы могут комбинировать глубокое обучение и традиционные методы компьютерного зрения для точной и детальной реконструкции объектов.

Пример: сначала семантическая карта объекта создается на основе текстового описания, классифицируя различные части объекта. Например, для робота карта может выделить голову, руки и тело. Затем, используя техники глубокого обучения, эта карта преобразуется в 3D-модель, где каждая часть объекта соответствует своей области на карте.

Эти методы демонстрируют высокую эффективность в преобразовании текстовой информации в детализированные визуальные модели, для области 3D-моделирования и визуализации.

Заключение

В процессе исследования различных типов нейронных сетей, таких как CNN, GNN, VAE и других, для генерации 3D-контента из текста на образовательных платформах, был проведен тщательный анализ. Однако, после оценки всех возможностей и ограничений, выбор был сделан в пользу GAN (Generative Adversarial Networks).

Это решение обусловлено уникальной способностью GAN эффективно преобразовывать текстовые описания в детализированные визуальные образы, несмотря на существующие вызовы, такие как потребность в больших наборах данных и значительные вычислительные требования.

В контексте данного исследования о применении GAN для генерации 3D-контента в образовательных платформах, мы сталкиваемся с рядом ключевых выводов и вызовов. Во-первых, GAN демонстрируют значительные возможности в создании реалистичных и визуально привлекательных 3D-моделей, что может радикально трансформировать подходы к обучению, делая его более интерактивным и погружающим. Эти сети способны преобразовывать абстрактные текстовые описания в детальные визуальные изображения, что является значительным прорывом в области компьютерного зрения и искусственного интеллекта.

Тем не менее, использование GAN также сопровождается определенными сложностями. Одним из ключевых вызовов является необходимость обучения на обширных наборах данных, что требует значительных вычислительных ресурсов и времени. Кроме того, точность и качество генерируемого 3D-контента напрямую зависят от качества и разнообразия обучающих данных, что ставит под сомнение возможность их использования в различных образовательных контекстах, особенно в тех, где доступ к таким данным ограничен.

Другой аспект, который требует внимания, — это сложность интерпретации текстовых данных и их преобразования в точные визуальные представления. Хотя GAN могут создавать впечатляющие визуализации, возникает вопрос о степени их соответствия реальным объектам и сценам, особенно при работе с абстрактными или субъективными текстовыми описаниями.

В заключение отметим, что выбор GAN для генерации 3D-контента в образовательных платформах отражает тенденцию к интеграции передовых технологий в образовательный процесс. Это направление открывает новые возможности для улучшения учебных методов и предоставления более глубокого и разностороннего образовательного опыта. Ожидается, что с постоянным улучшением алгоритмов и увеличением доступности вычислительных ресурсов, применение GAN в образовании будет продолжать расти, предлагая все более инновационные и эффективные решения для обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ольховая А.М. Возможности применения технологии виртуальной реальности для современных образовательных платформ // Сборник тезисов студенческой открытой конференции, Конференция: Лига Исследователей МГПУ, Москва, 21–25 ноября 2022 г. С. 334–335.
2. Ольховая А.М. Задачи применения систем машинного обучения для образовательных платформ // Цифровое будущее: социальные и экономические проблемы, вызовы и возможности. Сборник статей Круглого стола ИОН РАНХиГС — М.: «КДУ», «Добросвет», 2024. — С. 291–297 — Текст: электронный. — URL: <https://bookonlime.ru/node/73071>
3. Ponomareva L.A., Chiskidov S.V., Romashkova O.N. Instrumental implementation of the educational process model to improve the rating of the universities // В сборнике: CEUR Workshop Proceedings. 9. Сер. «Selected Papers of the Proceedings of the 9th International Conference Information and Telecommunication Technologies and Mathematical Modeling of High-Tech Systems, ITTMM 2019» 2019. С. 92–101.
4. Пономарева Л.А., Ромашкова О. Н., Белякова А.Н., Заболотникова В.С. Автоматизация процесса многокритериального ранжирования студентов с помощью электронного портфолио // Вестник Донского государственного технического университета. 2019. Т. 19. № 4. С. 382–388.
5. Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Применение инфокоммуникационных технологий для анализа показателей качества обучения образовательного комплекса // В сборнике: Технологии информационного общества. X Международная отраслевая научно-техническая конференция: сборник трудов. 2016. С. 388–389.
6. Ponomareva L.A., Romashkova O.N. Training of specialists in on-board communication systems // В сборнике: 2020 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. 2020. С. 9078594.

© Ольховая Анастасия Михайловна (nas-tya92@mail.ru); Ромашкова Оксана Николаевна (ox-rom@yandex.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НОРМАЛИЗАЦИЯ ОРИЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НОМЕРНЫХ ЗНАКОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ МОДЕЛИ 3D ДЕТЕКЦИИ

LICENSE PLATE NORMALIZATION BASED ON 3D NEURAL NETWORK

I. Saitov
A. Filchenkov

Summary. In license plate recognition systems, an important quality aspect is the position of the cameras, which are usually located on the side or on top of the vehicles. Thus, the license plate image exhibits various distortions that affect the optical character recognition. The normalization of rotation angle distortion based on computer vision techniques is an additional step in number plate recognition algorithms. We propose an approach that uses a 3D vehicle detection model to find the object's deflection angle for subsequent perspective transformation of the number plate. A dataset of license plate images belonging to previously predominantly CIS countries is used as data. Character recognition experiments using the proposed normalization show its effectiveness, achieving an accuracy value of 0.939 on the considered data.

Keywords: neural network, license plate recognition, 3D detection, optical character recognition, orientation normalization.

Саитов Ирек Аликович

Аспирант, Национальный исследовательский университет ИТМО (г. Санкт-Петербург)

isaitov@itmo.ru

Фильченков Андрей Александрович

к.ф.-м.н., Национальный исследовательский университет ИТМО (г. Санкт-Петербург)

Аннотация. В системах распознавания номерных знаков важным аспектом качества является положение средств фотовидеофиксации, которое расположено как правило сбоку или сверху от транспортных средств. Тем самым на изображении номерных знаков проявляются различные искажения, влияющие на оптическое распознавание символов. Нормализация искажения угла поворота на основе методов компьютерного зрения является дополнительным шагом в алгоритмах распознавания номерных знаков. Нами предлагается подход, использующий модель детекции 3D транспортного средства для нахождения угла отклонения объекта для последующего перспективного преобразования номерного знака. В качестве данных используется датасет изображений номерных знаков, принадлежащих ранее преимущественно странам из СНГ. Эксперименты по распознаванию символов с использованием предложенной нормализации показывают его эффективность, достигнув на рассматриваемых данных значения точности 0.939.

Ключевые слова: нейронная сеть, распознавание номерных знаков, 3D детекция, распознавание оптических символов.

Введение

В настоящее время автоматические системы распознавания номерных знаков транспортных средств получили своё распространение во многих прикладных областях, таких как регулирование дорожного движения и парковочных мест, детекция аварийных ситуаций, а также контроль за скоростным режимом.

Распространенный метод распознавания номерных знаков состоит из трех блоков, показанных на схеме рисунка 1. Процесс включает детекцию ограничивающей рамки или сегментацию номерного знака, выделение символов, а также последующее распознавание оптических символов. Рассмотренная процедура детекции номерного знака может быть очень сложной во всем механизме из-за того, что это оказывает прямое влияние на точность и эффективность зависимых этапов. Поэтому очень критичны для процесса распознавания условия окружающей среды на месте съемки, качество и характеристики устройства фотовидеофиксации, освеще-



Рис. 1. Классическая схема распознавания номерных знаков с возможным дополнительным (1.1) шагом нормализации

щение и случаи окклюзии. Многие предыдущие методы так или иначе решают подобные проблемы.

Однако при разработке систем распознавания номерных знаков зачастую не принимается во внимание вспомогательный шаг нормализации плиты перед этапом распознавания символов. Одним из преобладающих искажений номерного знака на изображении является наклон ориентации. В ранних работах [1] решение проблемы распознавания при поворотах камеры решалось путём использования свойств свёрточных нейронных сетей, которые учитывают геометрическое расположение пикселей, а также искусственным увеличением объёма тренировочной выборки методом аугментации различных поворотов изображений. В [2] было предложено корректировать вертикальный и горизонтальный наклон номерного знака путём подбора и выбора результата по максимуму значений серого цвета, что включает множество лишних вычислений.

Процесс исправления ориентации наклона номерного знака заключается в поиске углов отклонения относительно его проекций. Сложность поиска направлений проекций номерного знака исходит из двумерности своей формы. Однако исходя из факта жесткого крепления плиты автомобильного знака к передней или задней части транспортного средства, задача поиска ориентации сводится к нахождению ориентации движения транспортного средства. В настоящее время средства компьютерного зрения шагнули далеко вперёд. В частности, глубокие нейронные средства показали свою эффективность для различных задач детекции объектов. Одной из таких задач является выделение 3D ограничивающей рамки объекта по его фотографии. Использование подобной архитектуры позволяет определить положение транспортного средства на изображении и после выполнения проецирования определить углы отклонения объекта.

В нашем исследовании мы предлагаем метод нормализации ориентации номерных знаков на основе модели 3D детекции транспортного средства, который сочетается с существующими приёмами аугментации и позволяет улучшить результат распознавания номерных знаков.

Методология

Метод определения ориентации на основе модели 3D детекции

При рассмотрении возможных визуальных искажений номерных знаков на изображении можно выделить несколько типов, которые соответствуют поворотам объекта относительно трёх ортогональных векторов. Такие повороты номерного знака определяют его ориентацию в пространстве. Задача нормализации номерного знака

заключается в преобразовании его ориентации к исходному сонаправленному с точкой обзора. Изображение или видеокادر представляет собой двумерное отображение объектов на объектив камеры. При нормализации ориентации по двумерному изображению необходимо восстановить свойства трехмерного пространства для последующего преобразования.

При фотовидефиксации происходит преобразование точек реального мира на плоскость — матрицу камеры. Данный процесс упрощенно может быть описан моделью камеры с точечной диафрагмой. При фотфиксации объекта проецирование точек X глобальной системы координат в точки x плоскости изображения определяется формулой (1).

$$x = PX, \quad (1)$$

где P является проекционной матрицей между евклидовым пространством и изображением. Матрица P определяется выражением (2) со значениями калибровочной матрицы K , матрицы вращения R , единичной матрицы I и матрицы переноса C .

$$P = KR[I \mid -C]. \quad (2)$$

При рассмотрении задачи нормализации ориентации номерного знака знание внутренних параметров (калибровочной матрицы) позволяет находить внешние параметры (матрицы поворота и трансляции), что даёт возможность соотносить точки 2D пространства изображения и исходного 3D мира. Такая задача носит название «Perspective-n-Points» [3], что зачастую в настоящее время решается методами глубокого обучения.

Модель YOLO3D [4] относится к одноименному классу нейронных сетей. В основе модели лежит глубокая нейронная модель детекции с одной стадией YOLOv5 [5], совмещающая высокую скорость с эффективностью. Отличительной особенностью является решение задачи регрессии по восстановлению 3D ограничивающей рамки по исходной 2D рамке. Ограничение возможности применения подобной архитектуры непосредственно к номерным знакам заключается в плоскости плиты, которая не позволяет непосредственно определить его 3D форму. Однако будучи жестко закрепленным к передней либо задней поверхности транспортного средства ориентация номерного знака полностью совпадает с направлением машины. Тем самым задача поиска ориентации номерного знака может быть сведена к задаче поиска направления машины по его 3D форме.

При полученном векторе направлении необходимо определить ориентацию на снимке нормального образца. В данной работе нами использовано допущение по направленности глобальной системы координат сле-

дующего образа: ось OZ и OX сонаправлены сторонам изображения, ось OY направлена перпендикулярно к наблюдающему. Угол отклонения по каждой из осей определяется исходя из свойств косинусной меры между

$$\cos(\theta_a) = \frac{(u_a, v_a)}{|u_a| |v_a|},$$

где u, v векторы ориентации транспортного средства и глобальный вектор, $a \in \{x, y, z\}$.

Алгоритм нормализации ориентации на основе модели 3D детекции

При рассмотрении задачи нормализации ориентации номерного знака возникают несколько случаев, что требует дополнительной алгоритмической обработки.

В частности, на одном фотоснимке может присутствовать несколько транспортных средств. Нами было протестировано, что модель предсказания номерного знака эффективнее работает на целевом изображении, нежели последовательном выделении объекта транспортного средства, а затем номерного знака. Кроме того, автомобиль может лишь частично быть представлен на изображении, что затрудняет его распознавание. Соотнесение объектов в таком случае может быть произведено по расположению объектов и определению степени их пересечения. Нами был разработан алгоритм, подробно описанный на Рисунке 2. На вход подаётся кадр съёмки. Результатом его работы является массив нормализованных изображений номерных знаков.

Эксперименты

Данные

Набор данных Nomeroff Net [6] является как нам известно единственным полноценным датасетом, включающим данные изображений транспортных средств и номерных знаков из стран, ранее преимущественно относящимся к СНГ. Одной из отличительных особенностей датасета является большое разнообразие положений камер. При отсутствии знания о калибровочной матрице (см. Рисунок 3) качество распознавания показывает неточные результаты. Существуют методы определения калибровочной матрицы по изображениям [7, 8], однако для их использования необходимо 3, а лучше сильно больше снимков с одной камеры.

Для имитации процесса распознавания номерных знаков в реальных условиях окружающей среды были взяты данные изображений номерных знаков и 3D объект машины, к которому параметрически прикреплялась плита при рендеринге и среда с определенными характеристиками калибровочной матрицы K . Всего было взято 1000 различных объектов номерных знаков.

Метрики

В работе было использовано несколько различных метрик. В ходе обработки кадров видеофиксации транспортных средств зачастую приходится сталкиваться с проблемой обнаружения нескольких объектов на од-

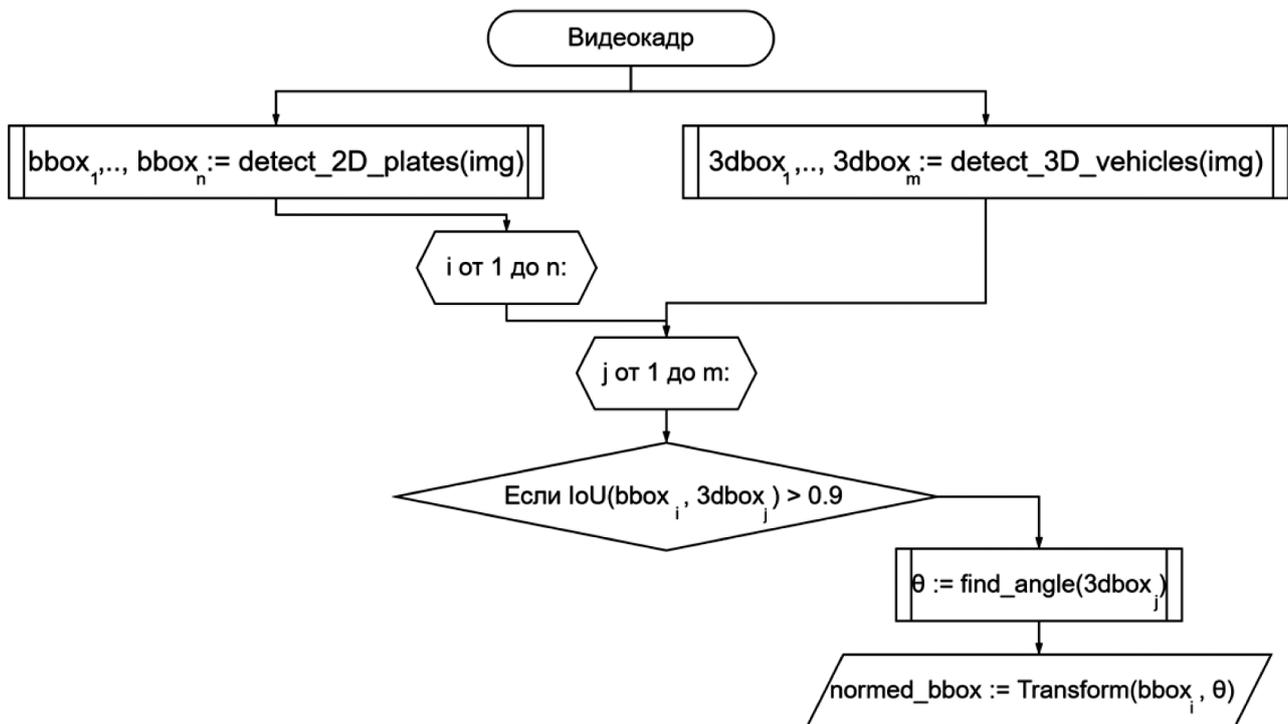


Рис. 2. Алгоритм нормализации поворота номерного знака с использованием модели 3D детекции



Рис. 3. Пример распознавания YOLO3D ограничивающей рамки на изображении. Слева представлен результат с известной геометрией исходного обучающего множества. Справа неточное распознавание по тестовому изображению из целевого датасета

ном снимке. Для этого в разработанном алгоритме учитывается сопоставление объектов. Путём сравнения положения номерного знака и лицевой стороны транспортного средства. Данное сравнение выполняется по метрике Жаккара (англ. IoU, Intersection over Union), представляющем собой следующее выражение:

$$IoU = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|},$$

где A является областью номерного знака, а B — областью лицевой стороны транспортного средства. Правильно сопоставленные объекты считаются при превышении порогового значения $IoU \geq 0.9$.

Для определения качества работы разработанного метода нормализации номерных знаков использовалась косвенная оценка улучшения качества распознавания символов по метрике точность. Правильно положительной считалась строка номерного знака со всеми верно определёнными символами.

Настройки экспериментов

Эксперименты были проведены с использованием GPU ускорения видеокарты NVIDIA GeForce GTX 1080 Ti объемом памяти 12 ГБ.

В качестве дополнения данных путём рендеринга была задана параметризация в условных единицах. Объект транспортного средства задавался размерами 1500x2000x3000. Номерной знак крепился к центральной фронтальной части автомобиля на высоте 150 относительно нижней границы. Размеры плиты приводились к единому размеру 260x110. Для симуляции относитель-

ного положения камеры объект транспортного средства вместе с каждым номерным знаком были повернуты случайно 10 раз с использованием аффинного преобразования внешнего вращения соответственно по осям в промежутках $\{\theta_x, \theta_y \in \mathbb{R}; 10 \leq (\theta_x, \theta_y) \leq 60\}$, $\{\theta_z \in \mathbb{R}; 5 \leq \theta_z \leq 30\}$. По окончании рендеринга при фиксированном положении камеры на удалении 10000 были взяты изображения, используемые в дальнейшем в качестве тестовых данных.

Результаты

В ходе экспериментов мы оценили время, затрачиваемое на выполнение методов Nomeroff Net и 3D нормализации ориентации номерных знаков. Результаты приведены в Таблице 1, по которым можно сделать вывод о быстродействии базового метода Nomeroff Net. Это может быть объяснено ресурсоёмкостью использования 3D модели детекции, включаемой в разработанный алгоритм 3D нормализации ориентации.

Таблица 1.

Сравнение исполнительного времени методов нормализации ориентации.	
Более эффективный результат выделен жирным шрифтом	
Метод	Nomeroff Net
Время (мс)	3D нормализация
	4.17 ± 0.114
	923 ± 30.9

Для сравнения качества разработанного метода нормализации проводились эксперименты на оригинально

сгенерированных данных без нормализации, а также с использованием методов Nomeroff Net и 3D нормализации ориентации. Как видно из Таблицы 2, методы нормализации ориентации улучшают качество распознавания символов номерных знаков. При этом разработанный алгоритм 3D нормализации превосходит по метрике точности со значением 0.939.

Таблица 2.

Результаты экспериментов с использованием методов нормализации и без на датасете Nomeroff Net с приведенной процедурой параметризации данных по метрике точности распознавания символов.

Лучший результат выделен жирным шрифтом.

Метод	Оригинальные данные
	3D нормализация
	Nomeroff Net
Точность	0.905
	0.939
	0.924

Выводы и дальнейшая работа

Был разработан новый алгоритм нормализации ориентации номерных знаков на основе модели 3D детекции транспортного средства. Для проведения экспериментов используемый датасет Nomeroff Net был дополнен разработанной параметризованной генерацией данных. Результаты экспериментов на наборе данных Nomeroff Net показали точность распознавания. Из ограничений применимости можно выделить необходимость знания калибровочной матрицы для повышения качества точности 3D детекции транспортных средств, а также относительная большая ресурсоёмкость предложенного метода.

В дальнейшем планируется реализовать модуль определения характеристик проективной камеры сцены по нескольким снимкам. Для этого необходимо провести работу в исходном датасете Nomeroff Net по выделению снимков с одного ракурса и единой камеры. Также можно собрать данные снимков путём формирования соответствующих запросов в интернете и открытых базах данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Друки А.А. Применение сверточных нейронных сетей для выделения и распознавания автомобильных номерных знаков на изображениях со сложным фоном // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. — 2014. — Т. 324. — №. 5. — С. 85–92.
2. Wang Y., Chen Y., Wang M. A new vehicle license plate correction method based on Sobel operator and priori knowledge // 2016 6th International Conference on Machinery, Materials, Environment, Biotechnology and Computer. — Atlantis Press, 2016. — С. 1065–1073.
3. Lu X.X. A review of solutions for perspective-n-point problem in camera pose estimation // Journal of Physics: Conference Series. — IOP Publishing, 2018. — Т. 1087. — №. 5. — С. 052009.
4. Mousavian A. et al. 3d bounding box estimation using deep learning and geometry // Proceedings of the IEEE conference on Computer Vision and Pattern Recognition. — 2017. — С. 7074–7082.
5. Jocher G. et al. ultralytics/yolov5: v6. 0-YOLOv5n'Nano'models, Roboflow integration, TensorFlow export, OpenCV DNN support // Zenodo. — 2021. Doi:10.5281/zenodo.3908559.
6. AUTO-RIA [Электронный ресурс] // Nomeroff Net фреймворк распознавания номерных знаков. URL: <https://github.com/ria-com/nomeroff-net>. Дата обращения 01.03.2024.
7. Clarke T.A., Fryer J.G. The development of camera calibration methods and models // The Photogrammetric Record. — 1998. — Т. 16. — №. 91. — С. 51–66.
8. Zhang Y.J. Camera calibration // 3-D Computer Vision: Principles, Algorithms and Applications. — Singapore: Springer Nature Singapore, 2023. — С. 37–65.

© Сайтов Ирек Аликович (isaitov@itmo.ru); Фильченков Андрей Александрович
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОБОБЩЁННАЯ МАТРИЦА ЖЁСТКОСТИ ДЛЯ ДВУХФАЗНОГО (ГРУНТ+ПОРОВАЯ ВОДА) ТРЕУГОЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА

GENERALIZED STIFFNESS MATRIX FOR A TWO-PHASE (SOIL+POROUS WATER) TRIANGULAR ELEMENT

T. Saltanova
T. Volodina

Summary. For the numerical implementation of a kinematic model that describes excess residual pore pressures under long-term loading of water-saturated soil, the finite element method is used. According to the method, a generalized stiffness matrix was constructed that corresponds to excess residual pore pressures.

Keywords: Lamé type equations, kinematic model of soil, water-saturated foundation, adapted finite element method, generalized stiffness matrix.

Салтанова Татьяна Викторовна

Доцент, Тюменский государственный университет
tsaltanova@mail.ru

Володина Татьяна Юрьевна

Старший преподаватель,
Тюменский государственный университет
t.y.volodina@utmn.ru

Аннотация. Для численной реализации кинематической модели, которая описывает избыточные остаточные поровые давления при длительной нагрузке водонасыщенного грунта, используется метод конечного элемента. Согласно методу построена обобщённая матрица жёсткости, отвечающая избыточным остаточным поровым давлениям.

Ключевые слова: уравнения типа Ламе, кинематическая модель грунта, водонасыщенное основание, адаптированный метод конечных элементов, обобщённая матрица жёсткости.

В статье построена матрица жесткости для одного плоского треугольного элемента, вырезанного из водонасыщенного (скелет грунта + поровая вода) слоя единичной толщины, которая является основой метода конечных элементов (МКЭ).

Кинематическая модель в плоском варианте описывает избыточные остаточные поровые давления и представляет собой систему двух дифференциальных уравнений эллиптического типа с положительными постоянными коэффициентами [1]:

$$-\left((G + \lambda) \frac{\partial \theta}{\partial x_i} + G \Delta u_i + b_i \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_i^2} + c_i \frac{\partial u_i}{\partial x_i} \right) = F_i, \quad i = 1, 2 \quad (1)$$

$$G = \frac{E_s}{2(1 + \nu)}, \quad \lambda = \frac{E_s \nu}{(1 + \nu)(1 - 2\nu)}, \quad b_i = \frac{E_{ji}}{\aleph_i^2},$$

$$c_i = \frac{E_{ji}}{\aleph_i h_i}, \quad \theta = \operatorname{div} u$$

и граничными условиями

$$u|_{s_1} = 0, \quad t^{(\nu)}|_{s_2} = Q,$$

$$t_i^{(\nu)} = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^2 \left((2G + b_i) \varepsilon_i + \lambda \varepsilon_{ik} + \sigma_{ik} \right) \cos(\nu, x_k) e_i,$$

где модуль деформации E_s и коэффициент ν , относятся к грунту, E_{ji} механическая постоянная поровой воды, \aleph_i — безразмерная величина, определяемая из эксперимента, h_i — характеристика сжимаемой толщи.

Перепишем систему уравнений (1) в операторном виде и скалярно умножим уравнение на вектор возможных перемещений v :

$$-((A + B + C)u, v) = (F, v), \quad (2)$$

где $A = (G + \lambda) \operatorname{grad} \operatorname{div} + G \Delta$ — оператор Ламе, операторы $B \left(b_1 \frac{\partial^2}{\partial x_1^2}, b_2 \frac{\partial^2}{\partial x_2^2} \right)$, $C \left(c_1 \frac{\partial}{\partial x_1}, c_2 \frac{\partial}{\partial x_2} \right)$ описывают влияние жидкой фазы.

Отрицательные операторы A, B, C являются положительно определёнными [2]. В работе [2] также установлена связь между скалярными произведениями и полной энергии деформации, которая представляет собой сумму трёх слагаемых W^A, W^B, W^C , где

$$\begin{aligned} 2W^A &= c(\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2) + 2\lambda \varepsilon_1 \varepsilon_2 + \frac{1}{2}(c - \lambda) \varepsilon_{12}^2 = \\ &= \varepsilon_1 \sigma_1 + \varepsilon_2 \sigma_2 + \gamma_{12} \tau_{12}, \\ c &= \frac{(1 - \nu) E_s}{(1 + \nu)(1 - 2\nu)} \\ 2W^B &= b_1 \varepsilon_1^2 + b_2 \varepsilon_2^2. \end{aligned}$$

В сумме $2W^A + 2W^B$ можно сгруппировать слагаемые и вынести за скобки общие множители ε_1 и ε_2 ,

$$2W^A + 2W^B = \varepsilon_1(\sigma_1 + b_1 \varepsilon_1) + \varepsilon_2(\sigma_2 + b_2 \varepsilon_2) + \gamma_{12} \tau_{12},$$

Слагаемые $\sigma_1 + b_1 \varepsilon_1$ и $\sigma_2 + b_2 \varepsilon_2$ представим следующим образом:

$$\sigma_1 + b_1 \varepsilon_1 = c \varepsilon_1 + a_1 \varepsilon_2 + b_1 \varepsilon_1 = (c + b_1) \varepsilon_1 + a_1 \varepsilon_2,$$

$$\sigma_2 + b_2 \varepsilon_2 = a_1 \varepsilon_1 + (c + b_2) \varepsilon_2,$$

где $a_1 = \frac{E\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)}$,

что приводит к новой редакции закона Гука для скелета грунта.

$$\{\sigma\} = [D]\{\varepsilon\}, \quad \begin{pmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \sigma_{12} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \left(\frac{(1-\nu)E_s}{Z} + \frac{E_{11}}{\mathbb{N}_1^2} \right) \frac{\nu E_s}{Z} & 0 \\ \frac{\nu E_s}{Z} & \left(\frac{(1-\nu)E_s}{Z} + \frac{E_{12}}{\mathbb{N}_2^2} \right) 0 \\ 0 & 0 & \frac{E_s}{2(1+\nu)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \gamma_{12} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где $Z = (1 + \nu)(1 - 2\nu)$.

Возникающие за счёт оператора B слагаемые E_{ij}/\mathbb{N}_i^2 описывают изменения механических характеристик скелета грунта за счёт поровой воды.

Фигурными скобками обозначен вектор — столбец, квадратными скобками — полная матрица.

Введение стандартного конечного элемента треугольной формы (рис. 1) в МКЭ теории упругости, проводится по следующему алгоритму [3]

Искомыми величинами являются узловые перемещения $\{\delta\}$, поэтому перемещения u_k и другие характеристики внутри элемента записываются через искомые узловые перемещения:

$$u_k = \frac{1}{2\Delta} \begin{bmatrix} (p_i + d_i x_1 + n_i x_2) u_k^i + \\ + (p_j + d_j x_1 + n_j x_2) u_k^j + \\ + (p_m + d_m x_1 + n_m x_2) u_k^m \end{bmatrix}, \quad k = 1, 2 \quad (4)$$

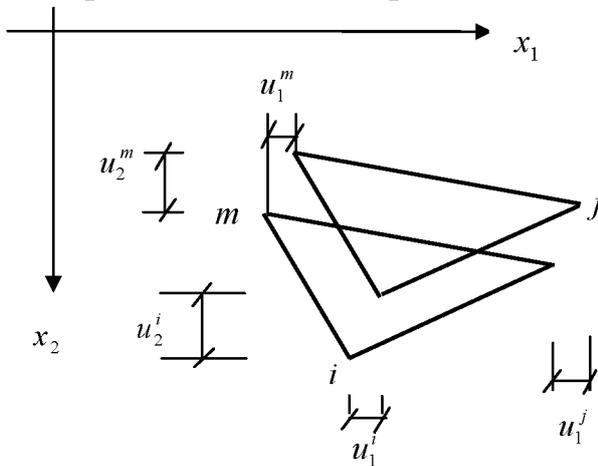


Рис. 1.

$$p_i = x_1^i x_2^m - x_1^m x_2^i, \quad n_i = x_1^m - x_2^j, \quad d_i = x_2^j - x_2^m.$$

На основании уравнений Коши:

$$\varepsilon_1 = \frac{\partial u_1}{\partial x_1} = \frac{1}{2\Delta} (d_i u_1^i + d_j u_1^j + d_m u_1^m),$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\partial u_2}{\partial x_2} = \frac{1}{2\Delta} (n_i u_2^i + n_j u_2^j + n_m u_2^m),$$

$$\gamma_{12} = \frac{\partial u_2}{\partial x_1} + \frac{\partial u_1}{\partial x_2} = \frac{1}{2\Delta} (n_i u_1^i + n_j u_1^j + n_m u_1^m + d_i u_2^i + d_j u_2^j + d_m u_2^m)$$

относительные деформации внутри конечного элемента площадью Δ выражаются через искомые узловые перемещения $\{\delta\}$:

$$\{\varepsilon\} = [N]\{\delta\},$$

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \gamma_{12} \end{pmatrix} = \frac{1}{2\Delta} \begin{pmatrix} d_i & 0 & d_j & 0 & d_m & 0 \\ 0 & n_i & 0 & n_j & 0 & n_m \\ n_i & d_i & n_j & d_j & n_m & d_m \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_1^i \\ u_2^i \\ u_1^j \\ u_2^j \\ u_1^m \\ u_2^m \end{pmatrix}. \quad (5)$$

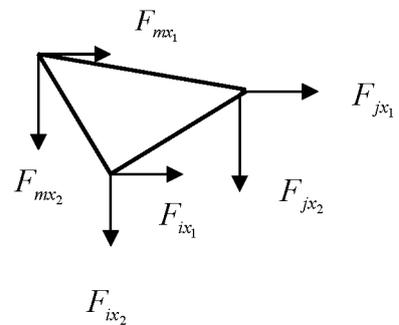
Для составления системы линейных алгебраических уравнений используем первые два слагаемые выражения (2) $-(A + B)u, \nu$. Пусть вектор ν описывает возможные узловые перемещения $\{\delta^*\}$. Допустим, что возможные перемещения совпадают с искомыми перемещениями $\{\delta\}$.

Запишем работу внешних сил $\{\delta\}^T [F]$ через удельную работу внутренних сил

$$2(W^A + W^B) = \{\varepsilon\}^T \{\sigma\}, \quad \{\varepsilon\}^T = \{\delta\}^T [N]^T,$$

отвечающих скелету грунта.

От удельной работы перейдём к работе внутренних сил в пределах объёма элемента единичной толщины.



$$\int_S \{\varepsilon\}^T \{\sigma\} \cdot 1dS = \{\varepsilon\}^T \{\sigma\} \cdot \Delta \cdot 1,$$

$$\int_S dS = \Delta = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} 1 & x_1^i & x_2^i \\ 1 & x_1^j & x_2^j \\ 1 & x_1^m & x_2^m \end{vmatrix},$$

Уравнение равенства работ внешних и внутренних сил запишем с помощью матриц: $\Delta \cdot \{\delta\}^T [N]^T \{\sigma\} = \{\delta\}^T \{F\}$. Сократим на $\{\delta\}^T$. Тогда выражение $-(A + B)u, u = (F, u)$ получит матричную запись:

$$\Delta \cdot [N]^T [D] \cdot [N] \{\delta\} = \{F\}.$$

Произведение

$$\Delta \cdot [N]^T [D] \cdot [N] = \{k_s\} \quad (6)$$

называют матрицей жёсткости для скелета грунта.

Скалярное произведение, соответствующее третьему оператору, имеет вид [2]:

$$(-Cu, u) = \int_S \left(\frac{E_{11}}{\aleph_1 h_1} \frac{\partial u_1}{\partial x_1} u_1 + \frac{E_{12}}{\aleph_2 h_2} \frac{\partial u_2}{\partial x_2} u_2 \right) dS = \int_S P_i$$

$$\{P_i\} = \left(\frac{E_{11}}{\aleph_1 h_1} \varepsilon_1 \frac{E_{12}}{\aleph_2 h_2} \varepsilon_2 \right).$$

После аналогичных преобразований которого имеем:

$$(-Cu, u) = \{\delta\}^T [M]^T \{P_i\}^T \Delta. \quad (7)$$

Добьемся одинаковой размерности $[M]^T$ с матрицей $[N]^T$ добавив нулевой столбец.

$$[N]^T = \frac{1}{2\Delta} \begin{pmatrix} d_i & 0 & n_i \\ 0 & n_i & d_i \\ d_j & 0 & n_j \\ 0 & n_j & d_j \\ d_m & 0 & n_m \\ 0 & n_m & d_m \end{pmatrix},$$

$$[M]^T = \frac{1}{2\Delta} \begin{pmatrix} f_i & 0 & 0 \\ 0 & f_i & 0 \\ f_j & 0 & 0 \\ 0 & f_j & 0 \\ f_m & 0 & 0 \\ 0 & f_m & 0 \end{pmatrix},$$

$f_k = p_k + d_k x_c + n_k x_c$, x_c — центр тяжести треугольного элемента.

Аналогичным образом поступим с матрицей $\{P_i\}^T$.

$$\{P_i\}^T = \begin{pmatrix} \frac{E_{11}}{\aleph_1 h_1} \varepsilon_1 \\ \frac{E_{12}}{\aleph_2 h_2} \varepsilon_2 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{E_{11}}{\aleph_1 h_1} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{E_{12}}{\aleph_2 h_2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \gamma_{12} \end{pmatrix} = [D_i] \{\varepsilon_s\}.$$

После подстановки полученных выражений в (7) получаем матрицу жёсткости для поровой воды:

$$[M]^T [D_i] \cdot [N] \Delta = [k_l]. \quad (8)$$

Поскольку матричный множитель $[N]$ в матрице $[k]$ сохраняется, то новое матричное слагаемое $[M]^T [D_i]$ надо сложить с известной для скелета грунта матрицей $[N]^T [D]$, что приведёт к новой матрице жёсткости для двухфазного треугольного элемента

$$[k_{sl}] = ([N]^T [D] + [M]^T [D_i]) \cdot [N] \cdot \Delta.$$

Отличия полученной в статье матрицы жёсткости от известной в теории упругости заключается в том что

1. Введены слагаемые b_1 и b_2 в выражение (3).
2. К известной матрице жёсткости добавлена построенная матрица жёсткости (8), отвечающая учёту избыточных остаточных поровых давлений.

Описанная методика построения матрицы жёсткости для двухфазного элемента может быть перенесена на прямоугольный и другие конечные элементы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л.Е. Мальцев, В.Ф. Бай, Т.В. Мальцева. Кинематическая модель грунта и биоматериалов. СПб.: Стройиздат, 2002. 320 с.
2. Т.В. Мальцева. Введение функционала для решения обобщённой системы уравнений Ляме// вестник Тюменского Государственного Университета. 2003. №5. с. 196–202.
3. С.П. Тимошенко, Дж. Гудьер. Теория упругости. М.: Издательство «Наука», 1975.

© Салтанова Татьяна Викторовна (tsaltanova@mail.ru); Володина Татьяна Юрьевна (t.y.volodina@utmn.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МАТРИЧНЫЙ СИНТЕЗ ЦИФРОВОГО ПОРТРЕТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ВУЗА С ПОМОЩЬЮ СТОХАСТИЧЕСКОЙ СЕТИ ПЕТРИ

MATRIX SYNTHESIS OF A DIGITAL PORTRAIT OF A UNIVERSITY STUDENT USING STOCHASTIC PETRI NET

**A. Fedoseev
L. Ponomareva
V. Zabolotnicova
V. Komarov
O. Romashkova**

Summary. In the article, the authors presented a model of a university graduate's portfolio in the context of the states of a finite deterministic automaton. The scientific novelty lies in the fact that the deterministic finite state machine model has not previously been used to analyze the digital portrait of a university graduate. This is a new direction of research that can lead to the development of new methods and tools for analyzing and assessing the quality of education, as well as increasing the efficiency of educational processes. Using a Petri net, different scenarios for using the skills and competencies presented in the graduate's portfolio were modeled. The use of a stochastic Petri net will help determine the level of qualifications, professional interests, as well as assess the ability to make decisions and solve problems in complex conditions.

Keyword: data analysis, finite discrete automaton, stochastic Petri net, student's portfolio, synthesis of finite deterministic automaton.

Федосеев Артем Игоревич

Кандидат экономических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства
и государственной службы
при Президенте РФ» г. Москва
fedoseev-ai@ranepa.ru

Пonomарева Людмила Алексеевна

Кандидат физико-математических наук, доцент,
доцент, ФГБОУ ВО «Российская академия народного
хозяйства и государственной службы
при Президенте РФ», г. Москва, Россия
ponomareva-la@ranepa.ru

Заболотникова Виктория Сергеевна

Кандидат технических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства
и государственной службы
при Президенте РФ», г. Москва, Россия

Комаров Василий Михайлович

Кандидат экономических наук, доцент, доцент,
ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства
и государственной службы
при Президенте РФ» г. Москва, Россия
komarov-vam@ranepa.ru

Ромашкова Оксана Николаевна

Доктор технических наук, профессор, профессор,
ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства
и государственной службы
при Президенте РФ», г. Москва, Россия
ox-rom@yandex.ru

Аннотация. В статье авторы представили модель портфолио выпускника вуза в контексте состояний конечного детерминированного автомата. Научная новизна заключается в том, что модель детерминированного конечного автомата ранее не применялась для анализа цифрового портрета выпускника вуза. Это новое направление исследований, которое может привести к разработке новых методов и инструментов для анализа и оценки качества образования, а также повышению эффективности образовательных процессов. С помощью сети Петри моделировались разные сценарии использования навыков и компетенций, представленных в портфолио выпускника. Применение стохастической сети Петри поможет определить уровень квалификации, его профессиональные интересы, а также оценить способность принимать решения и решать задачи в сложных условиях.

Ключевые слова: анализ данных, конечный дискретный автомат, стохастическая сеть Петри, портфолио студента, синтез конечного детерминированного автомата.

Введение

Цифровой портрет студента — достаточно популярная технология в образовании, которая позволяет проводить системный анализ личностных и профессиональных характеристик обучающихся. Портфолио содержит информацию о достижениях, интересах, увлечениях, профессиональных навыках и качествах, опыте работы и обучения [1]. Для оценки квалификации и способностей выпускника вуза работодатель может использовать портфолио, представленное в виде конечного детерминированного автомата (КДА) и проанализировать его с помощью стохастической сети Петри. Такой подход даст более объективную оценку знаний и навыков, чем просто рассмотрение копий дипломов и списка курсов, которые изучил студент. Применение стохастической сети Петри поможет определить уровень квалификации студента, его профессиональные интересы, а также оценить его способность принимать решения и решать задачи в сложных условиях.

Научная новизна заключается в том, что модель детерминированного конечного автомата ранее не применялась для анализа цифрового портрета выпускника вуза. Это новое направление исследований, которое может привести к разработке новых методов и инструментов для анализа и оценки качества образования, а также повышению эффективности образовательных процессов [2]. Построение такой модели позволяет более точно оценить знания и навыки студента и определить, какие дисциплины ему следует изучать в дальнейшем.

1. Теоретические исследования

Перед проведением исследований авторами разработана модель бизнес-процессов изучения дисциплины студентами РАНХиГС в нотации IDEF0 (рисунки 1, 2) [3].

В результате анализа информационных потоков процесса освоения студентами дисциплины была построена диаграмма в нотации IDEF3, которая отображает последовательность этапов обучения студентов (рисунок 3).

Конечный детерминированный автомат — это формальная модель вычислений, состоящая из набора состояний и переходов между ними.

В контексте разработанных моделей учебный процесс освоения обучающимся компетенций по дисциплине «Анализ данных» авторами был представлен как КДА [4]. Данный автомат имеет произвольное конечное множество состояний, отвечающих за различные уровни знаний или этапы изучения дисциплины, которые проходят в процессе обучения. Например, число лекций. Каждая лекция в статье рассматривалась как отдельный элемент автомата, переводящий его в следующее состояние. Обучающийся должен посетить все лекции, чтобы изменить состояние автомата. Наличие выполненных заданий также служит состоянием, которое нужно пройти, чтобы перейти к следующему этапу. Оформление контрольных работ, итоговая аттестация, наличие сданных экзамена или зачета являются финальным состоянием автомата. Если успешно выполнены все задания и сдан экзамен, автомат достигает финального состояния, иначе остается в одном из промежуточных состояний. Различные задания, тесты, лекции и прочие материалы,



Рис.1. Модель бизнес-процессов освоения компетенций по дисциплине «Анализ данных»

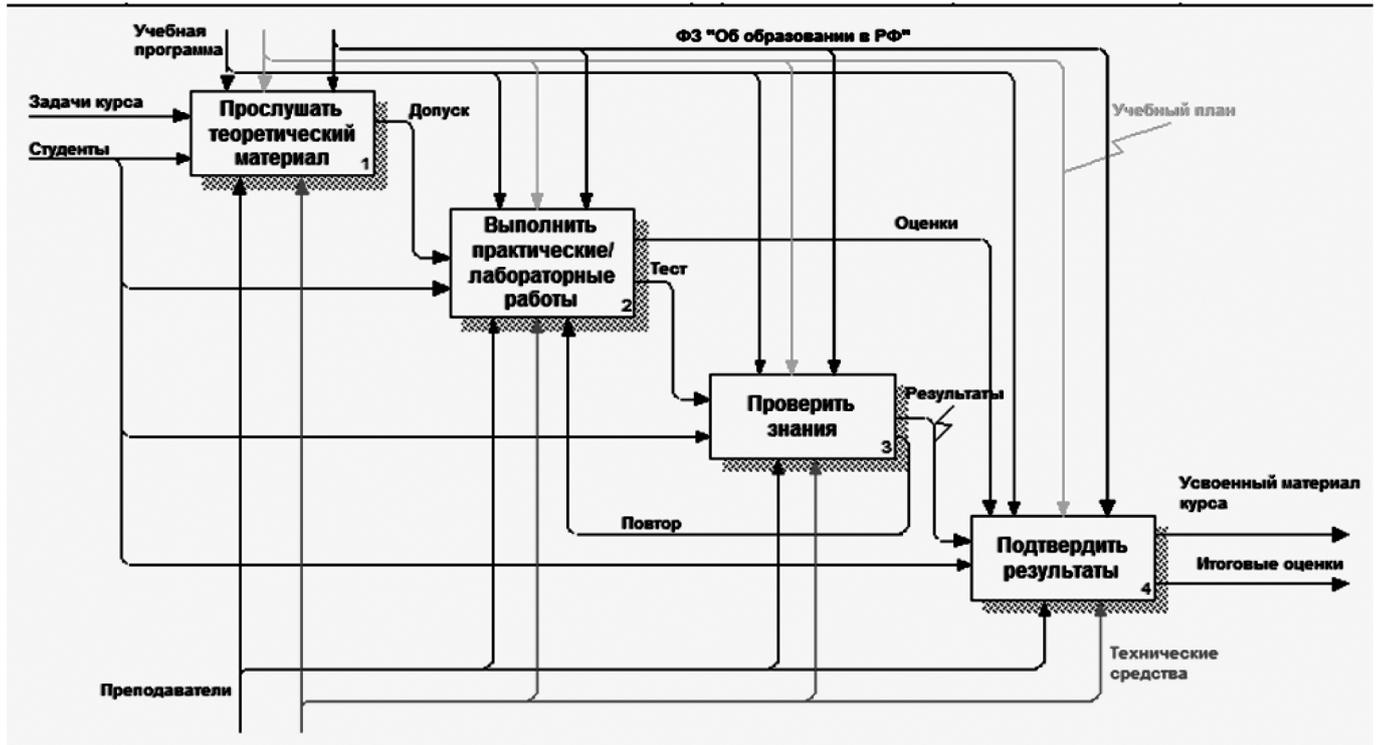


Рис. 2. Диаграмма декомпозиции блока «Организация учебного процесса»

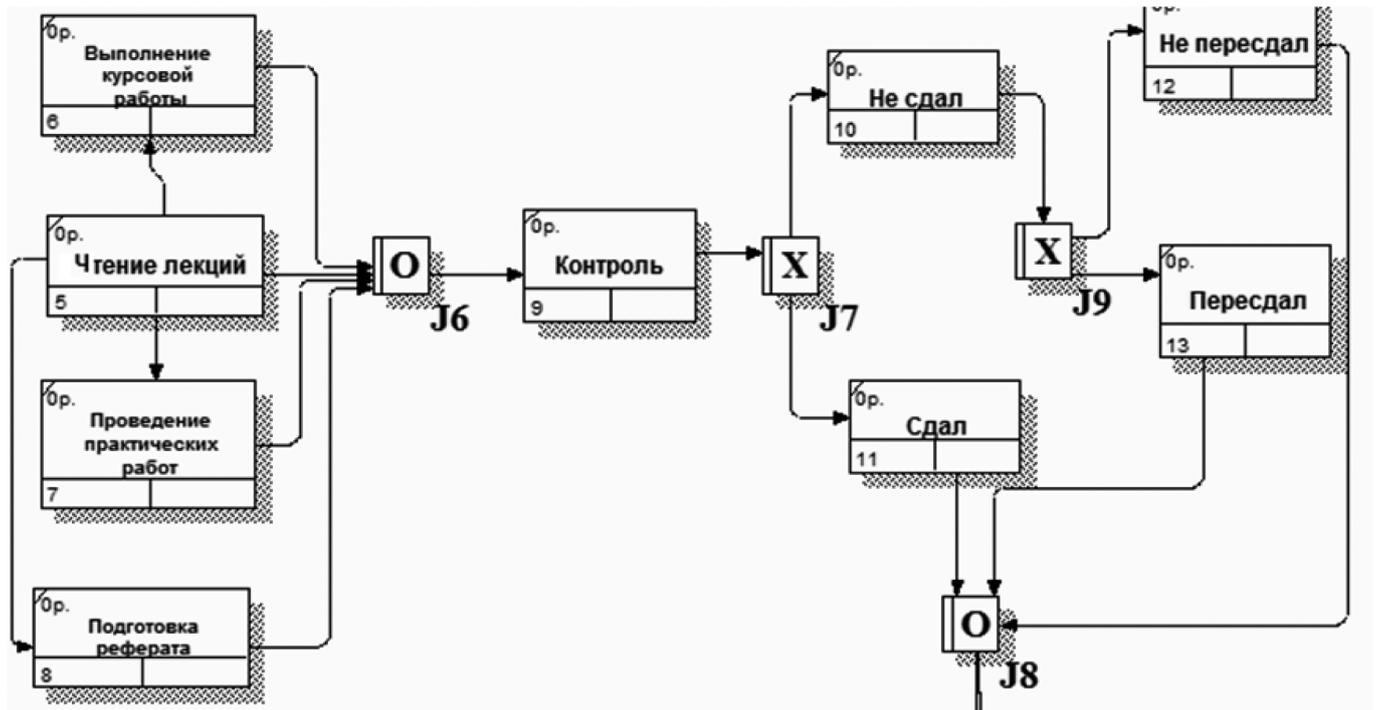


Рис. 3. Этапы освоения компетенций по дисциплине «Анализ данных»

подлежащие изучению, являются входными данными для КДА.

Помимо сказанного, были определены правила перехода между состояниями, которые описывают процесс усвоения новых знаний и проверки уровня их понимания. Выходы КДА — это ответы на вопросы и успехи в выполнении заданий.

Формально, КДА был определен пятеркой $A = (Q, X, Y, \delta, F)$, где

1. алфавит множества состояний — $Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, \dots, q_{n-1}\}$.

Q — произвольное не пустое множество состояний, соответствующих полному освоению дисциплины;

2. алфавит множества входных событий $X = \{x_0, x_1, x_2, x_3, \dots, x_k\}$. X — произвольное не пустое множество событий, соответствующее набору вопросов, тестовых заданий, тем, учебных материалов, и т. д.;
3. алфавит множества выходных событий $Y = \{y_0, y_1, y_2, y_3, \dots, y_l\}$.

Множества Q, X, Y — конечные.

Функция перехода между состояниями $\delta: Q \times X \rightarrow Q$ — означает, в какое состояние перейдет автомат при получении определенного входного символа. Функция генерирует выходное событие f_r .

Функция выходов $F = \{f_0, f_1, f_2, f_3, \dots, f_m\} F: Q \times X \rightarrow Y$.

Для описания процесса изучения студентом дисциплины были определены следующие состояния автомата:

- q_0 — состояние «нулевых знаний»;
- q_1 — состояние, соответствующее ознакомлению со всеми темами дисциплины;
- q_2 — состояние, соответствующее получению базовых знаний по дисциплине;
- q_3 — состояние, соответствующее освоению основных тем дисциплины;
- q_4 — состояние, соответствующее достижению высокого уровня знаний по дисциплине.

Введем обозначения:

- ε — пустая строка;
- x — строка.

Функция перехода определялась следующим образом:

- $\delta(q_0, \varepsilon) = q_1$, после начала изучения дисциплины студент переходит в состояние ознакомления со всеми темами.
- $\delta(q_1, x) = q_2$, для $x_i \in X$ — после ознакомления со всеми темами студент может перейти к получению базовых знаний по дисциплине.
- $\delta(q_2, x) = q_3$, для $x_i \in X$ — после получения базовых знаний студент может перейти к освоению основных тем дисциплины.
- $\delta(q_3, x) = q_4$, для $x_i \in X$ — после освоения основных тем дисциплины студент может достичь высокого уровня знаний по дисциплине.
- $\delta(q_4, x) = q_4$, для $x_i \in X$ — если студент уже достиг высокого уровня знаний, то он может продолжать изучение дисциплины, не изменяя своего состояния.

Таким образом, $\delta(q, x) \in Q, F(q, x) \in Y$ для $\forall x \in X, \forall q \in Q$.

Анализ состояний КДА проводился с помощью стохастической сети Петри [5].

Сеть Петри — это математическая модель, представляющая собой ориентированный граф G , состоящий из двух типов узлов — мест и переходов.

$G = (V, A)$, где $V = P \cup T$ — конечное множество вершин,

$A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_r\}$ — конечное множество направленных дуг,

$a_i = (v_j, v_k)$, где $(v_j, v_k) \in V$ и каждая дуга помечена меткой $v_j \in T, v_k \in P$, либо $v_j \in P, v_k \in T$.

Места — это контейнеры, которые могут содержать определенное количество маркеров, а переходы — это функции, которые переносят маркеры из места в место. Дуги, помеченные метками, означают успешное завершение предыдущего этапа.

Перед определением стохастической сети Петри для автомата $A = (Q, X, Y, \delta, F)$ определялась биекция между состояниями автомата и множеством маркеров в сети — каждому состоянию автомата сопоставлялся маркер в сети по следующему правилу: пусть q_i — это i -ое состояние автомата, тогда маркер m_i в сети Петри включает позицию P_i , которая соответствует этому состоянию. Далее, для каждого перехода автомата с $\delta(q, x) = q'$, существует переход t_i в сети Петри, который переводит m_i в m_i' , где m_i и m_i' — маркеры, состояний q и q' соответственно. Таким образом, стохастическая сеть Петри S для данного КДА $A = (Q, X, Y, \delta, F)$ будет определяться, как кортеж $S = (P, T, W, m_0, \lambda)$, где

- P — произвольное не пустое конечное множество позиций, $p_i \in P$ соответствует определенному состоянию $q_i \in Q$ КДА ($i > 0$).
- T — произвольное не пустое конечное множество переходов, где каждый переход $t_i \in T$ ($i > 0$) соответствует определенному переходу $\delta(q, x) = q'$ в КДА ($i > 0$). Таких, что $P \cap T = \emptyset$. Каждый символ x_i из алфавита X КДА становится отдельным переходом в графе сети Петри. Переход δ отображается в две дуги: одна соединяет соответствующую позицию и переход, а другая — переход и следующую позицию.

$F: T \rightarrow P^\infty$ — выходная функция является отображением множества переходов на множество позиций.

- W — функция весов, где каждый элемент $w(p, t) \in W$ соответствует вероятности перехода из позиции p_i в состояние p_j при срабатывании переходов $t_i \in T$.

В статье авторы определяли функцию весов следующим образом

$w(p, t) = 1$, если $\delta(q, x) = q'$, а t_i соответствует $x_i \in X$

$w(p, t) = 0$ в противном случае.

— m_0 — начальный маркировочный вектор, где каждый элемент $m_0(p_i)$ соответствует начальному состоянию q_0 КДА.

Поскольку процессы изучения дисциплины носят случайный характер, то время, необходимое для освоения дисциплины обучающимися, варьируется в зависимости от их индивидуальных способностей. Поэтому для каждого перехода t_i определим параметр λ_i — функцию интенсивности работы перехода t_i , которая определяется как $\lambda(t) = 1$, если переход t_i выбирается, и $\lambda(t) = 0$ в противном случае.

Таким образом, стохастическая сеть Петри описывает процесс изучения студентом дисциплины через множество состояний КДА $A = (Q, X, Y, \delta, F)$, где каждый переход соответствует определенной команде на языке произвольного не пустого множества входных событий $X = \{x_0, x_1, x_2, x_3, \dots, x_k\}$. Каждый переход имеет вероятность 1 или 0 в зависимости от соответствия перехода из текущего состояния КДА.

Тогда для анализа портфолио, представленного множеством задач и достижений $Pr = \{pr_1, pr_2, \dots, pr_k\}$, построим сеть.

Любая задача может находиться в одном из двух состояний: выполнена или не выполнена. В каждый момент времени состояние системы будет определяться вектором множества маркировок $M(p) = \{m_0, m_1, m_2, m_3, \dots, m_k\}$, все элементы которого представляют собой набор значений, характеризующих состояние системы. Маркировка изображается точкой внутри позиций и называется фишкой [6]. При срабатывании переходов вектор маркировки изменяется.

Переход запустится только тогда, когда будет разрешен. Для сети $C = (P, T, W, m_0, \lambda)$ с маркировкой $M(p) = \{m_0, m_1, m_2, m_3, \dots, m_k\}$ переход будет разрешенным, если $X(t_j) \subseteq (p_j)$. Это означает, что у любого перехода t_j есть вектор v_j , который содержит компоненты: номер входной позиции, число входных дуг и вероятность срабатывания рассматриваемого перехода. У вектора v_j должна существовать компонента с номером i не равная нулю и общее количество дуг не меньше i . Правило срабатывания перехода можно записать следующим образом

$$\forall v \in R^n, \forall j \in \{1, \dots, n\}, \exists i \in [j, n], \left((\lambda_j \neq 0) \wedge \left(\left| \{m_{kj} \neq 0 \mid m_k \in T\} \right| \geq i \right) \right)$$

Для анализа изменений маркировок применялся математический аппарат свертки матриц Грама.

Вектор диагональной свертки матрицы Грама содержит компоненты, равные сумме элементов матрицы. Которые располагаются на одной линии, но симметричны относительно главной диагонали [5].

После срабатывания перехода маркировка сети изменится по следующему правилу $M' = M - X(t_j) + Y(t_j)$, т. е. во входной позиции p_i перехода t_i останется количество фишек равное числу дуг из p_i в t_j , а в выходной позиции p_k число фишек увеличивается и становится равным числу дуг из t_j в p_k . А вектор вероятностей выходной позиции станет равен вектору диагональной свертки матрицы Грама $M' = di(G(M, p, r))$, где r — вектор диагональных элементов весовой матрицы.

Происходит выполнение сети $C = (P, T, W, m_0, \lambda)$, а маркировка считается достижимой ($Mt \rightarrow M'$). Достижимость маркировки характеризует состояние системы и позволяет судить о возможности перехода в такое состояние.

2. Постановка задачи

Для заданной сети Петри $C = (P, T, W, m_0, \lambda)$ с конечным множеством маркировок $M(p) = \{m_0, m_1, m_2, m_3, \dots, m_k\}$ и конечным множеством переходов $T = \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_n\}$, нужно максимизировать вероятность переходов между состояниями маркировок таким образом, чтобы достичь маркировки, при которой значения весовой матрицы $W(p, t)$ и интенсивности потока меток λ были бы максимальными.

Иными словами,

$$\forall m(p_i) \in M, \forall m(p_j) \in M, \exists (s_1, s_2, \dots, s_n) \in \mathbb{N},$$

где $s_i = (t_i, t_j)$, такие, что $\exists (Mt \rightarrow M)$, где $\exists t_i$ может быть выполнен (s_1, s_2, \dots, s_n) раз, соответственно, и вероятность этой последовательности переходов между маркировками M и M' является максимальной, а значение весовой матрицы $W(p, t)$ и интенсивность потока меток λ при достигнутой маркировке были бы тоже максимальными.

3. Практическое исследование

Допущения: в данной работе сеть является ординарной, поэтому вектор вероятностей был заменен одним скалярным значением вероятности, что упростило исследование построенной сети.

Построенная сеть ограниченная — число меток, соответствует числу решенных задач, записанных в портфолио, и является постоянным.

Сеть является устойчивой, иными словами, разрешение одного перехода не отменяет срабатывание другого перехода.

Поскольку два перехода могут иметь одну входную позицию, построенная сеть считается сетью свободного выбора.

Переходы имеют время срабатывания, распределенное по экспоненциальному закону с постоянным параметром λ , определяющим темп или скорость срабатывания перехода. Сеть Петри $S = (P_N, T_N, W_N, M_N, \lambda_N)$ имеет P — конечное множество позиций, T — конечное множество экспоненциальных переходов и мгновенных переходов (сеть конечного этапа собеседования имеет мгновенные переходы).

$\lambda_N: TN \rightarrow \mathbb{R}_+$ функция скорости переходов, зависящая от маркировки позиции рассматриваемого перехода.

Предположим, что выпускник вуза претендует на позицию аналитика компании и присылает свое портфолио, в котором написано, что он изучал дисциплину «Анализ данных», программирование, участвовал в проектах. Перед собеседованием с соискателем работодатель продумывает вопросы в соответствии с портфолио [7, 8]. На рисунке 4 представлена сеть Петри заключительного этапа процесса собеседования с соискателем. Каждая позиция сети — это Петри-объект. Петри — объектом назовем позицию сети, которая является результатом агрегирования другой сети (рисунк 5). Свойствами объекта являются раскрашенные фишки. Каждая фишка отражает количество набранных баллов на собеседовании

по разделам дисциплины, например, «Анализ данных» [9]. Появление фишек в каждой позиции — это результат работы вложенной стохастической раскрашенной сети Петри. Пример сети Петри процесса собеседования по «Анализу данных» представлен на рисунке 6. Переходы сети на рисунке 1 — это события для Петри-объектов.

По двум позициям соискатель может набрать по 30 баллов. По «Анализ данных» — 40 баллов. Общее количество баллов накапливается в позиции сети Петри «sum». Переходные функции на дугах формируют решение: принимается на должность разработчика или отказ. На рисунке 2 показан пример структурирования процесса оценки знаний соискателя по одному из разделов.

Позиция «Topic0» — список вопросов, на которые был дан ответ и количество набранных баллов. Условия переходов определены функциями — это в свою очередь, является весом дуги, указывающим на текущее состояние знаний по конкретным темам или задачам. Например, правило срабатывания перехода T4 следующее: если все позиции, связанные с данным переходом («Topic0» и «Topic1»), содержат маркеры, то переход может сработать с некоторой вероятностью. Вероятность срабатывания каждого перехода зависит от таких факто-

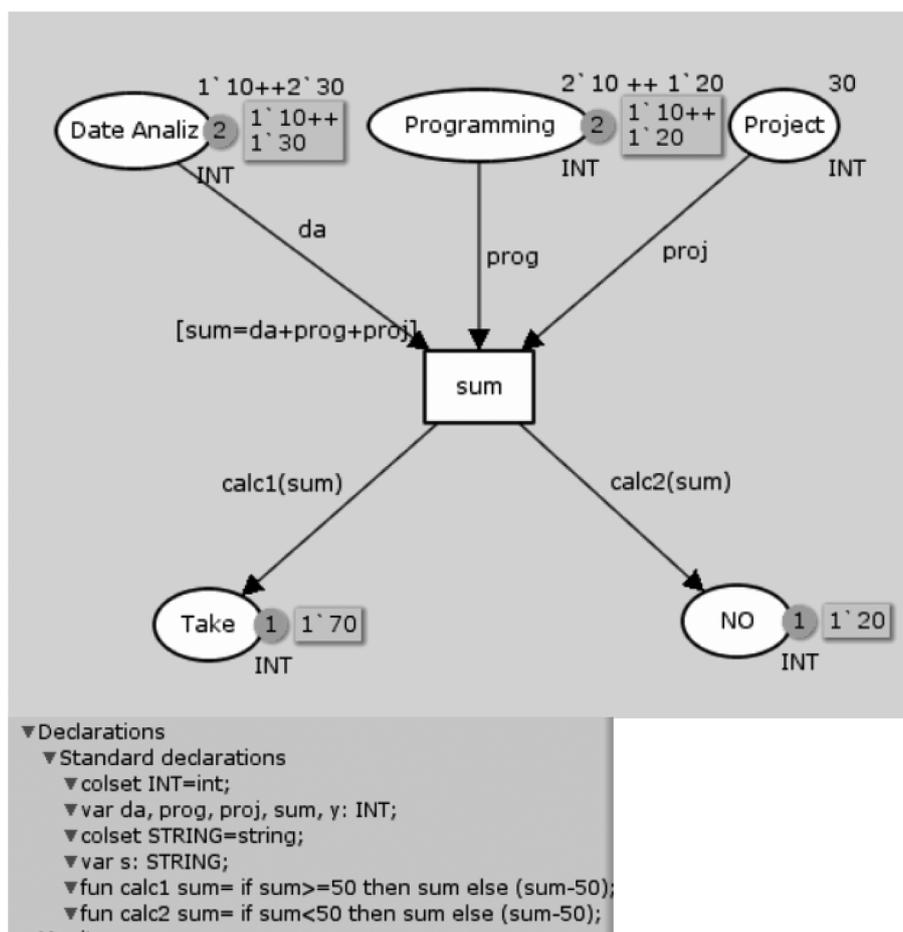


Рис. 4. Процесс заключительного этапа собеседования на позицию аналитика компании

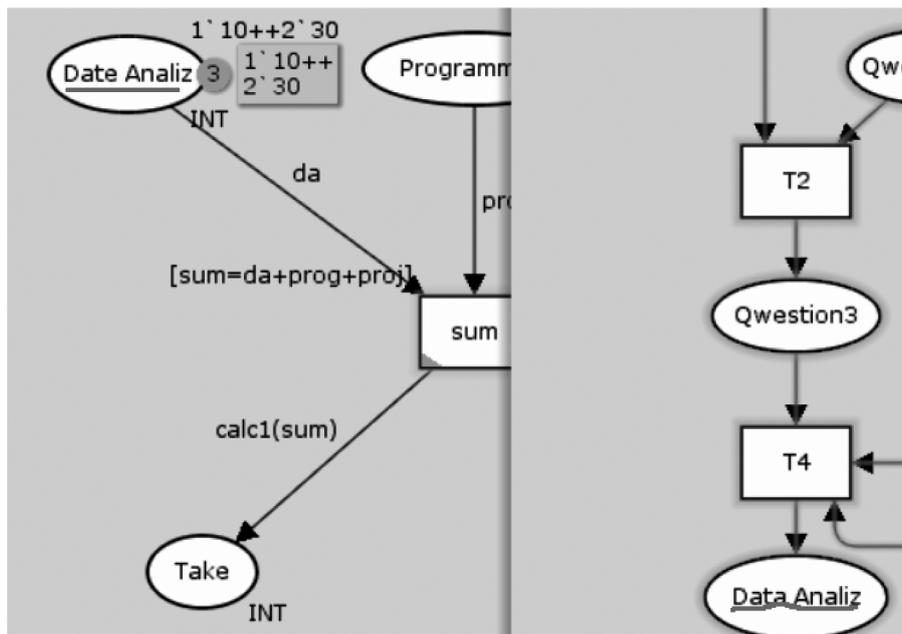


Рис. 5. Пример агрегирования сети

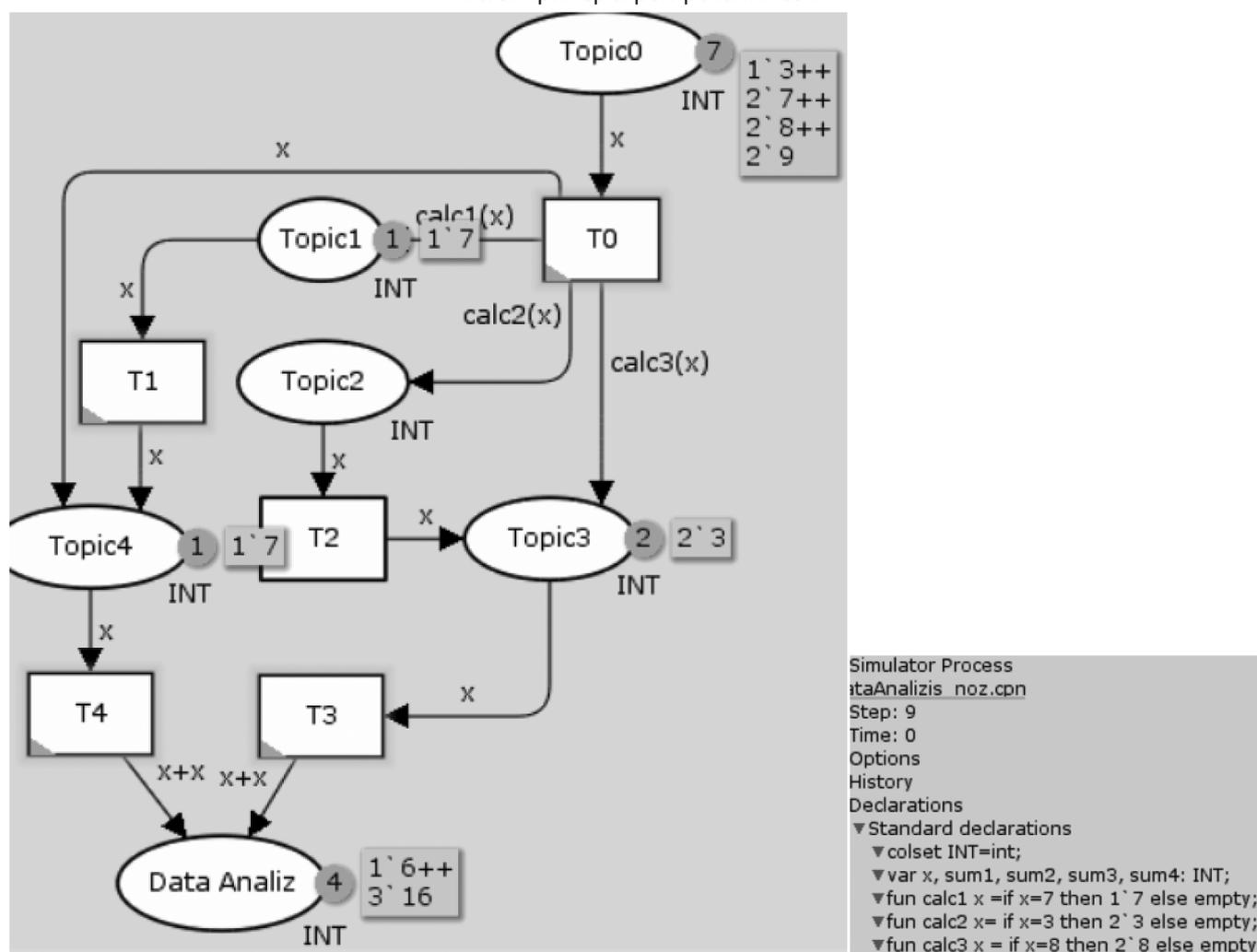


Рис. 6. Пример процесса собеседования по разделам дисциплины «анализ данных»

ров, как, сложность вопросов, наличие опыта на предыдущей работе и др.

Анализ сети

В данной работе авторов интересовал количественный поведенческий анализ. Вероятность смен маркировок на переходах распределены по непрерывной временной шкале. Будем в дальнейшем называть такую сеть обобщенной стохастической сетью Петри с экспоненциально распределенной задержкой (ОССП). Семантика построенной модели — шаговая интерливинговая (переходы срабатывают последовательно с шагом времени).

Каждому переходу $t \in T_N$ сопоставляется функция $\lambda_N(P_N)$. Таймер перехода устанавливается на связанную с ним случайную задержку. Далее таймер уменьшается с постоянной скоростью до нулевого значения, и переход срабатывает. Так как $\lambda_N \in \mathbb{R}_+$, то в любой достижимой маркировке все переходы имеют ненулевую вероятность срабатывания.

Все состояния построенной ОССП определяются так: $P_N = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6\}$, $T_N = \{t_0, t_1, t_2, t_3, t_4\}$. Функция темпов переходов определяется так: $\lambda_N(P_N) = v$, где $v^T = \|v_0 v_1 \dots v_n\|$, $n \in N$, $v_i \in [0, 1]$, $i = \overline{1, n}$, $\sum v_i = 1$.

Каждая позиция вектора v — это вероятность нахождения фишки в позиции. Номер компонента i — количество фишек, значение — вероятность нахождения такого числа фишек в анализируемой позиции. Правило срабатывания перехода: функция $\lambda_N(P_N)$ для каждой входной позиции рассматриваемого перехода должна иметь хотя бы одну ненулевую i -ю компоненту, величина i которой больше или равна числу входящих дуг.

Проанализируем переходы T_3, T_4 . Для них $\lambda_3(P_{t_3}^{Topic3})$, $\lambda_4(P_{t_4}^{Topic4})$ и $\lambda_6(P_{t_3=t_4}^{Data\ Analiz})$. До момента срабатывания переходов их функции выглядели так:

$$\lambda_3(P_{t_3}^{Topic3})^T = |0.2, 0.3, 0.5|$$

$$\lambda_4(P_{t_4}^{Topic4})^T = |0.2, 0.1, 0.3, 0.4|$$

$$\lambda_6(P_{t_3=t_4}^{Data\ Analiz})^T = |0, 1|$$

После срабатывания переходов функции имеют вид:

$$\lambda_3(P_{t_3}^{Topic3})^T = |1|$$

$$\lambda_4(P_{t_4}^{Topic4})^T = |0.6, 0.4|$$

Для вектора r_k получим выражение

$$r_k = \left[\sum_{i=1}^1 \lambda_4(P_{t_4}^{Topic4}) \right] \cdot \left[\sum_{i=1}^1 \lambda_3(P_{t_3}^{Topic3}) \right] = 0.4 \cdot 0.5 = 0.2$$

Матрица Гама для r_k и $\lambda_6(P_{t_3=t_4}^{Data\ Analiz})^T = |0, 1|$

$$G_v(\lambda_6(P_{t_3=t_4}^{Data\ Analiz})) =$$

$$= \begin{matrix} v_1 v_1 & v_1 v_2 \dots & v_1 v_n \\ v_2 v_1 & v_2 v_2 \dots & v_2 v_n \\ \dots & \dots & \dots \\ v_n v_1 & v_n v_2 \dots & v_n v_n \end{matrix} \cdot r_k = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \cdot 0.2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0.2 \end{pmatrix}$$

В приведенном примере с заданными вероятностями для переходов и заданной начальной маркировкой вероятность того, что в позиции «Data Analiz» наберется 40 баллов равна 0.2.

Выводы

Портфолио выпускника РАНХиГС ИОН описывалось в нотации конечного детерминированного автомата $A = (Q, X, Y, \delta, F)$. Различные сценарии состояний КДА исследовались с помощью стохастической сети Петри, определенной как кортеж $C = (P, T, W, M_0, \lambda)$.

Для заданной сети Петри $C = (P, T, W, M_0, \lambda)$ с конечным множеством маркировок $M(p) = \{M_0, M_1, M_2, M_3, \dots, M_k\}$, конечным множеством переходов $T = \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_n\}$ и заданными вероятностями срабатывания для каждого перехода была рассчитана вероятность достижения оптимальной маркировки, при которой, значения весовой матрицы $W(p, t)$ и интенсивности потока меток λ максимальны.

Приведенный пример расчета учитывает не только результаты тестирования соискателя, но также уровень уверенности своих знаниях, что может помочь более точно оценить навыки по предмету собеседования [10, 11].

Кроме того, подобные модели могут иметь широкие практические применения в образовательной сфере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федосеев А.И. Статистические методы оценки состояния и перспектив развития социально-экономической политики в сфере потребительского рынка товаров и услуг г. Москвы (на примере предприятий шаговой (пешеходной) доступности). специальность 08.00.12 «Бухгалтерский учет, статистика»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. М.: 2005. С. 186.
2. Пономарева Л.А., Ромашкова О.Н., Белякова А.Н., Заболотникова В.С. Автоматизация процесса многокритериального ранжирования студентов с помощью электронного портфолио. // Вестник Донского государственного технического университета. 2019. Т. 19. № 4. С. 382–388.
3. Мамаева Н.В., Милютин Л.Б., Николенко В.Н., Федосеев А.И. Современный подход к построению информационно-аналитической системы состояния и развития научной сферы в вузах. М.: Открытое образование, 2014. № 6(107). С. 34–39.
4. Пономарева Л.А., Коданев В.Л. Разработка модуля корпоративной информационной системы «образовательная среда вуза» на базе облачных технологий // В сб.: Информатика: проблемы, методология, технологии. сборник материалов XVII международной научно-методической конференции. Т. 5, 2017. С. 393–398.
5. Kumskov M.I., Ponomareva L.A., Smolenskii E.A., Mityushev D.F., Zefirov N.S. Method of computeraided formation of organic compound descriptors for quantitative structure-property relationships// Известия Академии наук. Серия химическая. 1994. № 8. С. 1391.
6. Алтухова Е.В. Федосеев А.И. Проблемы и противоречия формирования кадрового потенциала сферы образования и науки // Современные технологии управления, 2014. № 10 (46). С. 2–5.
7. Пономарева Л.А., Мосягин А.Б., Голосов П.Е. Автоматизированная система управления образовательной средой для повышения рейтинговой оценки вуза // Вестник Брянского государственного технического университета. 2018. № 4 (65). С. 55–62.
8. Середа О.В. Федосеев А.И. Применение модифицированного коэффициента корреляции для оценки выставочно-ярмарочной деятельности в России // Высшее образование для XXI века: проблемы воспитания. доклады и материалы XIV Международной научной конференции. Том Часть 2. М.: Московский гуманитарный университет, 2017. С. 231–238.
9. Башина О.Э., Писецкая О.С., Федосеев А.И. Статистическое исследование потребности сферы торговли в кадрах// В сб.: Вестник кафедры статистики Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. Материалы и доклады. 2017. С. 367–369.
10. Ponomareva L.A., Romashkova O.N. Training of specialists in on-board communication systems. // В сборнике: 2020 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. 2020. С. 9078594.
11. Ponomareva L.A., Chiskidov S.V., Romashkova O.N. Instrumental implementation of the educational process model to improve the rating of the universities // В сборнике: CEUR Workshop Proceedings. 9. Сер. «Selected Papers of the Proceedings of the 9th International Conference Information and Telecommunication Technologies and Mathematical Modeling of High-Tech Systems, ITTMM 2019» 2019. С. 92–101.

© Федосеев Артем Игоревич (fedoseev-ai@fanepa.ru); Пономарева Людмила Алексеевна (ponomareva-la@fanepa.ru); Заболотникова Виктория Сергеевна; Комаров Василий Михайлович (komarov-vat@fanepa.ru); Ромашкова Оксана Николаевна (ox-rom@yandex.ru) Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АДЕНОКИСТОЗНЫЙ РАК ВЕРХНЕЧЕЛЮСТНОЙ ПАЗУХИ

ADENOCYSTIC CANCER
OF THE MAXILLARY SINUS

**M. Beteeva
I. Zaderenko
K. Mkrtchyan**

Summary. Adenoid cystic cancer of the maxillary sinus is a malignant formation of the glandular epithelium, which is extremely rare in this localization and has a relatively favorable prognosis. This article discusses the main issues of supervision of patients with adenoid cystic cancer of this localization. The importance of verifying the diagnosis using histological examination of biopsy material is noted, the main approaches to treatment and statistics on the detection of the disease by stage are described. Currently, the main treatment method is surgery. Most patients with identified adenocystic disease undergo cytoreduction, which is the main factor in remission and high disease-free survival.

Keywords: adenoid cystic cancer, head tumors, maxillary sinus.

Бетеева Марина Юрьевна

аспирант, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»;
стоматолог-хирург, Челюстно-лицевой госпиталь для ветеранов войн
beteeva95_95@mail.ru

Задеренко Игорь Александрович

доктор медицинских наук, старший научный сотрудник онкологического отделения хирургических методов лечения опухолей головы и шеи НИИКО ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России

Мкртчян Камо Сергеевич

стоматолог-хирург,
ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

Аннотация. Аденокистозный рак верхнечелюстной пазухи — это злокачественное образование из железистого эпителия, которое встречается крайне редко с такой локализацией, отличается сравнительно благоприятным прогнозом. В данной статье рассматриваются основные вопросы курации пациентов с аденокистозным раком данной локализации. Отмечена важность верификации диагноза данными гистологического исследования биопсийного материала, описаны основные подходы к лечению и статистика выявляемости заболевания по стадиям. В настоящее время основным методом лечения является хирургический. Большинству пациентов с выявленным аденокистозом показана циторедукцию, что является основным фактором ремиссии, и высокой безрецидивной выживаемости.

Ключевые слова: аденокистозный рак, опухоли головы, верхнечелюстной синус.

Рак верхнечелюстной пазухи — онкологическое заболевание, злокачественная опухоль, относящаяся к области головы. В целом данная область (область головы) характеризуется высокой концентрацией жизненно важных структур, отвечающих за прием пищи, сенсорикой, координирование всех жизненных процессов, дыхание. Многие факторы риска воздействуют именно на область головы, в частности, область лица наибольшее время находится под воздействием ультрафиолетового излучения. Несмотря на открытость данного участка тела, диагностика многих онкологических заболеваний может быть затруднена и запаздывать раннему началу процесса. Большая часть утраченного времени приходится на диагностику, при чем очень часто у непрофильного специалиста.

Опухоли носа, носоглотки и околоносовых пазух — патология, лежащая в срезе нескольких дисциплин — оториноларингологии, нейрохирургии, онкологии, челюстно-лицевой хирургии. Данная междисциплинарная проблема характеризуется высокой распространенностью и отсутствием стандартизированного лечения,

а также алгоритмом мультидисциплинарной курации пациента и сокращением времени от начала диагностики до радикального лечения с целью минимизации онкозависимых осложнений [1].

Аденокистозный рак — это мягкотканное злокачественное новообразование, характеризуется бифазным строением, композицией эпителиальных и миоэпителиальных маркеров, высокой дифференцировкой, обычно с низким уровнем пролиферативной активности [2].

По данным литературы следует обращать особое внимание на базалоидные структуры, наличие компонента которой связывают с худшей безрецидивной выживаемостью [3]. Вместе с этим, в настоящее время нет убедительных данных в пользу высокой агрессивности данного новообразования. Единственным статистически значимым фактором агрессивности опухоли является ее «High-Grade Transformation» — иными словами, дифференцировка опухоли с потерей миоэпителиального компонента [4].

По распространенности аденокистозный рак встречается крайне редко — менее 0,1 % случаев, характеризуется безрецидивной выживаемостью на уровне 90 % на горизонте до 10 лет, хотя при локализации аденокистозного рака в верхнечелюстной пазухе ассоциируется с гораздо худшим прогнозом. [5].

Данный вид рака является крайне редко диагностируемым, в связи с чем вопросы диагностики и лечения до сих пор открыты. В отечественной литературе крайне мало докладов о подобных клинических случаях, в связи с чем есть необходимость в обобщении материала, накопившегося в мировой литературе по данному направлению.

Целью данного обзора явился критический анализ литературы, в которой описывается ведение пациентов с аденокистозным раком верхнечелюстной пазухи, а именно, вопросы диагностики, прогноза и лечения пациентов с данным диагнозом.

Отбор литературы проводился с использованием базы данных PubMed, использовались поисковые запросы: «Adenoid cystic carcinoma», «carcinoma of maxillary sinus», «cystic carcinoma of the paranasal sinuses» и другие.

При отборе литературы не выставлялись временные ограничения по дате публикации в силу ограниченного количества работ по данному направлению.

Клинические проявления

Одни авторы сообщают, что односторонняя боль в проекции верхнечелюстной пазухи встречается в 64 % случаев [6], но есть и другие неспецифичные симптомы — тяжесть в области верхней челюсти, постоянные носовые кровотечения.

Несмотря на то, что симптомы неспецифичны, и (в связи с этим) ожидается высокий процент выявления заболевания на поздних стадиях, поражение лимфоузлов при постановке диагноза отмечается крайне редко (меньше чем в 5 % случаев первичной диагностики) [7].

Морфология

Чаще всего при микроскопии на малом увеличении видно, что опухоль хорошо отграничена, на высоком же увеличении отмечается «плотная упаковка» клеток, мономорфность и высокая дифференцировка и низкая пролиферативная активность [7].

Описаны различные патоморфологические варианты, наиболее часто встречается крибриформный с наличием внутрисветового муцина, солидный, солидно-тубулярный. Другие варианты, встречающиеся в литературе — базалоидный, трабекулярный [8].

Иммуногистохимия

Различают несколько типов рецепторов, различное сочетание которых является основой классификации и определяют тип опухоли, в зависимости от которого назначается терапия, активная в отношении тех или других рецепторов. Чем больше рецепторов положительны, тем выше эффективность таргетной терапии и лучше прогнозы пациента [9].

Данное новообразование обычно является тройным негативным (ER — (эстрогеновые рецепторы), PR — (прогестероновые рецепторы), HER2 -), что объединяет его с секреторной карциномой. Классическое сочетание иммуногистохимических маркеров — двухфазное окрашивание эпителиальными и миоэпителиальными маркерами (CK 19 и p63) [10,11].

Также обсуждается роль экспрессии белков c-Kit и рецептора эпидермального фактора роста EGFR в прогрессировании опухоли и различных клинических исходах. Экспрессия данных белков, вероятно, имеет клинкопатологические корреляции, например, EGFR, наиболее активно экспрессирующийся миоэпителиальными клетками, чаще всего встречался при подтипах тубулярном и крибриформном, экспрессия же c-Kit в основном происходила в преимущественно в эпителиальных клетках. И хотя до сих пор не известна биохимия данных маркеров, их определение может быть полезным в дифференциальной диагностике и разработке таргетной терапии [12].

Клинически было отмечено, что экспрессия c-Kit, вызванная усилением транскрипции соответствующего локуса, негативно влияла на 3-летнюю общую выживаемость [13].

Также характерной для данного новообразования мутацией является MYB и NF1B, однако, чаще всего генетическое исследование не требуется для верификации [14, 15]. Продолжается поиск таргетного препарата против транскрипционного фактора MYB-NF1B. Данный фактор, вероятно, усиливает пролиферацию клеток и является триггером к развитию аденокарциномы.

Блокировка фактора транскрипции MYB-NF1B возможно благодаря разрабатываемой в эксперименте ДНК-вакцине, а также технологии siRNA [16, 17].

Хирургическое лечение, лучевая терапия, цитотоксическая химиотерапия: обзор эффективных схем лечения на различных стадиях

В одном из ретроспективных анализов 80 клинических случаев ведения пациентов с аденокистозным раком верхнечелюстной пазухи изучали пяти-, десяти- и пятнадцатилетние клинические исходы. В ходе

исследования выяснилось, что пятилетняя общая выживаемость составила около 65 %, а безрецидивная — примерно 50 %. Пятнадцатилетняя же общая выживаемость составляла 26 % со свободой от рецидивов в 24 %. На 10 году наблюдения почти у половины имелись отдаленные метастазы, а статистически значимыми факторами неблагоприятного исхода явились конечные стадии и недостаточно эффективное лечение. Оказалось, что локального контроля над опухолевым процессом удавалось достичь только при комбинации хирургического лечения с курсом лучевой терапии в дозе около 60 Грей. Увеличение свободы от рецидивов является приоритетной задачей в послеоперационном периоде. [18].

В более свежем ретроспективном исследовании авторы пришли к аналогичному выводу — местный контроль опухолевого процесса с помощью лучевой терапии — независимый фактор лучшей общей и безрецидивной выживаемости. В анализ включили 25 историй болезней (из них у 12 был аденокистозный рак верхнечелюстной пазухи), при чем у 72 % пациентов опухолевый процесс был классифицирован как T3 и T4 (по классификации TNM), при этом, поражение лимфоузлов было выявлено всего у двух пациентов. Все больные были признаны операбельными и подверглись хирургическому лечению. При раке 2 стадии предпочтение отдавалось эндоскопической резекции, а срочная биопсия границ резецированного участка почти во всех случаях не давала положительный результат. В 3 и 4 стадии, наоборот, в большинстве случаев границы резекции приходилось расширить, а объем вмешательства включал обширную резекцию мягкотканых и костных структур вплоть до резекции нижней стенки орбиты. [19].

Прогноз

Мнение о прогнозе для жизни пациентов с аденокистозным раком неоднозначно. С одной стороны, данная разновидность опухоли не является агрессивной, с другой, любое злокачественное новообразование околоносовых пазух ассоциируется с неблагоприятным прогнозом и высокой частотой местных рецидивов [20].

Есть свидетельства о том, что солидный подтип аденокистозного рака верхнечелюстной пазухи ассоциируется с наиболее низкой общей выживаемостью в сравнении с другими гистологическими подтипами [21].

Комбинированная терапия, включающая хирургическое лечение и адвантную лучевую терапию — прогностически наиболее предпочтительная стратегия, которая должна реализовываться во всех случаях, за исключением конечных стадий течения заболевания [22].

Самый значимый фактор благоприятного прогноза течения заболевания — это местный контроль опухоле-

вого процесса. Рецидив или наличие «плюс — ткани» ассоциируется с значимым сокращением общей 5-летней выживаемости [23]. в связи с этим крайне важна достаточная резекция «плюс-ткани», наиболее часто используются такие операции как тотальная максиллэктомия (около 20 %), медиальная максиллэктомия (около 20 %), черепно-лицевая резекция (около 16 %), наконец, в редких случаях приходится прибегать к инфраструктурной максиллэктомии [24], экзентерация орбиты, широкая лимфодиссекция шейной области.

Стандартная цитотоксическая терапия (включающая 5-фторурацил, цисплатин и карбоплатин.) чаще всего комбинируется с лучевой и показана пациентам, находящимся на поздних стадиях рака, в качестве паллиативного лечения [25, 26].

Вопросы диагностики

В целом, аденокистозный рак является одним из группы разнообразных злокачественных опухолей. В подавляющем большинстве клинических случаев диагностируются плоскоклеточные и различные железистые раки. Помимо прочего, в гайморовую локализацию могут иметь нейроэктодермальные опухоли, нейроэндокринный рак, недифференцированный рак полости носа, саркомы (как мягкотканые, так и костные), меланома.

Основной причиной злокачественных новообразований полости носа и придаточных пазух ассоциируется с хроническими воспалительными заболеваниями (хронический гайморит), есть мнение, что пломбирочный материал, оказавшийся в гайморовой пазухе после стоматологического вмешательства, может через хроническое воспаление быть проонкогеном.

Различные предопухолевые заболевания (хронический полипозный синусит) также могут быть фактором риска. Не последнюю роль играет курение.

Период опухолевой трансформации чаще всего не проявляется каким — либо значимым изменением клинической картины. В связи с этим за специализированной медицинской помощью чаще всего обращаются пациенты с 2–3 стадией опухолевого процесса. Среди основных неспецифических жалоб на затруднение дыхания, тяжесть в проекции гайморовой пазухи обращает на себя внимание появление выделений с прожилками крови, носовыми кровотечениями. Хронический болевой синдром также может быть довольно показательным. Факторами неблагоприятного исхода являются сенсорные и глазодвигательные нарушения зрения, диплопия, неврологические дефициты.

Диагностика включает проведение компьютерной и магнитно-резонансной томографии. Данное исследо-

вание может быть назначено как профильным специалистом, так и неврологом, стоматологом, терапевтом. Благодаря этому объемные новообразования гайморовых пазух могут быть случайной находкой. Таким образом, основной метод первичной диагностики — лучевой.

Далее для постановки диагноза следует придерживаться принципа TNM (Tumor, Nodus, Metastases). Данный принцип позволяет определить распространённость патологического процесса, спланировать клиническую цель (радикальное циторедуктивное лечение или паллиативное вмешательство, направленное на уменьшение опухоли, снижение клинической симптоматики и болевого синдрома за счет уменьшения размеров опухоли)

Таким образом, в связи с крайне редкой выявляемостью аденокистозного рака, есть острая необходимость

в детальном изучении всех подобных клинических случаев, мультидисциплинарном подходе и создании экспертных групп для написания клинических и практических рекомендаций. Таргетная терапия пока не разработана, хотя ведутся работы по блокированию фактора транскрипции MYB-NFIB, наиболее характерного для аденокистозного рака. Хирургическое лечение аденокистозного рака верхнечелюстной пазухи показано примерно 70 % пациентов и проводится в объеме от инфраструктурной максиллэктомии до медиальной максиллэктомии описаны также эндоскопические вмешательства, применения которых показано на ранних стадиях заболевания. Вместе с этим наилучшая общая и безрецидивная выживаемость наблюдается в тех случаях, когда применяется комбинированная терапия (оперативное лечение вместе с лучевой терапией).

ЛИТЕРАТУРА

- Xiaoli Wang, Yijun Luo, Minghuan Li, Hongjiang Yan, Mingping Sun, Tingyong Fan, Management of salivary gland carcinomas — a review, *Oncotarget*, 10.18632/oncotarget.13952, 8, 3, (3946–3956), (2016).
- Simons SA, Bridge J. A., Leon ME. Sinonasal small round blue cell tumors: An approach to diagnosis, *Seminars in Diagnostic Pathology*, 10.1053/j.semmp.2015.09.010, 33, 2, (91–103), (2016).
- Ali S, Yeo J C-L, Magos T, Dickson M, Junor E. Clinical outcomes of adenoid cystic carcinoma of the head and neck: a single institution 20-year experience, *The Journal of Laryngology & Otology*, 10.1017/S0022215116008124, 130, 07, (680–685), (2016).
- Fordice J, Kershaw C, El-Naggar A, Goepfert H. Adenoid cystic carcinoma of the head and neck: predictors of morbidity and mortality. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1999 Feb;125(2):149–52. doi: 10.1001/archotol.125.2.149. PMID: 10037280.
- Lupinetti AD, Roberts DB, Williams MD, Kupferman ME, Rosenthal DI, Demonte F, El-Naggar A, Weber RS, Hanna EY. Sinonasal adenoid cystic carcinoma: the M.D. Anderson Cancer Center experience. *Cancer*. 2007 Dec 15;110(12):2726–31. doi: 10.1002/cncr.23096. PMID: 17960615.
- da Cruz Perez DE, Pires FR, Lopes MA, de Almeida OP, Kowalski LP. Adenoid cystic carcinoma and mucoepidermoid carcinoma of the maxillary sinus: report of a 44-year experience of 25 cases from a single institution. *J Oral Maxillofac Surg*. 2006 Nov;64(11):1592–7. doi: 10.1016/j.joms.2005.11.088. PMID: 17052584.
- Meyers M., Granger B., Herman P., Janot F., Garrel R., Fakhry N., Poissonnet G., Baujat B. Head and neck adenoid cystic carcinoma: A prospective multicenter REFCOR study of 95 cases, *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*, 10.1016/j.anorl.2015.09.009, 133, 1, (13–17), (2016).
- Dufour X., Ouaz K., Fouillet B., Goujon J.-M., Beauvillain C. de M. Tumores de las fosas nasales y de los senos paranasales, *EMC — Otorrinolaringología*, 10.1016/S1632-3475(16)76085-1, 45, 2, (1–15), (2016).
- Suman Bhasker, Atul Sharma, Alok Thakar, BidhuKalyan Mohanti, AjeetKumar Gandhi, Soumyajit Roy, Ahitagni Biswas, Adenoid cystic carcinoma of head and neck: A single institutional analysis of 66 patients treated with multi-modality approach, *Indian Journal of Medical and Paediatric Oncology*, 10.4103/0971-5851.166729, 36, 3, (166), (2015).
- Piotr Wardas, Michał Tymowski, Agnieszka Piotrowska-Seweryn, Wojciech Kaspera, Aleksandra Ślaska-Kaspera, Jarosław Markowski, Endoscopic approach to the resection of adenoid cystic carcinoma of paranasal sinuses and nasal cavity: case report and own experience, *European Journal of Medical Research*, 10.1186/s40001-015-0189-2, 20, 1, (2015).
- Mu YP, Zhang X, Fan WW, Li XW, Chen GF, Chen JM, Zhang H, Liu P. [Mechanism of Astragaloside prevents cholestatic liver fibrosis through inhibition of Notch signaling activation]. *Zhonghua Gan Zang Bing Za Zhi*. 2017 Aug 20;25(8):575–582. Chinese. doi: 10.3760/cma.j.issn.1007-3418.2017.08.005. PMID: 29056006.
- Izquierdo MA, Van der Valk P, Van Ark-Otte J, et al. Differential expression of the c-kit proto-oncogene in germ cell tumours. *J Pathol*. 1995; 177: 253–258
- Salomon DS, Brandt R, Ciardiello F, Normanno N. Epidermal growth factor-related peptides and their receptors in human malignancies. *Crit Rev Oncol Hematol*. 1995; 19: 183–232.
- Bell D. et al. Cell type-dependent biomarker expression in adenoid cystic carcinoma: biologic and therapeutic implications // *Cancer*. — 2010. — Т. 116. — №. 24. — С. 5749–5756.
- Feller A, Machemer K, Braun EL, Grotewold E. Evolutionary and comparative analysis of MYB and bHLH plant transcription factors. *Plant J*. 2011 Apr;66(1):94–116. doi: 10.1111/j.1365-3113.2010.04459.x. PMID: 21443626.
- Mikse OR, Tchaicha JH, Akbay EA, Chen L, Bronson RT, Hammerman PS, Wong KK. The impact of the MYB-NFIB fusion proto-oncogene in vivo. *Oncotarget*. 2016 May 31;7(22):31681–8. doi: 10.18632/oncotarget.9426. PMID: 27213588; PMCID: PMC5077968.
- Ramsay RG and Gonda TJ. MYB function in normal and cancer cells. *Nat Rev Cancer*. 2008; 8:523–534.
- Stenman G, Andersson MK and Andren Y. New tricks from an old oncogene: gene fusion and copy number alterations of MYB in human cancer. *Cell Cycle*. 2010; 9:2986–2995

19. Liu WS, Xu ZG, Gao L, Tang PZ, Xu GZ, Zhang GF. [Adenoid cystic carcinoma of maxillary sinus: diagnosis, treatment and prognostic factors]. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2011 May;46(5):402-7. Chinese. PMID: 21781563.
20. Michel G, Joubert M, Delemazure AS, Espitalier F, Durand N, Malard O. Adenoid cystic carcinoma of the paranasal sinuses: retrospective series and review of the literature. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. 2013 Nov;130(5):257-62. doi: 10.1016/j.anorl.2012.09.010. Epub 2013 Jun 6. PMID: 23747147.
21. Wiseman S. M. et al. Adenoid cystic carcinoma of the paranasal sinuses or nasal cavity: a 40-year review of 35 cases // *Ear, nose & throat journal*. — 2002. — Т. 81. — №. 8. — С. 510-517.
22. Martinez-Rodriguez N. et al. Martinez-Gonzalez Jm. Epidemiology and treatment of adenoid cystic carcinoma of the minor salivary glands: A meta-analytic study // *Med Oral Patol Oral Cirugia Bucal [Internet]*. — 2011.
23. Balamucki C. J. et al. Adenoid cystic carcinoma of the head and neck // *American journal of otolaryngology*. — 2012. — Т. 33. — №. 5. — С. 510-518.
24. Lupinetti A. D. et al. Sinonasal adenoid cystic carcinoma: the MD Anderson Cancer Center experience // *Cancer: Interdisciplinary International Journal of the American Cancer Society*. — 2007. — Т. 110. — №. 12. — С. 2726-2731
25. Lee DH, Lim HR, Lee JK, Lim SC. Infrastructure maxillectomy for maxillary sinus and hard palate neoplasms. *Mol Clin Oncol*. 2021 Sep;15(3):180. doi: 10.3892/mco.2021.2342. Epub 2021 Jul 1. PMID: 34276999; PMCID: PMC8278379.
26. Ramakrishna R, Raza SM., Kupferman M, Hanna E, DeMonte F. Adenoid cystic carcinoma of the skull base: results with an aggressive multidisciplinary approach, *Journal of Neurosurgery*, 10.3171/2015.1.JNS142462, 124, 1, (115-121), (2016)

© Бетева Марина Юрьевна (beteeva95_95@mail.ru); Задеренко Игорь Александрович; Мкртчян Камо Сергеевич
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ХРОНИЧЕСКИЙ АПИКАЛЬНЫЙ ПЕРИОДОНТИТ. КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

CHRONIC APICAL PERIODONTITIS. A CLINICAL CASE

**R. Gadzhieva
G. Budaichiev
E. Kurbanova**

Summary. This article presents a thorough analysis of chronic apical periodontitis, focusing on its prevalence, causes, diagnosis and effective treatment methods. The study is illustrated in the clinical case of a 45-year-old patient with complaints of pain in the upper right canine, who was diagnosed with chronic apical periodontitis. The main factor in the development of the disease in this case was the progression of the carious process leading to inflammation of the pulp and the subsequent spread of infection to the periapical tissues. The article describes in detail the treatment process, starting with local anesthesia and opening of the tooth cavity, to mechanical and medical treatment of root canals. Special attention is paid to the need for thorough diagnosis and individual selection of treatment methods based on specific clinical data. The results of treatment show a significant improvement in the patient's condition and restoration of bone tissue, confirming the effectiveness of the methods used.

Keywords: periodontitis, endodontic treatment, root canals.

Гаджиева Римма Ибрагимхалиловна
врач-стоматолог стоматологической клиники
«Семейная стоматология» г. Махачкала
rimma85_08@mail.ru

Будайчиев Гасан Магомед-Алиевич
к.м.н., ассистент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет»
Минздрава России, Махачкала
gasan.budaychiev005@mail.ru.

Курбанова Эльмира Абуталибовна
к.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Дагестанский
государственный медицинский университет»
Минздрава России, Махачкала

Аннотация. В данной статье представлен обстоятельный анализ хронического апикального периодонтита, акцентируя внимание на его распространенности, причинах возникновения, диагностике и эффективных методах лечения. Исследование представлено на клиническом случае 45-летнего пациента с жалобами на боли в области верхнего правого клыка, у которого был диагностирован хронический апикальный периодонтит. Основным фактором развития заболевания в данном случае стало прогрессирование кариозного процесса, ведущего к воспалению пульпы и последующему распространению инфекции на периапикальные ткани. В статье подробно описывается процесс лечения, начиная с местного обезболивания и раскрытия полости зуба, до механической и медикаментозной обработки корневых каналов. Особое внимание уделено необходимости тщательной диагностики и индивидуального подбора методов лечения, основанных на конкретных клинических данных. Результаты лечения показывают значительное улучшение состояния пациента и восстановление костной ткани, подтверждая эффективность применяемых методик.

Ключевые слова: периодонтит, эндодонтическое лечение, корневые каналы.

Актуальность

Хронический апикальный периодонтит (ХАП), характеризующийся воспалением периапикальных тканей зуба, является значимой проблемой в стоматологической науке и практике. Несмотря на то что ХАП широко изучен, он продолжает представлять собой сложный вызов для клиницистов из-за своей частой асимптоматичности и сложности диагностики [1]. Распространенность ХАП варьирует в зависимости от демографических и географических факторов, что подчеркивает необходимость контекстуализированного подхода в исследованиях и лечении [2]. Важность исследований в этой области усиливается взаимосвязью ХАП с общим здоровьем человека. Современные данные указывают на потенциальную роль периодонтита в развитии сердечно-сосудистых заболеваний, диабета и других системных нарушений [3]. Таким образом, глубокое по-

нимание патофизиологии ХАП может способствовать более эффективному управлению его последствиями и предотвращению системных осложнений. Сложность ХАП также проявляется в его терапии. Стандартные подходы лечения, включая эндодонтическое лечение и антибактериальную терапию, не всегда эффективны, что ведет к высокой частоте рецидивов и необходимости поиска новых терапевтических стратегий [4]. Исследования в этой области направлены на изучение новых материалов и методов лечения, а также на разработку индивидуализированных подходов, основанных на понимании молекулярных и биологических механизмов заболевания. Также актуальным является вопрос образования и повышения осведомленности пациентов. Обучение пациентов правильному уходу за полостью рта и раннему обращению за медицинской помощью при первых симптомах может значительно снизить распространенность и тяжесть ХАП [5].

Детальный анализ и накопление клинических наблюдений, подкрепленных современными диагностическими методами, несомненно, будет способствовать оптимизации подходов к ведению этой широко распространенной патологии. Представленное в данной статье описание конкретного случая из клинической практики призвано внести определенный вклад в изучение проблемы.

Клинический случай

Пациент А.И., 45 лет, обратился в стоматологическую клинику «Семейная стоматология» с жалобами на периодические боли в области верхнего правого клыка. Эти боли беспокоили его на протяжении последних 2–3 месяцев. Он отмечал, что болевые ощущения возникали при употреблении твердой и холодной пищи, а также иногда появлялись самопроизвольно. До этого момента пациент не обращался к врачу по данному поводу. При проведении клинического осмотра обнаружены следующие симптомы: гиперемизированная и отечная слизистая оболочка в области верхнего правого клыка, а также слегка болезненная перкуссия. Рентгенологическое исследование выявило наличие глубокой кариозной полости, сообщающейся с пульповой камерой. Кроме того, была замечена деструкция костной ткани в области верхушки корня зуба. На основе клинических данных был поставлен диагноз: Хронический апикальный периодонтит верхнего правого клыка. Лечение началось с местного обезболивания с использованием анестетика и установлен коффердам для изоляции зуба. Полость доступа была подготовлена с помощью алмазного бора. Поиск устьев корневых каналов производился с помощью эндодонтического эксплорера. После исследования каналов с помощью бора выполнено тщательное расширение устьев. Рабочую длину определили с помощью рентгенограммы, а затем подтвердили электронным апексолоратором. Обработка устьев и формирование апикальной части выполнили вращающимися никель-титановыми файлами. Каждый этап сопровождался обильным орошением 2,5 % раствором гипохлорита натрия и 17 % раствором этилендиаминтетрауксусной кислоты. Наложена паста на основе гидроксида кальция на 7 дней.

На повторном приеме через неделю пациент сообщил о значительном уменьшении болевых ощущений. При осмотре было отмечено отсутствие симптомов воспаления. Рентгенологически были зарегистрированы признаки восстановления костной ткани в области верхушки корня зуба. На повторном приеме повязка была удалена с последующим орошением 10 % р-ром лимонной кислоты комбинации с 20 % р-ом ЭДТА. Каналы высушены бумажными штифтами Meta Biomed. Обтурация была выполнена гуттаперчей и безэвгенольным полимерным силером на основе гидроксида кальция. Пациенту были даны рекомендации по поддержанию

гигиены полости рта и необходимости регулярного посещения врача-стоматолога (рис.1).

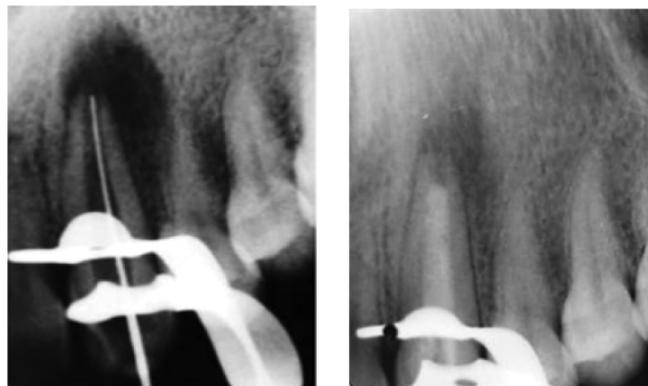


Рис. 1. Рентгенограмма при определении рабочей длины и после проведенного лечения)

Обсуждение

Хронический апикальный периодонтит, выявленный у пациента А.И., представляет собой важное и распространенное стоматологическое заболевание, часто встречающееся среди взрослого населения. Эпидемиологические данные указывают на его распространенность в диапазоне от 14 % до 61 %, что подчеркивает значимость данной проблемы в современной стоматологии [1]. Хронический апикальный периодонтит обычно развивается вследствие воспалительных процессов в пульпе зуба, вызванных различными факторами, такими как кариес, травма, перегрузка и другие причины [2]. В данном клиническом случае наиболее вероятной причиной развития заболевания стал прогрессирующий кариозный процесс, который, распространяясь, вовлек в процесс пульпу зуба. Это, в свою очередь, привело к распространению инфекции на периапикальные ткани и к формированию хронического воспаления [3].

Применение традиционного протокола эндодонтической терапии в данном случае оказалось успешным, что согласуется с данными многочисленных исследований и публикаций. Эффективность консервативного лечения хронических периодонтитов подтверждается в различных научных работах, что указывает на важность правильно выбранной стратегии лечения [4, 5]. Следует подчеркнуть, что подход к лечению должен быть комплексным и включать не только устранение первичной причины заболевания, но и профилактику возможных рецидивов и осложнений. Важной составляющей эффективного лечения является также информирование пациента о важности поддержания оральной гигиены и регулярных посещений стоматолога для профилактики и раннего выявления подобных заболеваний.

Выводы

Хронический апикальный периодонтит является распространенным стоматологическим заболеванием,

требующим своевременной диагностики и адекватного лечения. Основной причиной развития данной патологии в описанном случае послужило прогрессирующее кариозное поражение зуба с вовлечением пульпы. Проведенное комплексное лечение, включающее эндодонтическую терапию, медикаментозную поддержку

и восстановление анатомической формы зуба, позволило добиться полного выздоровления. Полученный положительный результат подтверждает эффективность современных методов консервативного лечения данного заболевания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будаичев Г.М.А., Хижалова З.Т., Меджидова Н.М. Эндодонтическое лечение первого нижнего моляра со сложной анатомией корневого канала // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2020. №8 (2). С. 69–72.
2. Митронин, А.В. История эндодонтии: от науки к практике / А.В. Митронин, И.Г. Островская, Т.П. Вавилова // Эндодонтия today. — 2016. — № 1. — С. 69–72.
3. Kayaoglu G, Peker I, Gumusok M, et al. Root and canal symmetry in the mandibular anterior teeth of patients attending a dental clinic: CBCT study. Braz Oral Res 2015; 29.
4. Rahimi S, Milani AS, Shahi S. Prevalence of two root canals in human mandibular anterior teeth in an Iranian population. Indian J Dent Res. 2013;24(2):234–6.
5. Lin Z, Hu Q, Wang T, Ge J, Liu S, Zhu M, et al. Use of CBCT to investigate the root canal morphology of mandibular incisors. Surg Radiol Anat. 2014;36(9):877–82.

© Гаджиева Римма Ибрагимхалиловна (rimma85_08@mail.ru); Будаичев Гасан Магомед-Алиевич (gasan.budaychiev005@mail.ru);
Курбанова Эльмира Абуталибовна
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

КРОВОТЕЧЕНИЯ В СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ: ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ДАННЫХ

BLEEDING IN DENTAL PRACTICE: A REVIEW OF CURRENT DATA

V. Kaliberdenko
Z. Chaush
R. Mamutov
R. Sheret

Summary. Bleeding is one of the most common complications in medical practice. In the practice of a dentist, bleeding can occur both as a result of the provision of a certain service, and as a complication of diseases of various systems and organs, as well as with congenital abnormalities of the blood coagulation system. In addition, patients receiving anticoagulant therapy are difficult. In this regard, it is important for dentists to be aware of the main pathologies that provoke bleeding in dental clinical practice, as well as methods of their prevention and treatment.

Keywords: bleeding, implantology, surgical dentistry, anticoagulants, antiplatelet agents.

Введение

Кровотечение является одним из основных осложнений после медицинских, в частности — хирургических, вмешательств, и стоматология не является исключением. В стоматологической практике могут проводиться различные хирургические процедуры, начиная от простого удаления зубов с последующей установкой имплантата до сложных многоэтапных процедур, включающих аугментацию и/или синус-лифтинг. Правильная оценка риска кровотечения и принятие соответствующих мер предосторожности являются важными аспектами безопасного проведения стоматологических и хирургических процедур [1, 2].

Частота послеоперационного кровотечения после стоматологических вмешательств у здоровых людей составляет примерно 0,2–3,3 %. Однако у пациентов с нарушениями свертываемости крови, этот риск значительно выше и составляет 8,6–32,1 % [1, 3]. Поэтому особое

Аннотация. Кровотечение — одно из наиболее часто встречаемых осложнений в медицинской практике. В практике врача-стоматолога кровотечение может возникнуть как в результате оказания определенной услуги, так и в качестве осложнения заболеваний различных систем и органов, а также при врожденных аномалиях системы свертывания крови. Кроме этого, сложность представляют пациенты, получающие антикоагулянтную терапию. В связи с этим, важным является осведомленность врачей-стоматологов об основных патологиях, провоцирующих кровотечение в стоматологической клинической практике, а также методах их профилактики и лечения.

Ключевые слова: кровотечение, имплантология, хирургическая стоматология, антикоагулянты, антиагреганты.

внимание и подготовка необходимы для пациентов, подвергающихся повышенному риску кровотечения.

В данном обзоре рассматриваются врожденные и приобретенные нарушения свертываемости крови, которые могут быть причинами повышенного риска кровотечения. К врожденным нарушениям относятся синдром фон Виллебранда-Юргенса и различные подтипы гемофилии А и В [4, 5, 6]. Приобретенные нарушения свертывания крови могут быть вызваны заболеваниями печени, почек и костного мозга. Также важно учитывать препараты, влияющие на свертываемость крови, такие как пероральные антикоагулянты (ПОАК).

Цель данного обзора — предоставить обзор современной литературы о возникновении кровотечений при проведении стоматологических манипуляций и изучить современные методы коррекции данных осложнений. Это обзор может быть полезным для специалистов, которые занимаются проведением хирургических процедур в области стоматологии.

Анализ и обсуждение

Болезнь Виллебранда является редким наследственным расстройством, от которого страдает до одного процента населения [6]. Это обусловлено дефицитом белка-носителя фактора VIII, который влияет на фактор Виллебранда. Болезнь Виллебранда может возникать либо из-за количественного (тип 1 или 3) дефицита фактора Виллебранда в плазме крови пациентов, либо из-за качественного (тип 2) дефицита. Пациенты с болезнью Виллебранда могут иметь различные степени кровотечения во время и после инвазивных процедур [6, 7]. Исследования показали, что пациенты с неизвестной болезнью Виллебранда имеют более высокую частоту осложнений при хирургическом вмешательстве, чем пациенты, осведомленные о своем заболевании и получающие лечение [7].

Лечение болезни Виллебранда включает применение десмопрессина у пациентов с типом 1 и достаточным уровнем фактора VIII и фактора Виллебранда в крови. Пациенты, не реагирующие на десмопрессин, а также пациенты с другими типами болезни Виллебранда, могут быть лечены концентратами фактора VIII, содержащими фактор Виллебранда. Протоколы лечения должны быть разработаны индивидуально в зависимости от типа и тяжести болезни Виллебранда и характера вмешательства с целью предотвращения периперационных кровотечений [7, 8].

Местные меры гемостаза, такие как использование желатинового конуса, фибринового клея, адаптирующих швов, компрессии и транексамовой кислоты, применяются во всех процедурах для предотвращения кровотечений [6]. Исследования показали, что в целом пери- или послеоперационных кровотечений не наблюдается. У большинства пациентов типа 1 болезни Виллебранда отмечается незначительное снижение уровня фактора Виллебранда в плазме крови, но геморрагического диатеза обычно нет. Однако есть данные, которые указывают на связь между незначительным снижением уровня фактора Виллебранда и повышенным фенотипом кровотечения [8]. Это может быть связано со снижением синтеза и/или секреции данного фактора, хотя существующих доказательств пока недостаточно.

Исследования показали, что плановые процедуры у пациентов с низким уровнем фактора Виллебранда часто сопровождаются кровотечениями и требуют дополнительные меры по контролю кровотечений. С помощью местных мер гемостаза и системного введения транексамовой кислоты и десмопрессина можно снизить риск кровотечений после стоматологических процедур [7, 8, 9]. В целом, лечение и профилактика кровотечений у пациентов с болезнью Виллебранда требует индивидуального подхода, основанного на типе и тяжести заболевания.

Гемофилия А и В — это генетические нарушения свертываемости крови, которые характеризуются дефицитом факторов свертывания крови VIII и IX соответственно. Гемофилия А встречается чаще, чем гемофилия В, с распространенностью около 1 случая на 10–20 тысяч и 1 случай на 30–60 тысяч соответственно. Большинство пациентов с гемофилией имеют семейную предрасположенность к этому заболеванию, но также возможны и спонтанные мутации [10, 11].

Гемофилию классифицируют по трём степеням тяжести, основываясь на уровне активности факторов свертывания крови. Для нормального гемостаза требуется остаточная активность факторов более 25 %, но большинство пациентов имеют уровень ниже 5 %. Легкая гемофилия характеризуется активностью факторов 5–40 %, умеренная — 1–5 %, а тяжелая — менее 1 % [5, 11].

Основным методом лечения кровотечений у пациентов с гемофилией является инфузия препаратов, содержащих недостающие факторы свертывания крови. Однако, из-за коротких периодов полувыведения, пациенты требуют частых и адаптированных к весу доз препаратов. Одним из сложностей заместительной терапии является возникновение антител против фактора свертывания крови, которые нейтрализуют эффект препарата, что делает лечение сложнее [11, 12].

В зависимости от степени тяжести гемофилии и типа хирургической процедуры, может потребоваться замена недостающих факторов и/или применение дополнительных гемостатических мер. Более лёгкие процедуры, такие как стоматологические осмотры, могут не требовать замены факторов, в то время как удаление зубов или лечение пародонтита чаще всего требуют замены факторов свертываемости [11]. В целом, лечение пациентов с гемофилией в контексте хирургических стоматологических процедур требует тщательной оценки и индивидуального подхода. Дополнительные гемостатические меры и замена факторов могут потребоваться в зависимости от степени тяжести гемофилии и сложности проводимой стоматологической манипуляции [10].

Анализ стоматологических процедур, выполненных Расаратнамом и соавторами на 30 пациентах с врожденными нарушениями свертываемости крови, выявил только один случай послеоперационного кровотечения (0,5 %) [14]. Однако, так как это была ретроспективная оценка, возможно, не все осложнения кровотечений были задокументированы.

У пациентов с тяжелыми заболеваниями печени также наблюдаются нарушения свертываемости крови, вызванные многофакторной этиологией. Большая часть факторов свертывания крови и тромбopoэтин производятся в печени. Прогрессирование заболевания пе-

чени приводит к снижению адгезии тромбоцитов к эндотелию, а также снижению их агрегации и активации. Портальная гипертензия также приводит к гипертрофии селезенки и увеличению количества тромбоцитов в ней. Это приводит к тромбоцитопении, частому осложнению при хронических заболеваниях печени [15, 16, 17].

Кроме того, у пациентов с заболеваниями печени часто встречается хроническая анемия, истощение витамина К, нарушение всасывания в кишечнике, повышенная фибринолитическая активность и снижение функции костного мозга. Протромбиновое время и активированное частичное тромбопластиновое время увеличиваются при хронических заболеваниях печени, что может привести к сильному кровотечению после дентальной имплантации. Поэтому перед инвазивными процедурами в полости рта рекомендуется проводить тесты на функцию печени и свертываемость крови [18].

Пациенты с циррозом печени и другими заболеваниями печени имеют повышенный риск кровотечения во время и после стоматологических хирургических вмешательств, поэтому перед операцией необходимо провести предоперационную подготовку пациентов с заболеваниями печени, включающую профилактические меры по переливанию крови, а также местные меры гемостаза. Использование только профилактического переливания крови не обеспечивает достаточную степень гемостаза, поэтому также требуется применение местных мер гемостаза и тщательное наблюдение за пациентами [17, 18]. Более тяжелые формы заболеваний печени могут быть подвергнуты стоматологическим хирургическим вмешательствам безопасно, если проводится профилактическое переливание крови в сочетании с местными мерами гемостаза и строгим наблюдением за пациентами.

Периодическое кровотечение после удаления зубов у пациентов, кандидатов на трансплантацию печени, регистрируется в 1,4–1,7 % случаев [17]. В некоторых исследованиях частота повторного кровотечения составляла 0–2,9 %. Выводы исследования Медины и соавторов указывают на то, что у пациентов с циррозом печени, у которых количество тромбоцитов выше 16000/мкл и международное нормализованное отношение (МНО) менее 3, не требуется переливание крови с содержанием тромбоцитов выше этого уровня. В этих случаях достаточно использования местных мер гемостаза [18, 19, 20, 21].

Исследование, проведенное Porreira и соавторами, показало, что нет различий в отношении послеоперационных кровотечений между предоперационным интраназальным введением десмопрессина и предоперационным переливанием плазмы у пациентов с количеством тромбоцитов 30–50 000/мкл и МНО 2–3, при

этом использовались также местные меры гемостаза. У пациентов с недиагностированным заболеванием печени и без соответствующих мер предосторожности, экстракции зубов могут вызвать опасное для жизни кровотечение [21]. Таким образом, важно проводить предоперационную подготовку пациентов с заболеваниями печени перед стоматологическими хирургическими вмешательствами, включая профилактическое переливание крови, местные меры гемостаза и тщательное наблюдение за пациентами.

Вмешательство в полости рта пациентов с риском мальабсорбции витамина К может потребовать замены витамина К перед процедурой, как пероральной, так и внутривенной. Также, пациентам с выраженным поражением печени может потребоваться предварительная инфузия плазмы или тромбоцитов. Однако, необходимо применять местные кровоостанавливающие меры, так как профилактические трансфузии не гарантируют адекватного гемостаза [18, 19].

При циррозе печени также обнаружена связь с пародонтитом, поэтому перед трансплантацией печени рекомендуется проводить устранение зубных очагов инфекции. Авторы также отмечают, что пациенты с количеством тромбоцитов меньше 50000/мкл и международным нормализованным отношением (МНО) больше 2,5 получали концентрат тромбоцитов, а процедуры с МНО больше 3 были отложены до достижения меньших значений [22].

Заболевания почек часто приводят к нарушению кроветворения по нескольким механизмам. Одна из причин связана с ограниченной продукцией тромбоцитов из-за нарушения секреции тромбопоэтина. Кроме того, у пациентов с заболеваниями почек могут возникать врожденные дефекты тромбоцитов, так как эндотелиальные клетки почечных клубочков обычно вырабатывают фактор Вильлебранда, который играет важную роль в адгезии тромбоцитов. Повреждение почек также может приводить к аномальной адгезии тромбоцитов. Кроме того, повышение уровня простагландинов в организме приводит к общей вазодилатации и усилению кровотечений. В результате таких нарушений, возникает риск развития анемии и уремической дисфункции тромбоцитов [23, 24].

Лечение заболеваний почек, особенно в случае их прогрессирования, обычно включает диализ. Гемодиализ требует применения антикоагулянтов, таких как гепарин, для обеспечения проходимости доступа и удаления токсических соединений из крови. Однако гепарин может снижать количество тромбоцитов и увеличивать риск кровотечений, особенно у пациентов с хронической почечной недостаточностью. При лечении пациентов с заболеваниями почек и склонностью к крово-

течениям, особое внимание следует уделять гемостазу и взаимодействию лекарственных средств. При необходимости, можно применять местные гемостатические меры и введение десмопрессина [24, 25]. В таких ситуациях важно сотрудничество между стоматологом и нефрологом, а стоматологическое лечение при риске кровотечения следует отложить до дня без диализа.

Заболевания костного мозга могут вызывать нарушение выработки незрелых клеток-предшественников или зрелых клеток, что может привести к изменению склонности к кровотечениям у больных пациентов. Некоторые заболевания, такие как туберкулез и лейкемия, могут нарушить нормальную функцию костного мозга. Лейкемия — это группа гематологических заболеваний, характеризующаяся повышенным и неконтролируемым образованием нефункциональных лейкоцитов в костном мозге. Это может приводить к анемии, тромбоцитопении и лейкопении у пациентов. При проведении инвазивных стоматологических процедур у пациентов с лейкемией рекомендуется учитывать количество тромбоцитов и нейтрофилов, чтобы избежать повышенной склонности к кровотечениям. При низком уровне тромбоцитов может потребоваться переливание тромбоцитов. Если пациент получает системную терапию, стоматологические процедуры рекомендуется проводить в периоды ремиссии или между циклами химиотерапии, когда количество клеток и тромбоцитов находится на оптимальном уровне. Для контроля кровотечений могут использоваться местные кровоостанавливающие меры, такие как применение десмопрессина и транексамовой кислоты [26, 27].

При приеме ПОАК необходимо оценить риск кровотечения и тромбоза. Для пациентов, получающих ПОАК которым необходима стоматологическая процедура или операция, с низким риском кровотечения можно проводить рутинные, консервативные и эндодонтические процедуры без прерывания приема антикоагулянтов. Однако для других хирургических процедур с высоким риском кровотечения может потребоваться снятие антикоагулянтов или замена препаратов [28].

Антагонисты витамина К являются препаратами, которые ингибируют факторы свертывания крови и контролируются измерением МНО. Диапазон МНО должен поддерживаться в узких терапевтических пределах для предотвращения тромбоэмболических событий, не вызывая при этом кровотечений. При назначении терапии МНО выбирают с учетом индивидуального риска пациента [29].

Пероральные антикоагулянты прямого действия (ПАПД) — это альтернатива антагонистам витамина К. Они имеют преимущества, такие как немедленное начало действия, меньшее взаимодействие с другими ле-

карствами и пищей, короткий период полувыведения и фиксированные дозы без необходимости регулярного мониторинга. ПАПД действуют путем прямого ингибирования активированных факторов свертывания крови. Данные исследований показывают, что ПАПД не уступают антагонистам витамина К в предотвращении тромбоэмболических событий, с нижним риском кровотечений [29, 30, 31].

Таким образом, при лечении заболеваний костного мозга и при приеме пероральных антикоагулянтов необходимо проводить консультацию с гематологом и принимать меры для контроля кровотечений, включая использование местных кровоостанавливающих средств. При проведении стоматологических процедур необходимо учитывать риск кровотечений и принимать соответствующие решения относительно приема антикоагулянтов

Информация, взятая из исследований по антиагрегантной и антикоагулянтной терапии, указывает на то, что в более ранних исследованиях уровень смертности у пациентов, получавших антикоагулянты, был сопоставим или даже ниже, чем у пациентов, получавших антагонисты витамина К, несмотря на отсутствие антидотов. Для лечения тромбоэмболических событий были одобрены антидоты, однако их использование может повысить частоту тромбоэмболических событий [31, 32].

Также в исследовании указано, что антиагрегантные препараты используются для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, а также для лечения ишемии миокарда и инсульта. Их эффект заключается в ингибировании агрегации тромбоцитов и образования тромбов [30].

При инвазивных процедурах у пациентов, принимающих антикоагулянты и антиагреганты, существует несколько вариантов действий. Варианты могут включать прекращение медикаментозной терапии до и после процедуры, продолжение терапии, снижение дозы антикоагулянтов/антиагрегантов или временное прекращение пероральных антикоагулянтов и назначение антикоагулянтов сравнительно короткого действия [32, 33].

Исследование Garcia et al. сообщает о случаях тромбоэмболических явлений, возникших у пациентов, которым был отменен антикоагулянт варфарин и не проводилось «мостовое» лечение. Однако общий риск прерывания периоперационной терапии антагонистами витамина К не может быть окончательно оценен из-за ограниченного количества случаев тромбоэмболий. Также упоминается, что при временном прекращении приема пероральных антикоагулянтов часто рекомендуется использовать низкомолекулярный гепарин в качестве «моста», хотя его безопасность и эффективность не до-

казаны для всех процедур и для всех групп риска пациентов. В целом, данная информация указывает на сложность выбора и проведения терапии антиагрегантами и антикоагулянтами, а также необходимость дальнейших исследований для определения оптимальных стратегий лечения с минимальными рисками для пациентов [33]

В 2012 году Сигал и соавторы провели систематический обзор литературы, в котором они пришли к выводу, что пациенты, получавшие «мостиковое лечение» вместо пероральной терапии антагонистами витамина К, имели более высокий риск кровотечения и схожую частоту тромбозных событий по сравнению с группой, продолжавшей пероральную терапию [29, 30].

В последующие годы было проведено множество исследований, которые продемонстрировали практические преимущества продолжения терапии пероральными антикоагулянтами по сравнению с мостовым лечением. В 2015 году Дукетис и др. провели рандомизированное двойное слепое плацебо-контролируемое клиническое исследование, в котором сравнивали мостовых пациентов с пациентами, получавшими плацебо, относительно кровотечений и тромбозных событий при различных хирургических стоматологических процедурах [33, 34]. В исследовании не было обнаружено различия в отношении тромбозных событий между группами, но случаи кровотечения происходили значительно чаще в мостовой группе.

В 2017 году Янг и др. опубликовали систематический обзор, в котором сравнивали риск кровотечений и тромбозных событий у пациентов, получавших мостовую терапию гепарином с пациентами, продолжавшими пероральную антикоагулянтную терапию. Исследование показало, что мостик значительно чаще приводил к кровотечениям, но не было различий в тромбозных событиях [33].

Другие исследования также показали, что продолжение или кратковременное прерывание терапии пе-

роральными антикоагулянтами без мостового лечения рекомендуется для большинства процедур с низким и умеренным риском кровотечения [32, 34].

В систематическом обзоре, проведенном Кеммером и соавторами, был сделан вывод, что стоматологические хирургические процедуры можно безопасно выполнять пациентам, принимающим пероральные антикоагулянты с антагонистами витамина К, при условии, что антикоагулянт находится в терапевтическом диапазоне и проводятся местные гемостатические мероприятия [33]. Подобные результаты были получены в других исследованиях, включая исследование с использованием пероральных антикоагулянтов [28, 31, 32].

Выводы

На основе проведенного анализа литературы, можно заключить, что продолжение или кратковременное прерывание терапии пероральными антикоагулянтами без мостового лечения рекомендуется для большинства инвазивных процедур с низким и умеренным риском кровотечения. Стоматологические хирургические процедуры также могут быть безопасно выполнены пациентам, принимающим пероральные антикоагулянты, при условии, что проводятся местные гемостатические меры. Однако, каждый случай должен оцениваться индивидуально, и решение о продолжении или прерывании терапии должно быть принято совместно с врачом.

В целом, в настоящее время не рекомендуется применение «мостовой» терапии с помощью ПОАК, хотя кратковременное прекращение или продолжение приема ПОАК целесообразно для вмешательств с низким риском кровотечения, таких как стоматологические хирургические процедуры. Если прием ПОАК был прерван, его следует возобновить после вмешательства как можно скорее. Исследования показывают, что стоматологические хирургические процедуры, скорее всего, имеют низкий риск кровотечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Risk-based management of dental procedures in patients with inherited bleeding disorders: development of a Dental Bleeding Risk Assessment and Treatment Tool (DeBRATT) / Rasaratnam L, Chowdary P, Pollard D, Subel B, Harrington C, Darbar UR // Haemophilia. — 2017. — Vol. 23, N 2. — P. 247–254.
2. Shaw JR, Kaplovitch E, Douketis J. Periprocedural management of oral anticoagulation // Medical Clinics of North America. — 2020. — Vol. 104, N 4. — P. 709–726.
3. Thromboembolic and bleeding risk of periprocedural bridging anticoagulation: a systematic review and meta-analysis / Kuo HC, Liu FL, Chen JT, Cherng YG, Tam KW, Tai YH // Clinical Cardiology. — 2020. — Vol. 43, N 5. — P. 441–449.
4. Anticoagulation use prior to common dental procedures: a systematic review / Chahine J, Khoudary MN, Nasr S // Cardiology Research and Practice. — 2019. — Vol. 2019.
5. The past and future of haemophilia: diagnosis, treatments, and its complications / Peyvandi F, Garagiola I, Young G // Lancet. — 2016. — Vol. 388. — P. 187–197.
6. Dental invasive procedures in von Willebrand disease outpatients treated with high purity FVIII/VWF complex concentrate (Fanhdi(R)): experience of a single center / De Padua V, Romeo U, Santoro C, Bosco R, Baldacci E, Ferretti A, et al // Heliyon. — 2020. — Vol. 6, N 2. — P. 342.
7. Significant gynecological bleeding in women with low von Willebrand factor levels / Lavin M, Aguila S, Dalton N, Nolan M, Byrne M, Ryan K, et al // Blood Advances. — 2018. — Vol. 2, N 14. — P. 1784–1791.

8. Novel insights into the clinical phenotype and pathophysiology underlying low VWF levels / Lavin M, Aguila S, Schneppenheim S, Dalton N, Jones KL, O'Sullivan JM, et al // *Blood*. — 2017. — Vol. 130, N 21. — P. 2344–2353.
9. Management of elective procedures in low von Willebrand factor patients in the LoVIC study / Doherty D, Lavin M, O'Sullivan JM, Ryan K, O'Connell NM, Dougall A, et al // *Journal of Thrombosis and Haemostasis*. — 2020. — Vol. 19. — P. 701.
10. Liras A, Romeu L. Dental management of patients with haemophilia in the era of recombinant treatments: increased efficacy and decreased clinical risk // *BMJ Case Reports*. — 2019. — Vol. 12, N 4. — P. 227.
11. Oral and psychological alterations in haemophiliac patients / Fiorillo L, De Stefano R, Cervino G, Crimi S, Bianchi A, Campagna P, et al // *Biomedicines*. — 2019. — Vol. 7, N 2. — P. 33.
12. Infected tooth extraction, bone grafting, immediate implant placement and immediate temporary crown insertion in a patient with severe type-B hemophilia / Calvo-Guirado JL, Romanos GE, Delgado-Ruiz RA // *BMJ Case Reports*. — 2019. — Vol. 12, N 3. — P. 229.
13. Bajkin B, Dougall A. Current state of play regarding dental extractions in patients with haemophilia: consensus or evidence-based practice? A review of the literature // *Haemophilia*. — 2020. — Vol. 26, N 2. — P. 183–199.
14. Safety of buccal infiltration local anaesthesia for dental procedures / Dougall A, Apperley O, Smith G, Madden L, Parkinson L, Daly B // *Haemophilia*. — 2019. — Vol. 25, N 2. — P. 270–275.
15. Saab S, Brown RS., Jr Management of thrombocytopenia in patients with chronic liver disease // *Digestive Diseases and Sciences*. — 2019. — Vol. 64, N 10. — P. 2757–2768.
16. Postoperative complications after dental extraction in liver pretransplant patients / Pereira Tdos S, Pelinsari FC, Ruas BM, Avelar LP, da Fonseca VJ, de Abreu MH, et al // *Special Care Dentistry*. — 2016. — Vol. 36, N 5. — P. 277–281.
17. Prospective randomized single-blind study of post-operative bleeding after minor oral surgery in patients with cirrhosis / Efeoglu C, Sipahi Calis A, Karasu Z, Koca H, Boyacioglu H // *Turkish Journal of Gastroenterology*. — 2019. — Vol. 30, N 2. — P. 171–176.
18. Moosajee S, Rafique S. Dental management of patients with acquired and congenital bleeding disorders // *Primary Dental Journal*. — 2020. — Vol. 9, N 2. — P. 47–55.
19. Brigo S, Mancuso E, Pellicano R. Dentistry and oral and maxillofacial surgery in the patient with liver disease: key messages for clinical practice // *Minerva Stomatologica*. — 2019. — Vol. 68, N 4. — P. 192–199.
20. Periodontitis in individuals with liver cirrhosis: a case-control study / Costa FO, Lages EJP, Lages EMB, Cota LOM // *Journal of Clinical Periodontology*. — 2019. — Vol. 46, N 10. — P. 991–998.
21. Bleeding during and after dental extractions in patients with liver cirrhosis / Medina JB, Andrade NS, de Paula EF, Bezinelli L, Franco JB, Gallottini M, et al // *Journal of Oral Maxillofacial Surgery*. — 2018. — Vol. 47, N 12. — P. 1543–1549.
22. Periodontitis in patients with cirrhosis: a cross-sectional study / Gronkjaer LL, Holmstrup P, Schou S, Kongstad J, Jepsen P, Vilstrup H // *BMC Oral Health*. — 2018. — Vol. 18, N 1. — P. 22.
23. Dental care for patients with end-stage renal disease and undergoing hemodialysis / Costantinides F, Castronovo G, Vettori E, Frattini C, Artero ML, Bevilacqua L, et al // *International Journal of Dentistry*. — 2018. — Vol. 2018. — P. 961.
24. Pendem S, Lakshmi Narayana G, Ravi P. End stage renal disease: not a contraindication for minor oral surgery-protocol for the management of oral surgery patients with ESRD on hemodialysis // *Journal of Oral Maxillofacial Surgery*. — 2017. — Vol. 16, N 2. — P. 231–237.
25. Thromboembolic and bleeding risk in atrial fibrillation patients with chronic kidney disease: role of anticoagulation therapy / Magnocavallo M, Bellasi A, Mariani MV, Fusaro M, Ravera M, Paoletti E, et al // *Journal of Clinical Medicine*. — 2020. — Vol. 10, N 1. — P. 83.
26. Oral manifestations in stem cell transplantation for acute myeloid leukemia / Mester A, Irimie A, Oprita L, Dima D, Petrushev B, Lucaciu O, et al // *Medical Hypotheses*. — 2018. — Vol. 121. — P. 191–194.
27. Delayed socket healing after dental extraction in patients undergoing myelosuppressive chemotherapy for hematological malignancy: incidence and risk factors / Akashi M, Kishimoto M, Kusumoto J, Yakushijin K, Matsuoka H, Komori T // *Journal of Oral Maxillofacial Surgery*. — 2018. — Vol. 76, N 10. — P. 2057–2065.
28. Comparison of direct oral anticoagulants and warfarin regarding midterm adverse events in patients with atrial fibrillation undergoing catheter ablation / Sagawa Y, Nagata Y, Yamaguchi T, Iwai T, Yamaguchi J, Hijikata S, et al // *Journal of Arrhythmia*. — 2018. — Vol. 34, N 4. — P. 428–434.
29. Perioperative management of patients receiving non-vitamin K antagonist oral anticoagulants: up-to-date recommendations / Kim KS, Song JW, Soh S, Kwak YL, Shim JK // *Anesthesiology and Pain Medicine*. — 2020. — Vol. 15, N 2. — P. 133–142.
30. Perioperative management of patients with atrial fibrillation receiving a direct oral anticoagulant / Douketis JD, Spyropoulos AC, Duncan J, Carrier M, Le Gal G, Tafur AJ, et al // *JAMA Internal Medicine*. — 2019. — Vol. 179.
31. Implant placement in patients under treatment with rivaroxaban: a retrospective clinical study / Galletti G, Alfonsi F, Raffaele A, Valente NA, Chatelain S, Kolerman R, et al // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. — 2020. — Vol. 17, N 12. — P. 460.
32. A retrospective analysis of dental implantation under anticoagulant treatment / Manor Y, Peleg O, Mijiritsky E, Manor A, Reiter S // *Clinical Oral Investigations*. — 2020. — Vol. 25, N 3. — P. 1001–1009.
33. What surgeons should know about non-vitamin K oral anticoagulants: a review / Verma A, Ha ACT, Rutka JT, Verma S // *JAMA Surgery*. — 2018. — Vol. 153, N 6. — P. 577–585.
34. Malik AH, Majeed S. Effect of antiplatelet therapy on minor dental procedures // *National Journal of Maxillofacial Surgery*. — 2020. — Vol. 11, N 1. — P. 64–66.

СИНДРОМ ПОЛИКИСТОЗНЫХ ЯИЧНИКОВ

POLYCYSTIC OVARY SYNDROME

G. Kamenskikh
G. Veligurov

Summary. Polycystic ovary syndrome (PCOS) is a common pathology in obstetrics and gynecology. The disease is accompanied by dysfunction of the endocrine system organs — ovaries, adrenal cortex, hypothalamus, pituitary gland, pancreas. In early pregnancy, patients with PCOS are at high risk of miscarriage. In the future, the risk of developing type 2 diabetes mellitus and arterial hypertension, placental insufficiency, preeclampsia, and isthmic-cervical insufficiency increases. The risks of PCOS include pregnancy complications, cardiovascular pathologies, and gynecological neoplasms. The pathology is associated with anovulation and hyperandrogenism. The incidence of the pathology is 4–15 % among women of reproductive age. The article examines the influence of individual links in the pathogenesis of PCOS on the course of pregnancy and characterizes the main complications of the disease.

Keywords: polycystic ovary syndrome, gestation, pathogenesis, endocrine system, preeclampsia, hyperandrogenemia, metabolic syndrome, pregnancy.

В раннем репродуктивном периоде синдром поликистозных яичников может проявляться нарушениями менструального цикла, гиперандрогенией. Женщины, находящиеся в группе риска, нуждаются в профилактике и лечении СПКЯ для предотвращения неблагоприятных последствий в отдаленные сроки. Патогенез заболевания включает нарушения на уровне гипоталамо-гипофизарной системы, яичников, в инсулин чувствительных тканях и надпочечниках. СПКЯ служит фактором развития ряда других патологий — акне, гирсутизм, алопеции, сахарного диабета 2-го типа, дислипидемий, психических расстройств, онкологических заболеваний (новообразования эндометрия и молочных желез). Согласно Роттердамским критериям выделяют три фенотипа СПКЯ: классический (А) — характеризуется биохимической гиперандрогенией, олиго-/ановуляцией, поликистозными яичниками; фенотип В — ановуляторный, фенотип С — овуляторный (клиническая/или биохимическая гиперандрогения, поликистозная структура яичников), фенотип D — неандрогенный (ановуляция и поликистозные яичники).

Развитие СПКЯ может происходить по одному из трех основных механизмов: нарушение выработки лютеини-

Каменских Гаянэ Валериевна
кандидат медицинских наук, врач акушер-гинеколог,
ГБУЗ Краевая клиническая больница N2,
Перинатальный центр, г. Краснодар
gaene@mail.ru

Велигуров Герман Германович
кандидат медицинских наук, врач акушер-гинеколог,
ГБУЗ Краевая клиническая больница N2,
Перинатальный центр, г. Краснодар

Аннотация. Синдром поликистозных яичников (СПКЯ) является распространенной патологией в акушерстве и гинекологии. Заболевание сопровождается нарушениями функции органов эндокринной системы — яичников, коры надпочечников, гипоталамуса, гипофиза, поджелудочной железы. В ранних сроках беременности у пациентов с СПКЯ высокий риск прерывания. В будущем повышается риск развития сахарного диабета 2-го типа и артериальной гипертензии, плацентарной недостаточности, преэклампсии, истмико-цервикальной недостаточности. К рискам СПКЯ относятся осложнения беременности, сердечно-сосудистые патологии, гинекологические новообразования. Патология ассоциирована с ановуляцией и гиперандрогенией. Частота встречаемости патологии составляет 4–15 % среди женщин репродуктивного возраста. В статье рассматривается влияние отдельных звеньев патогенеза СПКЯ на течение беременности и дается характеристика основным осложнениям заболевания.

Ключевые слова: синдром поликистозных яичников, гестация, патогенез, эндокринная система, преэклампсия, гиперандрогенемия, метаболический синдром, беременность.

зирующего гормона, развитие инсулинорезистентности и гиперинсулинемии, вследствие дефицита овариальной ароматазы. Гиперлипидемия вызывает повреждение эндотелиального слоя сосудистой стенки. Уровень эндотелиального фактора роста коррелирует с числом антральных фолликулов. Нарушения метаболизма ведут к развитию серьезных осложнений — сахарному диабету 2-го типа, ожирению и другим, что отрицательно сказывается на продолжительности и качестве жизни.

Ранние сроки гестации

СПКЯ служит причиной выкидышей примерно в 15,5–24,7 % случаев. При проведении процедур экстракорпорального оплодотворения по причине бесплодия больных СПКЯ частота выкидышей увеличивается в несколько раз и достигает 87,0 %. СПКЯ является самой распространенной формой гиперандрогенемии. При этом, по данным исследований, гирсутизм встречается у 84,1 % небеременных женщин, гиперандрогенемия у 65,9 %. Гиперандрогенемия может провоцировать изменения в сосудах, кровоснабжающих матку, тем самым способствуя формированию предпосылок к прерыванию беременности в первом триместре.

Хроническая ановуляция проявляется как неполноценной трансформацией эпителия эндометрия, так и гиперпластическими изменениями — гиперплазия и полипы эндометрия. Частота встречаемости последних составляет 76,9 % и 10,3 % соответственно. Пролиферация слизистой оболочки матки является причиной нарушения процесса формирования плаценты.

Гипертензивные расстройства

Исходя из множества исследований, эндотелиальная дисфункция лежит в основе в формировании гестационной артериальной гипертензии и преэклампсии. Так, в крови беременных женщин с СПКЯ обнаружено повышенное содержание молекул межклеточной адгезии, эндотелина-1, ингибитора активатора плазминогена по сравнению с группой контроля, включающей беременных без СПКЯ.

Как указывалось ранее, одной из основных теорий развития СПКЯ является гиперинсулинемия (встречается у 60–70 % женщин с СПКЯ) и инсулинорезистентность (частота достигает 80 %). Имеются достоверные сведения о корреляционной связи концентрации инсулина в крови с величиной артериального давления. Это относится прежде всего к лицам без артериальной гипертензии в анамнезе. Компенсаторная гиперинсулинемия, формирующаяся вследствие снижения чувствительности к инсулину, способствует гиперактивации симпатической нервной системы. Влияние инсулинорезистентности на изменение уровня АД опосредовано снижением выработки оксида азота, и усилением выработки эндотелина-1 и экспрессии ингибитора активатора плазминогена. В условиях инсулинорезистентности и повышенной выработки инсулина усиление влияния СНС влечет за собой стимуляцию работы сердца, сосудов и почек.

Стоит учитывать роль дефицита цитозольного фермента катехол-О-метилтрансферазы, являющегося инактиватором катехоламинов, в том числе адреналина, норадреналина, дофамина, путем метилирования. Снижение синтеза данного гормона, наблюдаемое при СПКЯ, ожирении и СД, активирует симпатoadреналовую систему.

Беременные женщины, страдающие гестационной артериальной гипертензией, имеют риск развития хронической артериальной гипертензии в послеродовом периоде в 2,3–11 раз выше по сравнению с лицами без ГДМ.

Гестационный сахарный диабет

Гестационным сахарным диабетом (ГСД) сопровождается от 4 до 10 % беременностей в мире. Проспективные исследования позволяют сделать заключение о том, что частота развития гестационного сахарного диабета (ГСД) у больных СПКЯ превышает таковую в популяции

в 2–3 раза. В настоящее время отсутствуют достоверные данные об эффективности применения сенситайзеров инсулина (различные многоцентровые исследования эффективности метморфина дают противоречивые результаты) на снижение частоты возникновения ГСД у больных СПКЯ. Когортное исследование 2 297 613 женщин с ГДМ и гестационной артериальной гипертензией беременных женщин показало, лица с ГДМ имеют риск развития сахарного диабета 2-го типа в будущем в 4 раза превышающий таковой в контрольной когорте.

Истмико-цервикальная недостаточность

Истмико-цервикальная недостаточность (ИЦН) является причиной невынашивания беременности и преждевременного родоразрешения. ИЦН характеризуется укорочением и преждевременным раскрытием шейки матки во 2-м/3-м триместре беременности, пролабированием плодного пузыря в цервикальный канал и ранним разрывом плодных оболочек плаценты. Известно, что хроническое интраамниальное воспаление сопровождается увеличением продукции интерлейкина-1, интерлейкина-6 и фактора некроза опухоли- α . Воспалительный процесс приводит к размягчению и укорочению шейки матки. Помимо теории воспалительного генеза заболевания, причинами ИЦН могут быть врожденная дисплазия шейки матки, нарушенное соотношение содержания коллагеновых волокон и гладкой мускулатуры, недостаточная эластичность шейки, преждевременное созревание шейки (генетические факторы, эффекты гормонального действия, местное воспаление, инфекционный процесс).

По мере увеличения срока беременности плодный пузырь выпячивается в цервикальный канал, где подвергается инфицированию и вскрытию при повышении давления. В исследовании 80 случаев одноплодной беременности с СПКЯ и недостаточностью шейки матки средний срок окончания беременности составил $31,2 \pm 5,7$ нед., средний срок начала беременности составлял $22,3 \pm 3,8$ нед.

Плацентарная недостаточность

Плацента имеет большое биологическое значение. Через плаценту осуществляется связь материнского и плодового организмов. Главная задача плаценты — жизнеобеспечение плода: газообмен, питание, формирование иммунного и гормонального статуса, выделение продуктов жизнедеятельности. Предполагается, что через плаценту опосредованы механизмы развития артериальной гипертензии беременных. Морфологическое строение плацент женщин с СПКЯ отличается от плацент женщин без СПКЯ. В исследовании типа «случай–контроль» отмечены следующие отличия плацент женщин с СПКЯ: по сравнению с препаратами плацент,

полученными от женщин без СПКЯ, при СПКЯ толщина стенки плаценты меньше, объем и масса органа также снижены, отмечается более количество хорионических ворсинок и интервиллозитов. В плацентах женщин с СПКЯ имелись признаки хориоамнионита и фунисита.

Помимо воспалительных процессов, в препаратах были обнаружены очаги тромбоза и инфаркта. При этом количество случаев тромбоза сосудов коррелирует с количеством беременностей в выборке, сопровождавшимися артериальной гипертензией и явлениями преэклампсии. Этот факт свидетельствует о возможных нарушениях кровообращения и гипоксии плода. Об этом свидетельствует и незрелость ворсинок хориона, вследствие их быстрого роста и отсутствия адекватного кровоснабжения. Развивающаяся гипоксия запускает компенсаторных реакций, выражающихся в постепенном наборе веса беременной женщиной в целях увеличения площади кислородного газообмена.

Для СПКЯ характерна модификация фосфолипидного состава мембран плаценты, обусловленная повышенной активностью фосфолипазы А-2. В жирнокислотном составе преобладают пальмитиновая, арахидоновая, стеариновая и олеиновая кислоты. Арахидоновая кислота в свою очередь является источником простагланцинов и простагландинов, необходимых для разрешения родовой деятельности. Таким, усиленный синтез простагланцинов и простагландинов может приводить к преждевременному прерыванию беременности.

Гиперандрогенемия при СПКЯ приводит к снижению чувствительности андрогеновых рецепторов и замедлению плацентации. Тестостерон, преодолевая плацентарный барьер за счет липофильных свойств, связывается с андрогенными рецепторами плода и проникает в ядро, где может оказывать негативное воздействие на процесс транскрипции. Клиническое исследование образцов пуповинной крови когорты беременных выявило возможную связь между концентрацией тестостерона и задержками развития нервной системы детей. Воздействие ряда факторов таких, как преэклампсия, гиперпластические процессы эндометрия, гиперлипидемия, хроническое воспаление, ГСД, отрицательно сказываются на процесс инвазии трофобласта и плацентации влечет дополнительные риски осложнений у больных СПКЯ.

Злокачественные новообразования

Рак эндометрия

Эндокринные расстройства при СПКЯ являются одной из основополагающих причин развития злокачественных новообразований в молочных железах, эндометрии, шейке матки, яичниках. При СПКЯ увеличивается влияние сразу ряда факторов риска таких как,

гиперандрогенемии, гиперинсулинемии, гиперэстрогении, хронического воспаления, дислипидемии.

Риск развития рака эндометрия матки у женщин с диагностированным СПКЯ превышает показатели общей популяции в 3–4 раза. Усиленная компенсаторная выработка инсулина и инсулиноподобный фактор роста-1 (ИФР-1) ингибируют апоптоз новообразованных клеток, что ведет к увеличению числа мутаций в генетическом аппарате клеток и приобретению опухоли злокачественного характера течения. Помимо этого, гиперинсулинемия и гиперандрогенемия являются триггерными факторами гиперпролиферации эндометрия. Так, в проспективном исследовании 4605 женщин с СПКЯ рак эндометрия был выявлен у 47 женщин. Рядом наблюдений за когортами женщин с диагностированным СПКЯ получены результаты, позволяющие сделать вывод об отсутствии достоверной зависимости между риском развития ЗНО в эндометрии и гиперандрогенией. Таким образом, следует проводить осмотр слизистой оболочки матки при помощи ультразвукового исследования. В случае подозрения на начальные стадии пролиферативных процессов или при продолжительной аменорее целесообразно прибегнуть к биопсийному взятию материала на гистологическое исследование. В качестве меры профилактики новообразований эндометрия необходимо проводить оценку реакции эндометрия на воздействие прогестерона с помощью пробы гестагенами (прогестероновая проба).

Рак яичников

Одной из основных этиологических причин развития злокачественных новообразований в яичниках считается повышенный уровень андрогенов. С целью снижения степени злокачественности процессов пролиферации в преддиагностическом этапе назначается прием андростендиона. По причине недостаточности данных, не представляется возможным сделать окончательное заключение о достоверной взаимосвязи между раком яичников и гиперандрогенией. Необходимо учитывать косвенные факторы, которые повышают риск рака яичников у больных СПКЯ: терапия бесплодия, ановуляция и ожирения.

Теория о связи повышенного уровня андрогенов при СПКЯ с раком яичников основана на обнаруженных в яичниках и муцинозных опухолях яичников андрогенных рецепторов. Концентрация андрогенов, вдвое превышающая физиологическую норму при СПКЯ, так или иначе является предрасполагающим фактором формирования опухолей. Однако описанная теория патогенеза опухолей яичника не изучена до конца и не подтверждена. Исследования связи СПКЯ с раком яичников имели ограниченную эффективность и ряд ограничений. По морфологической структуре опухоли яичника в пре-

обладающем большинстве (более 95 %) относятся к аденокарциномам.

Рак молочной железы

Осложнения и проявления СПКЯ ассоциированы как с повышенным, так и со сниженным риском развития рака молочной железы. Ановуляторный цикл и бесплодие предположительно снижают риск развития рака молочной железы. Так, проспективное исследование на 100 000 женщинах с диагностированным бесплодием вследствие нарушения овуляции, показало отсутствие повышения риска. С другой стороны ожирение, гиперинсулинемия, отсутствие родов в анамнезе являются предрасполагающими факторами рака молочной железы. Ожирение зачастую является основным фактором развития злокачественных новообразований молочной железы в постменопаузе и пременопаузе. Установлено, что активно процесс пролиферации клеток опухолей протекает в лютеиновую фазу цикла, во время которого происходит выработка эстрогена и прогестерона. Но лютеиновая фаза отсутствует в ановуляторном цикле, что ведет к снижению риска у женщин с ановуляцией.

Общегеномный мета-анализ 1004 случаев СПКЯ и 103 164 контрольных групп установлено, что среди пациентов с СПКЯ наиболее распространенными подтипами рака молочной железы являются А-подобный, люминальный В/HER2-негативный и люминальный В-подобный. СПКЯ не увеличивает риск развития подтипов с наилучшим прогнозом — HER2-подобных).

Другие виды рака

Среди пациентов с СПКЯ были выявлены случаи злокачественных новообразований почек, головного мозга, поджелудочной железы и толстой кишки.

Диагноз СПКЯ ассоциируется с повышением риска онкологических патологий поджелудочной железы в 1,9 раза. Изменение риска не зависит от ИМТ пациента, наличия сахарного диабета в анамнезе, что свидетельствует о вероятном наличии недиагностированных нарушений обмена веществ, которые являются этиологическим фактором развития обоих состояний. Имеются данные о связи СПКЯ с неалкогольной жировой болезнью поджелудочной железы (НАЖБП). Среди 150 женщин с СПКЯ у 57 диагностирована НАЖБП (38,0 %). Патогенез развития НАЖБП ассоциирован с пожилым возрастом пациентов, метаболическим синдромом, инсулинрезистентностью и гиперандрогенией.

Развитие рака головного мозга, вероятно, связано с гиперактивацией симпатической нервной системы. Выделение нейромедиатора норэпинефрина в норадренергических синапсах и стимуляция альфа-рецепторов

артерий головного мозга вызывает их сужение и повышение артериального давления. Предположительно, при неконтролируемом повышении АД и нарушении трофики происходит ишемизация тканей головного мозга и развитие диффузных очагов повреждения.

Многоплодная беременность

Частота многоплодия варьируется от 3 до 40 случаев на 1000 родов. Многоплодная беременность относится к осложнениям беременности, так как при многоплодии материнская смертность возрастает в 2,5 раза, а перинатальная смертность в 9–11 раз. В ретроспективном популяционном когортном исследовании 14882 женщин с диагностированным СПКЯ и многоплодным вариантом беременности подтверждаются данные о повышенном риске развития гестационной артериальной гипертензии в 2,03 раза, преэклампсии и эклампсии в 2,8 раза, гестационного сахарного диабета в 1,36 раз. Помимо указанных осложнений, сочетание многоплодной беременности с СПКЯ увеличивает вероятность преждевременных родов в 5,807 раз, послеродового кровотечения в 1,54 раза, необходимости родоразрешения путём кесарева сечения в 5,15 раз. При этом новорожденные дети могут иметь признаки отставания в росте по сравнению с родившимися при одноплодной беременности. Следует учитывать индекс массы тела (ИМТ) роженицы, так как ожирение у беременной женщины повышает шанс развития гестационной артериальной гипертензии. Поскольку многоплодная беременность ассоциирована с высокой частотой осложнений, целесообразно применение методов вспомогательной репродукции и индукции овуляции.

Таким образом, имеющиеся данные клинических исследований дают представление об основных этапах формирования СПКЯ и их проявлениях. Этих сведений уже достаточно для прогнозирования возможного хода заболевания и для принятия решения о преждевременном родоразрешении в случае наступления жизнеугрожающих осложнений. Инсулинорезистентность, гиперандрогения, ожирение, гиперлипидемия, метаболический синдром, дисфункция эндотелия являются факторами развития перинатальных осложнений. Перед применением методов экстракорпорального оплодотворения при наличии бесплодия необходимо учитывать указанные ранее факторы для прогнозирования перинатальных осложнений. До настоящего момента не подтверждена связь СПКЯ с рядом онкологических заболеваний (рак молочной железы), не определена тактика ведения беременности и родов у больных с СПКЯ. Проведение исследований по данным вопросам для подтверждения или опровержения наличия взаимосвязи между теми или иными проявлениями заболевания, что увеличит качество диагностических, профилактических и лечебных процедур при ведении пациентов с СПКЯ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Adamyan L.V., Andreeva E.N., Absatarova Y.S., Grigoryan O.R., Dedov I.I., Melnichenko G.A., Suturina L.V., Filippov O.S., Sheremetyeva E.V., Chernukha G.E., Yarmolinskaya M.I. [Clinical guidelines «Polycystic Ovary Syndrome»]. *Probl Endokrinol (Mosk)*. 2022 Feb 6;68(2):112-127. Russian. doi: 10.14341/probl12874. PMID: 35488762; PMCID: PMC9764272.
2. Alexander Erik K., Pearce Elizabeth N., Brent Gregory A., Brown Rosalind S., Chen Herbert, Dosiou Chrysoula, Grobman William A., Laurberg Peter, Lazarus John H., Mandel Susan J., Peeters Robin P., Sullivan Scott. 2017 Guidelines of the American Thyroid Association for the Diagnosis and Management of Thyroid Disease During Pregnancy and the Postpartum. *Thyroid*. 2017 Jan;27(3):315–389. doi: 10.1089/thy.2016.0457.
3. Belenkaya L.V. Criteria of obesity for Asian population. Literature review. *Acta Biomedica Scientifica*. 2018 Jun;3(3):99–102. doi: 10.29413/abs.2018-3.3.15.
4. Horowitz E., Weissman A. The stair-step approach in treatment of anovulatory PCOS patients. *Therapeutic Advances in Reproductive Health*. 2020 May;14:263349412090881. doi: 10.1177/2633494120908818.
5. Kakoly N.S., Khomami M.B., Joham A.E., Cooray S.D., Misso M.L., Norman R.J., Harrison C.L., Ranasinha S., Teede H.J., Moran L.J. Ethnicity, obesity and the prevalence of impaired glucose tolerance and type 2 diabetes in PCOS: a systematic review and meta-regression. *Human Reproduction Update*. 2018 Mar;24(4):455–467. doi: 10.1093/humupd/dmy007.
6. Lause M., Kamboj A., Fernandez F. E. Dermatologic manifestations of endocrine disorders. *Translational Pediatrics*. 2017 Oct;6(4):300–312. doi: 10.21037/tp.2017.09.08.
7. Nolan C.J., Prentki M. Insulin resistance and insulin hypersecretion in the metabolic syndrome and type 2 diabetes: Time for a conceptual framework shift. *Diabetes and Vascular Disease Research*. 2019 Feb;16(2):118–127. doi: 10.1177/1479164119827611.
8. Randeve H.S., Tan B.K., Weickert M.O. et al. Cardiometabolic Aspects of the Polycystic Ovary Syndrome. *Endocr Rev*. 2012;33(5):812-841. doi: <https://doi.org/10.1210/er.2012-1003>
9. Spritzer P., Barone C., Oliveira F. Hirsutism in Polycystic Ovary Syndrome: Pathophysiology and Management. *Current Pharmaceutical Design*. 2016 Jul;22(36):5603–5613. doi: 10.2174/1381612822666160720151243.
10. Singh D., Arumalla K., Aggarwal S., Singla V., Ganie A., Malhotra N. Impact of Bariatric Surgery on Clinical, Biochemical, and Hormonal Parameters in Women with Polycystic Ovary Syndrome (PCOS) Obesity Surgery. 2020 Feb;30(6):2294–2300. doi: 10.1007/s11695-020-04487-3.

© Каменских Гаянэ Валериевна (gaene@mail.ru); Велигуров Герман Германович
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

УСПЕХИ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО МЕДИКАМЕНТОЗНОГО ЛЕЧЕНИЯ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ. ЗАРУБЕЖНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ

SUCCESS OF PERSONALIZED MEDICATION TREATMENT FOR ATRIAL FIBRILLATION: INTERNATIONAL AND DOMESTIC EXPERIENCE

**L. Kashapov
A. Abdrakhmanova
Yu. Osloпова**

Summary. This scientific article is dedicated to the rapid advancements in the field of research on genetic predictors of atrial fibrillation development. Molecular genetics has become a part of modern practical medicine, allowing for timely identification of risk factors and selection of individualized medication treatment methods. Numerous clinical studies show that the response to currently used antiarrhythmic therapy varies significantly, with some patients benefiting significantly (reduction in episodes of paroxysmal atrial fibrillation), while others experience worsening clinical symptoms. Global achievements in arrhythmia genetics research have explained the varying effectiveness of antiarrhythmic drugs. Modern guidelines for managing patients with atrial fibrillation emphasize the importance of implementing personalized treatment into clinical practice.

Keywords: atrial fibrillation, personalized medication treatment, genetic markers, antiarrhythmic therapy.

Кашапов Ленар Рамилович

к.м.н., Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
lerkashapov@kpfu.ru

Абдрахманова Алсу Ильдусовна

к.м.н., доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
alsuchaa@mail.ru

Ослопова Юлия Владимировна

к.м.н., доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
osloповajul@mail.ru

Аннотация. Научная статья посвящена рассмотрению стремительно развивающихся достижений в области исследований генетических предикторов развития фибрилляции предсердий. Молекулярная генетика стала частью современной практической медицины, позволяющая своевременно выявлять факторы риска и подбирать индивидуальные методы медикаментозного лечения. Многочисленные клинические исследования показывают, что реакция на применяемую в настоящее время антиаритмическую терапию сильно различается, при этом некоторые пациенты получают явную пользу (уменьшение эпизодов пароксизмальной фибрилляции предсердий), в то время как у других пациентов наблюдается ухудшение клинической симптоматики. Глобальные достижения в области исследований генетики аритмий позволили объяснить различную эффективность антиаритмических препаратов. Современные рекомендации по ведению пациентов с фибрилляцией предсердий подчеркивают важность внедрения персонализированного лечения в клиническую практику.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий, персонализированное медикаментозное лечение, генетические маркеры, антиаритмическая терапия.

Введение

Фибрилляция предсердий (далее ФП) является наиболее распространенной аритмией. Ранее считалось, что ФП развивается при различных патологических состояниях сердца, включая клапанные пороки сердца, застойную сердечную недостаточность и гипертонию [4]. Список факторов риска значительно расширился: от пожилого возраста, пола, артериальной гипертензии, сахарного диабета, сердечной недостаточности до других, таких как ожирение, образ жизни,

сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса и сосудистые заболевания. Однако последние клинические данные указывают на участие генетических факторов в патогенезе ФП. В соответствии с особенностями наследственности, ФП можно разделить на 2 основных типа. Первый тип — семейная ФП с менделевским наследственным паттерном, а второй тип — не семейная ФП. Семейная ФП является моногенетическим заболеванием и часто идентифицируется как ФП, присутствующая у многих членов одной семьи. Семейная ФП, хотя и встречается редко, иногда возникает на фоне

других наследственных (структурных) заболеваний сердца (например, в сочетании с дилатационной или гипертрофической кардиомиопатией) [10].

ФП является причиной значительной заболеваемости и смертности, а поскольку частота ФП увеличивается с возрастом, она быстро становится эпидемией во всем мире. Несмотря на свою клиническую значимость, ФП трудно поддается лечению [2]. Современные методы лечения ФП включают антиаритмические препараты и абляцию для электрической изоляции легочных вен. Абляция в основном эффективна при пароксизмальной форме ФП, с более ограниченной эффективностью при персистирующей ФП, а также связана с осложнениями. Антиаритмические препараты имеют ограниченную долгосрочную эффективность и могут быть связаны со значительными побочными эффектами, включая проаритмию и воздействие на нервную систему. Несмотря на значительный прогресс в понимании клинических факторов риска, алгоритмов антикоагулянтной терапии, катетерной абляции и генетики, прогресс в разработке новых антиаритмических препаратов для лечения ФП остается довольно ограниченным. Стратегии контроля частоты и ритма постоянно оптимизируются для улучшения симптоматики, качества жизни и сокращения числа посещений больниц. Однако, несмотря на эти достижения, механизмы, лежащие в основе возникновения и сохранения ФП, все еще до конца не поняты. Кроме того, лечение ФП далеко от оптимального, и существуют большие различия между индивидуальными ответами на лечение [11].

Современные рекомендации по ведению ФП подчеркивают важность внедрения персонализированного лечения в клиническую практику. Гетерогенный характер ФП требует, чтобы врачи лечили каждого пациента в соответствии с его собственным профилем риска. Однако у пациентов также могут отсутствовать клинические факторы риска, и у них все еще развивается ФП. Современные клинические исследования показывают, что более низкий профиль клинического риска связан с более высокой генетической предрасположенностью к ФП. Из этого следует, что генетика вносит большой вклад в риск развития ФП у молодых людей, чем у пожилых пациентов с большим количеством сопутствующих заболеваний. Эффективным методом оценки этой генетической предрасположенности является расчет полигенного показателя риска, который объединяет варианты риска ФП [6].

Учитывая эти проблемы, исследователи активно выявляют новые методы лечения, в том числе основанные на генах подходы к прямому и специфическому воздействию на сигнальные пути в миокарде предсердий, которые лежат в основе электрического и структурного ремоделирования при ФП [8]. Хотя генная терапия возлагает большие надежды на создание высокоэффектив-

ного и персонализированного метода лечения широкого спектра сердечных заболеваний, безопасность и успешность клинического внедрения находится на стадии становления, и методы лечения должны разрабатываться с учетом постоянно расширяющегося объема знаний.

Цель исследования — выделить успехи персонализированного медикаментозного лечения фибрилляции предсердий в отечественной и зарубежной клинической практике.

Материалы и методы исследования

В соответствии с поставленной целью исследования был проведен анализ современных научных работ отечественных и зарубежных авторов. Базой поиска для научных исследований послужили такие ресурсы, как PubMed, Google Scholar, eLibrary, CyberLeninka.

Поиск отечественных статей осуществлялся по ключевым запросам: «персонализированное лечение фибрилляции предсердий», «индивидуальный подход к лечению ФП», «фармакогеномика в лечении ФП», «оптимизация схем терапии при ФП». Для поиска зарубежных научных работы были использованы ключевые фразы: «personalized medication for atrial fibrillation», «individualized drug therapy for atrial fibrillation», «pharmacogenomics in atrial fibrillation treatment», «individualized approach to atrial fibrillation therapy». Всего было проанализировано 15 научных исследований, раскрывающих успехи применения персонализированного подхода к лечению ФП.

Результаты и обсуждения

Идея «персонализации» все чаще используется как синоним идеи применения информации о геномных вариациях для понимания риска ФП, прогрессирования заболевания и различной лекарственной реакции у человека. Генетические маркеры определяют тяжесть течения заболевания, различные исходы. В связи с этим, возможен индивидуальный подход в лечении пациентов, при этом ответ на терапию одними и теми же препаратами у отдельных пациентов может быть разным из-за влияния генетических маркеров на метаболизм лекарственных средств [1].

Концепция персонализированного лечения ФП включает в себя следующие аспекты:

1. Сопоставление генетических маркеров с вероятностью возникновения ФП и последующей разработкой схемы профилактики и лечения;
2. Переход от традиционного лечения к персонализированной терапии пациентов с учетом генетических особенностей (биомаркеров различной молекулярной природы);

3. Учет индивидуальных особенностей пациента при выборе тактики лечения и проведение постоянного мониторинга;
4. Персонализированный отбор лекарственных препаратов путем сочетания геномных предсказаний и терапевтического лекарственного мониторинга [12].

Общеизвестно, что реакция на применяемую в настоящее время антиаритмическую терапию сильно различается, при этом некоторые пациенты получают явную пользу, такую как уменьшение эпизодов пароксизмальной фибрилляции предсердий, в то время как другие не получают никакой пользы или даже развивают новые аритмии.

Успехи отечественных и зарубежных исследователей в персонализированном медикаментозном лечении ФП

Самые последние рекомендации ESC по ведению ФП рекомендуют антиаритмическую терапию для контроля ритма в пользу КА или, по крайней мере, наравне с ней по большинству показаний. Флекаинид и пропafenон оказывают зависящее от напряжения действие, например, максимальный эффект при высокой частоте сердечных сокращений и быстрое начало действия после перорального приема, что делает их подходящими для применения в качестве «таблеток в кармане» при симптоматических эпизодах ФП [14].

Варианты гена, кодирующего β1-адренергический рецептор (ADRB1), были на ранней стадии в центре внимания фармакогеномного подхода. При анализе 543 пациентов из Реестра ФП Вандербильта носители генотипа Gly389 лучше реагировали на контроль частоты ФП и нуждались в более низких дозах. Однако в японской когорте из 159 пациентов с наджелудочковыми аритмиями полиморфизм Gly389 снижал антиаритмическую эффективность флекаинида при совместном применении с β-адреноблокаторами [15].

В отечественном исследовании Колесник М.Ю и Михайловский Ю.М. установили взаимосвязь генов CYP2C9, CYP4F2, VKORC1 у пациентов с фибрилляцией предсердий с дозой варфарина и повышением риска геморрагических осложнений. Полиморфизмы генов VKORC1 и CYP4F2 связаны с вариацией дозы варфарина. Мутация гена VKORC1 увеличивает риск возникновения кровотечений [2].

Ранее в рамках исследования по оценке выживаемости бета-блокаторов (BEST) изучалось влияние буциндолола на впервые возникшую ФП. В зарубежных трудах Y. Bai, Y.L. Wang [и др.] было выявлено, что у 389 носителей Gly не было выявлено различий, у 389 гомозигот

с аргинином буциндолол снижал впервые возникшую ФП на 74 % (отношение рисков 0,26, 95 % доверительный интервал 0,12–0,57). Это привело к самому первому исследованию [GENETIC–AF trial (фаза 2, исследование сравнительной эффективности буциндолола и Топрола-ХЛ, направленное на генотипирование, для профилактики симптоматической фибрилляции предсердий / Трепетание предсердий у пациентов с сердечной недостаточностью) для определения прогноза генетического риска при фармакотерапии ФП [14].

Другие антиаритмические препараты, используемые для лечения ФП, включают амиодарон, дронедазон и препараты класса III. В Европе соталол часто используется для поддержания синусового ритма, в то время как в США часто назначают дофетилид. Важно отметить, что дронедазон и амиодарон влияют на множество других каналов, включая ингибирование сердечных натриевых и калиевых каналов, а также других токов (IKr, IKs, IK1, INa). Амиодарон более эффективен, чем другие антиаритмические препараты, и является единственным средством, которое можно безопасно применять у пациентов с ФП и сердечной недостаточностью со сниженной фракцией выброса. Однако некардиальные побочные эффекты амиодарона ограничивают его применение в качестве средства первой линии у пациентов, у которых доступны другие антиаритмические препараты. Важно отметить, что амиодарон не одобрен FDA для лечения ФП [8].

Альтернативные препараты включают дронедазон или соталол, которые, как было показано, обладают меньшей эффективностью, а в некоторых случаях более высокой частотой удлинения интервала QT и пуантильных скручиваний. Антиаритмическая терапия сложна и требует глубокого понимания механизмов действия и связанных с ними физиологических последствий. Это приводит к недостаточному использованию клинической практики и несоответствию руководящим рекомендациям.

Шаталова Н.А., Сычев Д.А. [и др.] установили взаимосвязь между наличием полиморфных вариантов генов ABCB1 (rs2032582, rs1045642, rs1128503), CYP3A5 (rs776746), CYP3A4 (rs35599367) и CYP2J2 (rs890293) и остаточной равновесной концентрацией (C_{min}, ss) ривароксабана у пациентов с неклапанной фибрилляцией предсердий и хронической болезнью почек 3 и 4 стадий [7].

Согласно исследованию S. Kany [et al.], некоторая вариабельность ответа на антиаритмическую лекарственную терапию, как и вариабельность ответа на многие другие формы фармакологической терапии, может быть объяснена различной дозировкой лекарств. Варианты потери функции у CYP2D6, кодирующего печеночный цитохром P450, ответственный за метаболизм примерно 25 % клинически используемых лекарств, распростра-

нены, и 5–10 % кавказских и африканских популяций несут варианты потери функции у обоих аллелей CYP2D6, «плохих метаболизаторов». CYP2D6 отвечает за биоинактивацию ряда бета-адреноблокаторов, включая метопролол и тимолол, и применение этих препаратов у пациентов с плохим метаболизмом (или одновременное применение мощных ингибиторов CYP2D6, таких как некоторые СИОЗС или хинидин, у пациентов с интенсивным метаболизмом) может привести к повышению концентрации препарата и увеличению риска развития брадиаритмий и бронхоспазма. В результате применения пропafenона с низким метаболизмом повышается концентрация исходного препарата и наблюдается большее замедление сердечного ритма [13].

Федина Л.В., Сычев И.Н. [и др.] определили влияние носительства гена ABCB1 и межлекарственных взаимодействий на фармакокинетику апиксабана и клинические исходы у пациентов с фибрилляцией предсердий и тромбозом глубоких вен. Исследователи выявили, что у пациентов — носителей генотипа СТ+ТТ ABCB1 (rs4148738) С > Т, кодирующего белок-переносчик (P-gp), статистически значимо была выше концентрация ривароксабана в плазме крови ($p=0,026$). Кроме того, у пациентов на фоне приема апиксабана совместно с ингибитором CYP3A4/P-gp в 3,5 раза чаще встречались геморагические осложнения, чем без ингибиторов [6].

В ряде отчетов выявлена взаимосвязь между аллелями предрасположенности к ФП в 4q25 и снижением эффективности антиаритмической лекарственной терапии при ФП. Механизмы остаются неясными, но одна из возможностей заключается в том, что локус 4q25 создает субстрат ФП, который устойчив к этим формам терапии к моменту начальной клинической картины; это может возникнуть, например, из-за усиления фиброза предсердий, возникающего до начальной картины [11].

Одно интересное применение этого подхода вытекает из недавней статьи D. Darbar. Из 151 гена-кандидата для ФП они предложили 475 потенциальных мишеней для лечения ФП, в том числе 78 потенциальных мишеней — препаратов, которые могут контролировать или вызывать ФП или другие аритмии [27]. Некоторые современные антиаритмические препараты уже нацелены на локализации ФП. Например, ген SCN5A связан с натриевым каналом и является мишенью для флекаинида и пропafenона [28, 29]. KCNH2 связан с альфа-субъединицей комплекса калиевых каналов и является мишенью для соталолола и дофетилида [11].

Y. Zhu [et al.] изучали китайскую семью в 4 поколениях с аутосомно-доминантной ФП. Локус был сопоставлен с хромосомой 11p15.5, и ген KCNQ1, который кодирует α -субъединицу сердечного медленного калиевого канала с замедленным выпрямлением (IKs), был

идентифицирован как ответственный ген. Этот ген совпадает с первым генетическим локусом врожденного синдрома удлиненного интервала QT (LQT1). Интересно, что сообщалось, что другие мутации в том же гене с эффектом потери функции ответственны за врожденный LQTS. Предполагается, что усиление функции IKs приводит к сокращению продолжительности потенциала действия и предсердий Рефрактерный период, который способствует появлению множества повторных циклов и вейвлетов при ФП. Это наблюдение подразумевает, что IKs играет важную роль в развитии ФП и что препараты, блокирующие IKs, могут быть эффективным способом лечения ФП у некоторых пациентов [15].

Согласно отечественному исследованию, проведенному в Институте экспериментальной кардиологии, было проведено определение аутоантител к M2-XP у больных пароксизмальной формой идиопатической ФП и оценка их возможной роли в развитии и поддержании аритмии. Разработка новых методов лечения, основанных на предупреждении образования аутоантител к M2-XP, может иметь перспективы клинического применения с целью предупреждения рецидивов ФП и замедления или даже блокирования процессов прогрессирования заболевания [3].

A.H. Malik, S. Yandrapalli [et al.] установили, что набор простых клинических факторов риска, например, суммированный в шкале CHA2DS2 по шкале VASc, используется для принятия решения о назначении антикоагулянтной терапии. Пациентам, не имеющим ни одного из этих факторов риска, не требуется длительная антикоагулянтная терапия. Все остальные подвержены риску развития инсульта, а также лица с перенесенным инсультом, возрастом ≥ 75 лет или двумя или более факторами риска развития инсульта должны получать длительные пероральные антикоагулянты [29]. Многим пациентам, имеющим только один из факторов CHA2DS2VASc, также, вероятно, будет полезна антикоагулянтная терапия [28, 30], которая, как правило, приносит чистый клинический эффект [31–33]. Пациенты с ФП > 24–48 ч или неопределенной продолжительностью нуждаются в немедленном начале антикоагулянтной терапии [9].

В недавнем исследовании изучалось влияние ожирения на ответ на антиаритмическую терапию у 311 пациентов с ФП и у мышей с ожирением, вызванным диетой. Пациенты с ожирением с меньшей вероятностью реагировали на прием блокаторов натриевых каналов по сравнению с контрольной группой без ожирения. Аналогичным образом, лечение мышей с ожирением соталололом было связано с большим снижением нагрузки на ФП, вызванной стимуляцией, по сравнению с блокаторами натриевых каналов. Та же группа в отдельном исследовании показала снижение экспрессии сердечного натриевого канала у мышей с ожирением, в то время

как экспрессия калиевого канала и фиброз предсердий были повышены, что подтверждает их выводы у пациентов [10].

В одном из первых фармакогенетических исследований изучалось, был ли ответ на АДС при симптоматической ФП модифицирован полиморфизмом I / D ангиотензинпревращающего фермента (АПФ). Эта область с 287 парами оснований в интроне 16, связанная с повышенной активностью АПФ и фиброзом сердца, была значимым предиктором отсутствия ответа на антиаритмические препараты у пациентов с ранним началом ФП. Реакция была дифференцированной: у пациентов с генотипом ACE II наблюдалось наибольшее уменьшение симптомов, в то время как у пациентов с генотипом DD реакция была слабой. Во втором исследовании оценивали, модулируют ли SNP на chr4q25, chr16q22 и chr1q21 реакцию на ААДС при ФП. Только SNP rs10033464 на chr4q25 был независимым предиктором успешного контроля ритма, при этом у пациентов, несущих наследственную аллель, шансы на сохранение синусового ритма были в четыре раза выше [12].

Проблемы и перспективы будущих исследований

В настоящее время основным ограничением для трансляции генетических данных для лечения пациентов с ФП является отсутствие проспективных рандомизированных клинических исследований с адекватной мощностью, демонстрирующих улучшенные результаты. Большинство исследований по генетике ФП сосредоточены на «изолированной ФП» (более ранние исследования) и «ФП с ранним началом» (недавние исследования), которые имеют расплывчатое определение и редко используются у постели больного. В будущих исследованиях генетического риска развития ФП и исходов после терапии должна использоваться клиническая терминология пароксизмальной ФП, персистирующей ФП и длительно персистирующей ФП, тем более что большинство

руководящих рекомендаций основаны на этой классификации. Результаты отечественных и зарубежных исследований предоставляют данные для улучшения целевого генетического тестирования, а также помогают разработать комплексную оценку клинического и генетического риска, что позволяет использовать генетические данные для оказания помощи пациентам с ФП у постели больного.

Перспективный взгляд на терапию включает идею генотипирования индивидуумов, чтобы установить, какие лекарства и, возможно, какие дозировки могут быть наиболее эффективными у конкретного субъекта. Такое генотипирование могло бы быть выполнено во время начальной антиаритмической терапии, но с учетом постоянно снижающихся затрат на полногеномное секвенирование альтернативный вариант заключается в том, что пациенты будут иметь данные о последовательности, полученные в раннем возрасте, а затем применяемые, при необходимости, при обращении в систему здравоохранения.

Заключение

Резюмируя вышесказанное, необходимо отметить достижение огромных успехов в определении генетической архитектуры фибрилляции предсердий. Современные научные исследования позволили получить важную информацию о лежащих в основе ФП механизмах, выявить новые терапевтические мишени и определить генетические подтипы ФП. Хотя клиническое применение этих открытий для лечения пациентов с ФП до настоящего времени было ограниченным, недавние исследования, подтверждающие концепцию, и запланированные рандомизированные исследования, ориентированные на генотип, вселяют оптимизм в отношении того, что в течение ближайших лет может быть достигнут «персонализированный», более основанный на механизмах подход к лечению ФП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаглоева Д.А., Дзаурова Х.М., Зельберг М.А., Миронов Н.Ю. [и др.]. Эффективность и безопасность раннего назначения противорецидивной антиаритмической терапии у пациентов с фибрилляцией и трепетанием предсердий после медикаментозной кардиоверсии рефраленом // Кардиология. — 2023. — №63(6). — С. 21–27.
2. Колесник М.Ю., Михайловский Ю.М. The interrelation of CYP2C9, CYP4F2, VKORC1 genes polymorphisms with warfarin dose and hemorrhagic complications risk rise in patients with atrial fibrillation: a retrospective study // Восточно-европейский научный журнал. — 2021. — №1(65). — С. 37–51.
3. Миронов Н.Ю., Лайович Л.Ю., Миронова Е.С., Шарф Т.В. [и др.]. Новые достижения в диагностике и лечении фибрилляции предсердий: от экспериментальных исследований до повседневной клинической практики // Терапевтический архив. — 2019. — Т. 91, № 6. — С. 11–18.
4. Миронов Н.Ю., Юричева Ю.А., Владзяновский В.В., Соколов С.Ф. [др.]. Опыт клинического применения отечественного антиаритмического препарата III класса для медикаментозной кардиоверсии фибрилляции и трепетания предсердий: результаты многоцентрового исследования. Часть 1: методология исследования и оценка эффективности // Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии. — 2021. — №17(2). — С. 193–199.
5. Ревшвили А.Ш., Шляхто Е.В., Сулимов В.А., Рзаев Ф.Г. [и др.]. Диагностика и лечение фибрилляции предсердий // Клинические рекомендации. — М.: Всероссийское научное общество специалистов по клинической электрофизиологии, аритмологии и кардиостимуляции, — 2017. — 211 с.
6. Федина Л.В., Сычев И.Н., Растворова Т.Д., Стригункова Е.В., Качанова А.А. Влияние носительства гена ABCB1 и межлекарственных взаимодействий на фармакокинетику апиксабана и ривароксабана и клинические исходы у пациентов с фибрилляцией предсердий и тромбозом глубоких вен // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. — 2022. — №18(6). — С. 624–632.

7. Шаталова Н.А., Сычев Д.А., Мирзаев К.Б., Кочетков А.И. [и др.]. Фармакогенетика и фармакокинетика ривароксабана у пациентов с фибрилляцией предсердий // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. — 2023. — №19(5). — С. 470–478.
8. Jancic, M. Kos. Cost effectiveness of novel oral anticoagulants for stroke prevention in atrial fibrillation depending on the quality of warfarin anticoagulation control // Pharmacoeconomics. — 2015. — №33 (4). — P. 395–408.
9. A.H. Malik, S. Yandrapalli, W.S. Aronow, J.A. Panza, H.A. Cooper. Meta-analysis of direct-acting oral anticoagulants compared with warfarin in patients >75 years of age // Am J Cardiol. — 2019. — № 123 (12). — P. 2051–2057.
10. Ahmad Amir Kamil, Ka Keat Lim, Rositsa Koleva-Kolarova, Philip Chowienzyk. Genetic-Guided Pharmacotherapy for Atrial Fibrillation: A Systematic and Critical Review of Economic Evaluations // Value in Health. — 2022. — №25 (3). — P. 461–472.
11. Dawood Darbar. The Role of Pharmacogenetics in Atrial Fibrillation Therapeutics — Is Personalized Therapy in Sight? // J Cardiovasc Pharmacol. — 2016. — №67(1). — С. 9–18.
12. Michiel Rienstra, Joylene E Siland, Patrick T Ellinor. Role of genetics in atrial fibrillation management // EP Europace. — 2021. — №23. — P. 234–248.
13. S. Kany, B. Reissmann, A. Metzner, P. Kirchhof, D. Darbar. Genetics of atrial fibrillation—practical applications for clinical management: if not now, when and how? // Cardiovascular Research. — 2021. — №117. — P. 1718–1731.
14. Y. Bai, Y.L. Wang, A. Shantsila, G.Y.H. Lip. The global burden of atrial fibrillation and stroke: A systematic review of the clinical epidemiology of atrial fibrillation in Asia // Chest. — 2017. — №152 (4). — P. 810–820.
15. Y. Zhu Y. Zhu, K.M. Swanson, R.L. Rojas, et al. Systematic review of the evidence on the cost-effectiveness of pharmacogenomics-guided treatment for cardiovascular diseases // Genet Med. — 2020. — №22 (3). — P. 475–486.

© Кашапов Ленар Рамилович (lerkashapov@kpfu.ru); Абдрахманова Алсу Ильдусовна (alsuchaa@mail.ru);

Ослопова Юлия Владимировна (osloповajul@mail.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА ЗУБОЧЕЛЮСТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЫБОРА НЕСЪЕМНОЙ ДУГОВОЙ АППАРАТУРЫ ПРИ ОРТОДОНТИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ

AN ALGORITHM FOR DETERMINING THE TYPE OF DENTAL SYSTEM FOR THE SELECTION OF NON- REMOVABLE ARC EQUIPMENT FOR ORTHODONTIC TREATMENT

A. Klimov
S. Fischev
M. Rozhkova
S. Pavlova
A. Sevastyanov
A. Shtorina
M. Puzdyreva
V. Popov

Summary. In case of combined anomalies of the shape and size of the dental arches, the edgewise technique is considered more effective. When planning orthodontic treatment of patients with anomalies in the shape and size of the dental arches using the edgewise technique, the orthodontist determines the treatment methods, the prescription of braces and the dimensions of metal arches. Many experts suggest performing standard metal arcs produced by various companies that do not correspond in shape and size to individual arcs.

Keywords: orthodontics, edgewise technique, malocclusion, dental arches.

Климов Андрей Геннадьевич

К.м.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный
педиатрический медицинский университет
Министерства здравоохранения РФ
pstom4@zdrav.spb.ru

Фищев Сергей Борисович

Д.м.н., профессор, «Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет» Министерства здравоохранения РФ
super.kant@yandex.ru

Рожкова Мария Геннадьевна

Ассистент, «Санкт-Петербургский государственный
педиатрический медицинский университет»
Министерства здравоохранения РФ
rozmaria2010@yandex.ru

Павлова Светлана Георгиевна

К.м.н., доцент, «Санкт-Петербургский государственный
педиатрический медицинский университет»
Министерства здравоохранения РФ
svetap_75@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., доцент, «Санкт-Петербургский государственный
педиатрический медицинский университет»
Министерства здравоохранения РФ
nastiya78@mail.ru

Пузырева Маргарита Николаевна

К.м.н., доцент, «Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет» Министерства здравоохранения РФ
seven-spb@yandex.ru

Попов Владимир Петрович

К.м.н., доцент, «Санкт-Петербургский государственный
педиатрический медицинский университет»
Министерства здравоохранения РФ
vpopov5@mail.ru

Аннотация. При сочетанных аномалиях формы и размеров зубочелюстных дуг более эффективной считается техника эджуайс. Планируя ортодонтическое лечение пациентов с аномалиями формы и размеров зубочелюстных дуг с использованием техники эджуайс врач-ортодонт определяет методы лечения, прописывает брекеты и размеры металлических дуг. Многие специалисты предлагают преформировать стандартные металлические дуги, выпускаемые различными фирмами, которые не соответствуют по форме и размерам индивидуальным дугам.

Ключевые слова: ортодонтия, техника эджуайс, аномалии прикуса, зубные дуги.

Большинство прописей брекетов являются стандартом для врачей ортодонт. В конструкцию брекетов заложена величина мезиально-дистальной ангуляции и вестибулярно-язычной инклинации (торка) [1, 2, 3, 4, 5]. Однако прописи брекетов настолько различны, что в обиходе врачей ортодонт и производителей появились такие термины, как брекеты с «высоким», «низким» и «стандартным» торком. Даны рекомендации специалистов по использованию тех или иных прописей и показана эффективность лечения [6, 7, 8].

Особенности выбора металлических дуг и их смена в динамике ортодонтического лечения подробно проанализированы как отечественными, так и зарубежными специалистами. Отмечено, что выбор металлических дуг является наиболее важной частью механики на всех этапах лечения и определяет планируемую форму и размеры зубных дуг. Каждая металлическая дуга имеет силовую характеристику, определяемую видом материала, сечением проволоки, ее формой и размером [9, 10]. Выбирая форму и размеры металлических дуг, специалисты планируют лечение в зависимости от формы зубной дуги, которая будет после лечения.

Цель исследования

Совершенствовать методы диагностики и лечения аномалий окклюзии при выборе несъемной дуговой ортодонтической аппаратуры.

Материалы и методы

Тип зубных дуг оценивали с учетом рекомендаций Севастьянова А.В. и к нормодонтным типам относили зубные дуги, длина которых составляла от 110 до 119 мм. Макродонтными считали дуги, у которых сумма ширины коронок 14 зубов составляла более 120 мм, а микродонтными — менее 110 мм.

Однако для определения формы зубных дуг нами предложен дентальный индекс зубной дуги (ДИЗД), который рассчитывался как отношение половины суммы мезиально-дистальных размеров 14 зубов зубной дуги к ее ширине между вторыми молярами (W_{7-7}):

$$\text{ДИЗД} = \frac{\sum_{14 \text{ зубов}}}{2 \cdot W_{7-7}}$$

При этом ширина зубной дуги измерялась между точками, расположенными на вершинах вестибулярных дистальных одонтомеров вторых моляров (рис. 1).

При величине дентального индекса зубных дуг (ДИЗД) $0,96 \pm 0,02$ зубные дуги относились к мезогнатическим. Брахиогнатические формы зубных дуг были при индексе менее 0,93, а долихогнатические — более 0,99.

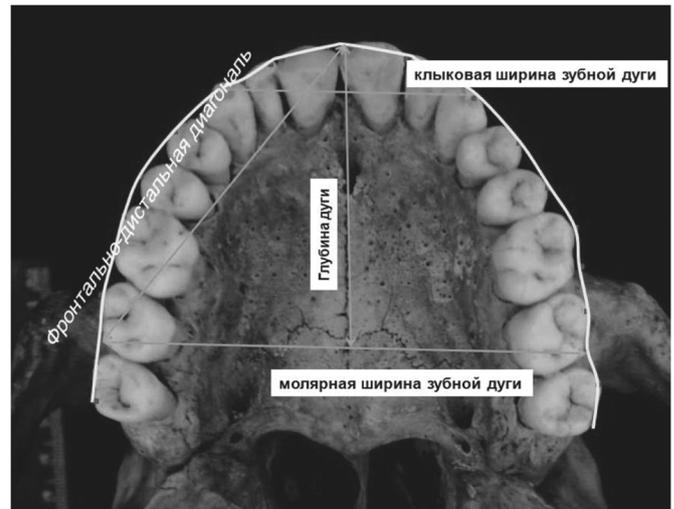


Рис. 1. Схема основных параметров зубных дуг при измерении на препаратах челюстных костей

Нами был предложен алгоритм определения типа зубочелюстной системы, на основании которого предложен выбор прописи брекетов и размеров металлических дуг при лечении пациентов с использованием несъемной дуговой аппаратуры.

В основу алгоритма положено определение длины зубной дуги, как суммы мезиально-дистальных диаметров коронок 14 зубов (вторых и первых моляров, вторых и первых премоляров, клыков, медиальных и латеральных резцов). С учетом рекомендаций Дмитриенко С.В., Севастьянова А.В. определяли тип зубной системы по размерам зубов (макро-, микро- и нормодонтизм).

Другой важной составляющей предложенного алгоритма являлась ширина зубных дуг между вторыми постоянными молярами, которые в зубной дуге занимали, как правило, более стабильное положение, чем первые моляры. Полученные данные позволяли рассчитать дентальный индекс зубной дуги, который лежал в основе определения формы зубных дуг. Схема алгоритма определения типа зубочелюстной системы представлена на рис. 2.

Результаты исследования

При лечении пациентов с мезогнатическими нормодонтными формами зубочелюстных дуг возможно использование брекетов со «стандартным» торком и «средние» размеры металлических дуг.

Для пациентов с мезогнатическими микродонтными формами зубочелюстных дуг можно рекомендовать брекеты с «низким» торком и «малые» размеры металлических дуг.

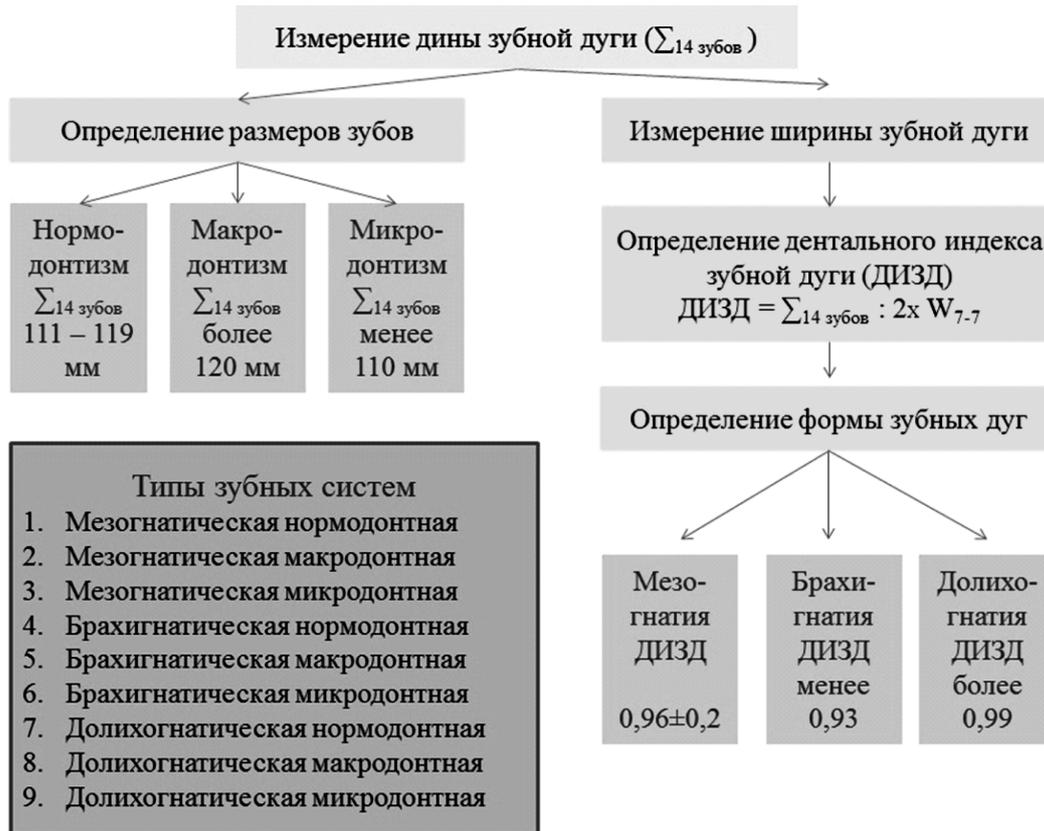


Рис. 2. Схема алгоритма определения типа зубочелюстной системы

В тоже время при мезогнатической макродонтной зубочелюстной системе наиболее подходят брекет-системы с «высоким» торчком, и требуются металлические дуги «большого» размера.

К долихогнатическим формам относят зубочелюстные дуги, вытянутые в передне-заднем (сагиттальном) направлении, что требует особого выбора прописи брекетов и размеров металлических дуг. Так для людей с долихогнатическими нормодонтными зубными системами рекомендуется использование брекетов с «высоким» торчком, но дуги для лечения необходимы «малого» размера. При долихогнатических микродонтных формах зубных дуг можно использовать брекет-системы «стандартной» прописи и также дуга малого размера. Средние размеры металлических дуг и брекет-системы с «высоким» торчком более рационально использовать при лечении пациентов с долихогнатическими макродонтными зубными системами.

При лечении пациентов с брахи-гнатическими нормодонтными формами рекомендуются брекет-системы с «низким» торчком и дуги большого размера. При брахи-гнатических микродонтных формах также требуются брекет-системы с «низким» торчком, но дуги будут среднего размера. Лечение пациентов с брахи-гнатическими макродонтными формами зубочелюстных дуг более рационально проводить с использованием брекетов со «стандартным» торчком и использованием «больших» металлических дуг.

Эффективность ортодонтического лечения определялась по следующим основным критериям. Во-первых, оценивалось сохранение межмолярного расстояния; во-вторых, стабильность окклюзионных взаимоотношений; в-третьих, сохранение глубины зубной дуги и ее соответствие параметрам кранио-фациального комплекса; в-четвертых, нормализация величины углов инклинации и ангуляции в соответствии с типом зубочелюстных дуг.

При обследовании пациентов группы сравнения были изучены размеры зубов, параметры зубных дуг и определен дентальный индекс зубной дуги (ДИЗД) в соответствии с задачами исследования. У всех пациентов группы сравнения определялись основные ключи физиологической окклюзии.

В результате проведенного исследования было установлено, что у людей группы сравнения с мезогнатической формой зубной дуги дентальный индекс зубной дуги составлял $0,96 \pm 0,02$, не зависимо от размеров зубов. Для брахи-гнатических форм зубных дуг величина индекса была менее 0,93, а для долихогнатических — более 0,99.

Следует отметить, что при всех формах зубочелюстных дуг полное соотношение по Болтону было в пределах нормы. Полученные результаты свидетельствовали о соответствии размеров антагонистов.

Нами отмечено, что размеры зубов имели незначительные различия при различных вариантах формы зубных дуг и соответствовали критериям макро-, микро- и нормодонтизма.

В тоже время, у людей с мезогнатическими нормодонтными зубными системами формы зубных дуг были близки к средним размерам, а именно длина верхней зубной дуги была в пределах $112,7 \pm 2,12$ мм, а ширина в области вторых постоянных моляров составляла $57,54 \pm 1,34$ мм.

На нижней челюсти ширина зубных дуг была $53,79 \pm 1,25$ мм, что также соответствовало средним размерам зубных дуг.

У лиц с мезогнатическими макродонтными зубными системами формы зубных дуг были близки к критериям «больших дуг», так как ширина верхних зубных дуг составляла $63,22 \pm 1,72$ мм, а нижних зубных дуг — $60,12 \pm 2,28$ мм. Варианты размеров зубов, ширины зубных дуг и дентального индекса пациентов группы сравнения представлены в таблице 1.

Длина зубных дуг была достоверно больше, чем у пациентов с нормодонтными зубными системами и составляла для верхней и нижней челюсти $122,3 \pm 3,66$ мм и $115,12 \pm 2,31$ мм, соответственно. При этом полное соотношение по Болтону составляло $91,16 \pm 0,2$, что соответствовало норме (91,3).

Для людей с мезогнатическими микродонтными зубными системами формы зубных дуг были близки к критериям «малых дуг», ширина верхних зубных дуг в области вторых постоянных моляров составляла $54,56 \pm 1,56$ мм, а на нижней челюсти исследуемый па-

раметр был $51,64 \pm 1,17$ мм. Длина зубных дуг была достоверно меньше, чем у пациентов с нормодонтными и тем более с макродонтными зубными системами, и составляла для верхней и нижней челюстей $103,3 \pm 2,03$ мм и $98,24 \pm 1,72$ мм, соответственно. Тем не менее, полное соотношение по Болтону составляло $92,07 \pm 0,65$, что также было близко к нормальным величинам.

У людей с брахигнатическими формами зубных дуг трансверсальные размеры были достоверно больше, чем при мезогнатии с одноименными зубными системами.

Тем не менее, обращает на себя внимание, что ширина верхних зубных дуг при брахигнатической микродонтной зубной системе ($57,31 \pm 2,14$ мм) близка по величине к ширине зубной дуги лиц с мезогнатическими нормодонтными формами ($57,54 \pm 1,34$ мм), и соответствовала параметрам «средних» дуг.

Для людей с брахигнатическими нормодонтными и макродонтными зубными системами были характерны «большие» формы зубных дуг, несмотря на истинные размеры коронок зубов и зубных дуг.

При долихогнатических формах зубных дуг трансверсальные размеры были меньше, чем у людей с другими вариантами зубных систем. У людей с долихогнатическими нормодонтными зубными системами длина зубной дуги верхней челюсти составляла $115,36 \pm 2,41$ мм, а на нижней челюсти — $107,7 \pm 2,04$ мм. При этом ширина зубных дуг верхней и нижней челюсти составляла $56,79 \pm 1,87$ мм и $53,72 \pm 1,66$ мм, соответственно. Приведенные параметры были близки к форме «малых» дуг.

Аналогичная форма дуг была характерна и для людей с долихогнатическими микродонтными форма-

Таблица 1.

Размеры зубов, ширина зубных дуг и дентальный индекс зубной дуги пациентов группы сравнения с различными вариантами формы зубных дуг

Варианты зубных дуг	Размеры зубов и зубных дуг (мм) на:					
	верхней челюсти			нижней челюсти		
	∑ 14 зубов	W_{7-7}	ДИЗД	∑ 14 зубов	W_{7-7}	ДИЗД
мезогнатическая нормодонтная	$112,7 \pm 2,12$	$57,54 \pm 1,34$	$0,97 \pm 0,01$	$104,9 \pm 1,91$	$53,79 \pm 1,25$	$0,97 \pm 0,01$
мезогнатическая макродонтная	$122,3 \pm 3,66$	$63,22 \pm 1,72$	$0,97 \pm 0,01$	$115,12 \pm 2,31$	$60,12 \pm 2,28$	$0,96 \pm 0,02$
мезогнатическая микродонтная	$103,3 \pm 2,03$	$54,56 \pm 1,56$	$0,95 \pm 0,02$	$98,24 \pm 1,72$	$51,64 \pm 1,17$	$0,95 \pm 0,02$
брахигнатическая нормодонтная	$111,7 \pm 1,72$	$62,83 \pm 1,76$	$0,89 \pm 0,02$	$104,9 \pm 1,77$	$58,42 \pm 1,54$	$0,89 \pm 0,03$
брахигнатическая макродонтная	$123,02 \pm 4,04$	$66,84 \pm 2,12$	$0,92 \pm 0,01$	$115,72 \pm 2,74$	$63,03 \pm 2,33$	$0,91 \pm 0,02$
брахигнатическая микродонтная	$104,36 \pm 3,19$	$57,31 \pm 2,14$	$0,91 \pm 0,02$	$98,42 \pm 1,97$	$54,46 \pm 2,01$	$0,90 \pm 0,02$
долихогнатическая нормодонтная	$115,36 \pm 2,41$	$56,79 \pm 1,87$	$1,02 \pm 0,02$	$107,7 \pm 2,04$	$53,72 \pm 1,66$	$1,00 \pm 0,01$
долихогнатическая макродонтная	$126,64 \pm 4,09$	$61,76 \pm 2,08$	$1,02 \pm 0,02$	$118,17 \pm 2,55$	$57,48 \pm 2,17$	$1,03 \pm 0,02$
долихогнатическая микродонтная	$108,12 \pm 2,95$	$52,78 \pm 1,63$	$1,02 \pm 0,02$	$100,86 \pm 2,06$	$49,53 \pm 1,85$	$1,02 \pm 0,02$

ми, у которых ширина дуг в области вторых моляров верхней и нижней челюсти составляла $52,78 \pm 1,63$ мм и $49,53 \pm 1,85$ мм, соответственно.

У людей с долихогнатическими макродонтными зубными системами зубные дуги были средних размеров, и их длина на верхней и нижней челюсти составляла $126,64 \pm 4,09$ мм и $118,17 \pm 2,55$ мм, соответственно. При этом ширина верхних зубных дуг была $61,76 \pm 2,08$ мм, а нижних — $57,48 \pm 2,17$ мм.

Для мезогнатических форм величина индекса составляла $0,96 \pm 0,02$. Величина индекса более 0,99 характеризовала долихогнатические формы, а при брахигнатических формах указанный параметр составлял менее 0,93.

Средние размеры зубных дуг были у людей с мезогнатическими нормодонтными, долихогнатическими макродонтными и брахигнатическими микродонтными зубными системами.

У людей с брахигнатическими макродонтными, брахигнатическими нормодонтными и мезогнатическими макродонтными системами формы зубных дуг соответствовали критериям «больших» дуг.

Дуги малого размера были у людей с мезогнатическими микродонтными, долихогнатическими нормодонтными и долихогнатическими микродонтными зубными системами.

Таким образом, величина дентального индекса зубной дуги может быть использована в клинике ортодонтии для определения основных форм зубных дуг. Полученные данные могут быть использованы в качестве ориентира для выбора металлических дуг несъемной дуговой аппаратуры при ортодонтическом лечении пациентов с аномалиями окклюзии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратюк А.А. Особенности размеров зубов у людей с нормодонтным брахигнатическим типом зубных дуг. / А.А. Кондратюк, М.Н. Пуздырева, М.Г. Рожкова, С.Б. Фищев и др. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Естественные и технические науки. — 2023. — № 2. — С. 228–232.
2. Пуздырева М.Н., Субботин Р.С., Фищев С.Б., Фомин И.В., Кондратюк А.А., Орлова И.В. Дифференциальная диагностика патологических и физиологических видов резцового перекрытия // Педиатр. — 2019. — Т. 10. — № 4. — С. 39–44.
3. Фищев С.Б. Оценка результатов исследования размеров зубов у людей с нормодонтными долихогнатическими зубными дугами / С.Б. Фищев, А.Г. Климов, А.В. Севастьянов и др. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Естественные и технические науки. — 2023. — № 2-2. — С. 226–230.
4. Dmitrienko S.V., Domenyuk D.A., Kochkonyan A.S., Karslieva A.G., Dmitrienko D.S. Modern classification of dental arches // Archiv EuroMedica. — 2014. — Т. 4. — № 2. — С. 14–16.
5. Dmitrienko S.V., Fomin I.V., Domenyuk D.A., Kondratyuk A.A., Subbotin R.S. Enhancement of research method for spatial location of temporomandibular elements and maxillary and mandibular medial incisors // Archiv EuroMedica. — 2019. — Т. 9. — № 1. — С. 38–44.
6. Fischev S.B., Puzdryyova M.N., Dmitrienko S.V., Domenyuk D.A., Kondratyuk A.A. Morphological features of dentofacial area in peoples with dental arch issues combined with occlusion anomalies // Archiv EuroMedica. — 2019. — Т. 9. — № 1. — С. 162–163.
7. Kondratyuk A., Subbotin R., Lepilin A., Puzdrev M., Fischev S., Sevastynov A., Doenyuk D, Rozhkova M. Dependence of facial morphometric parameters from masticatory muscles tone in people with horizontal type of increased dental abrasion // Archiv euromedica. — 2019. — vol. 9. Num. 3. — С. 91–96.
8. Puzdryyova M.N., Fischev S.B., Dmitrienko S.V., Domenyuk D.A., Kondratyuk A.A. Morphological features of dentofacial area in people with dental arch issues combined with occlusion anomalies // Archiv euromedica. — 2019. — vol. 9, Num. 1. — С. 162–163.
9. Shen L. He F., Zhang C. Prevalence of malocclusion in primary dentition in mainland China, 1988–2017: a systematic review and meta-analysis // Sci. Rep. — 2018. — Vol. 8. — № 1. — С. 4716.
10. Singh S., Sharma A., Sandhu N. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment needs in school going children of Nalagarh, Himachal Pradesh, India // J. Dent. Res. — 2016. — Vol. 27. — № 3. — С. 317–322.

© Климов Андрей Геннадьевич (pstom4@zdrav.spb.ru); Фищев Сергей Борисович (super.kant@yandex.ru);
 Рожкова Мария Геннадьевна (rozmaria2010@yandex.ru); Павлова Светлана Георгиевна (svetap_75@mail.ru);
 Севастьянов Аркадий Владимирович (ardy.dkr@mail.ru); Шторина Анастасия Александровна (nastiya78@mail.ru);
 Пуздырева Маргарита Николаевна (seven-spb@yandex.ru); Попов Владимир Петрович (vpopov5@mail.ru)
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЕ NGAL В КРОВИ, ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ДАВЛЕНИЯ ИНСУФФЛИРУЕМОГО ГАЗА, В ЭНДОХИРУРГИИ ЗАБРЮШИННОГО ПРОСТРАНСТВА

CHANGES IN BLOOD NGAL CONTENT, UNDER DIFFERENT DEGREES OF INSUFFLATED GAS PRESSURE, IN RETROPERITONEAL ENDOSURGERY

Yu. Lobanov
P. Tereshkov
S. Lobanov
K. Shapovalov
L. Lobanov

Summary. In modern clinical practice, laparoscopic and retroperitoneal methods are widely used to access the retroperitoneal space. The creation of the space necessary for surgical actions is achieved by creating a pneumo- and retro-pneumoperitoneum with varying degrees of hypertension. We studied the dynamics of the level of the NGAL kidney damage marker in 162 patients operated on for kidney cysts. The study was performed by flow cytometry using Human Kidney Function Panel 2 Mix and Match Subpanel (For Serum/Plasma Samples). It was found that with a gentle hypertension regime (up to 12 mmHg), there are no significant changes in the NGAL level in the perioperative period. With a combination of the most aggressive factors (pressure regime over 12 mmHg.ct and the duration of the operation from 30 to 60 minutes), the NGAL level increases by 31 % on the 3rd day after the operation. Pneumoperitoneum, when combined with these factors, has a slightly greater effect on NGAL levels than retroperitoneum.

Keywords: pneumoperitoneum, retro-pneumoperitoneum, NGAL, retroperitoneal space.

Лобанов Юрий Сергеевич

к.м.н. доцент,

Читинская государственная медицинская академия

yurilobanov@mail.ru

Терешков Павел Петрович

к.м.н., Читинская государственная

медицинская академия

slobanov15@mail.ru

Лобанов Сергей Леонидович

д.м.н., профессор Читинская государственная

медицинская академия

slobanov15@mail.ru

Шапвалов Константин Геннадьевич

д.м.н., профессор, Читинская государственная

медицинская академия

shkg26@mail.ru

Лобанов Леонид Сергеевич

к.м.н., доцент, Читинская государственная

медицинская академия

slobanov15@mail.ru

Аннотация. В современной клинической практике для доступа в забрюшинное пространство широко используется лапароскопический и ретроперитонеальный метод. Создание необходимого для хирургических действий пространства достигается созданием пневмо- и ретропневмоперитонеума с различной степенью гипертензии. Нами изучалась динамика уровня маркера повреждения почек NGAL у 162 пациентов оперированных по поводу кист почек. Исследование проводили методом проточной цитометрии при помощи Human Kidney Function Panel 2 Mix and Match Subpanel (For Serum/Plasma Samples). Установлено, что при щадящем режиме гипертензии (до 12 мм рт.ст.) не происходит значимых изменений уровня NGAL в периоперационном периоде. При сочетании наиболее агрессивных факторов (режим давления свыше 12 мм рт.ст и продолжительности операции от 30 до 60 мин.) происходит увеличение уровня NGAL на 31 % на 3 сутки после операции. Пневмоперитонеум при сочетании указанных факторов оказывает несколько большее влияние на уровень NGAL, чем ретропневмоперитонеум.

Ключевые слова: пневмоперитонеум, ретропневмоперитонеум, NGAL, забрюшинное пространство.

Введение

В настоящее наиболее распространенными в широкой хирургической практике, являются два метода оперативных вмешательств в забрюшинном пространстве, принципиально отличающихся по характеру доступа. Это лапароскопический или трансперитонеальный, который применяется с начала 90-х гг. и доста-

точно хорошо изучен с точки зрения, как преимуществ, так и ряда недостатков. Более новым является ретроперитонеальный доступ. К настоящему времени сохраняется дискуссия о том, какой из них является наиболее оптимальным для забрюшинных вмешательств [1, 2, 3, 4]. Общим, при указанных методах, является создание необходимого оперативного пространства [5, 6]. С этой целью, при первом способе создается пневмоперитоне-

ум, во втором — ретропневмоперитонеум, поддержание которых осуществляется с помощью инсуффляции газа при заданном давлении. Уровень давления зависит от конкретных анатомических и других условий, необходимых для проведения хирургических манипуляций [5]. Известно, что при высокой гипертензии от 14 мм рт. ст. и выше возникают отрицательные эффекты, связанные в первую очередь, с компрессией вен брюшной полости и забрюшинного пространства. В результате происходит изменение микроциркуляции и другие негативные явления, влияющие на функцию внутренних органов. К настоящему времени проведены исследования макрогемодинамики, микроциркуляции, гемостаза, функции эндотелия [3]. Вместе с тем неясной остается проблема влияния метода операции на функцию почек.

Как известно, одним из маркеров острого повреждения почек является NGAL-липокалин, ассоциированный с желатиной нейтрофилов, или липокалин 2. Источником являются нейтрофилы. При патологических процессах, происходит синтез в различных органах и выход в сосудистое русло. Активизирует пролиферацию поврежденных, преимущественно эпителиальных клеток. Наряду с этим обладает бактериостатическим эффектом NGAL относят к ранним маркерам развития острого повреждения почек (ОПП) любой этиологии, значительно опережающий по времени соответствующее изменение креатинина крови [7, 8, 9]. Установлено, что при повреждении почечных канальцев происходит рост уровня NGAL, как в крови, так и в моче, что позволяет своевременно прогнозировать ОПП. Вместе с тем, данная проблема малоизучена с точки зрения конкретного клинического применения [10, 11, 12]. Все вышеизложенное послужило поводом для данного исследования.

Цель работы: изучить изменение содержания NGAL при лапароскопическом и ретроперитонеальном методах операций в забрюшинном пространстве в условиях различной продолжительности вмешательства и степени давления инсуффлируемого газа.

Материал и методы

Проведено исследование содержания NGAL в сыворотке крови у 162 пациентов, оперированных по поводу кист почек. Показанием к операции являлось наличие крупной кисты почки, болевого синдрома, вторичного пиелонефрита в стадии ремиссии. Выбор доступа производили исходя из расположения кисты. Операции выполнялись по стандартной методике под эндотрахеальным наркозом. Все пациенты разделены на 2 группы, в зависимости от метода хирургического доступа к забрюшинному пространству: 1(L) группа (n=83) пациентов, которые оперированы лапароскопическим доступом. Среди них выделены 4 подгруппы L1 (n=19) с использованием давления ПП от 8 до 12 мм рт.ст. при длительности опе-

рации до 30 мин, 2-я (L2) подгруппа (n=23), пациенты которой оперированы лапароскопическим доступом при режиме ПП от 8 до 12 мм рт.ст. и продолжительности 30–60 мин. 3-я подгруппа L3 (n=20), при уровне давления ПП 12–16 мм рт. ст. и продолжительности менее 30 мин. В 4 подгруппу (L4) включены пациенты (n=21) при режиме ПП 12–16 мм рт.ст., продолжительностью 30–60 мин. Во вторую группу (РПП) включены 79 пациентов оперированных ретроперитонеоскопическим доступом. Аналогичным образом выделены 4 подгруппы по степени давления РПП и длительности операции. Пациенты в группах сопоставимы по полу и возрасту и характеру патологии. NGAL определяли в сыворотке крови во время операции после введения в наркоз, перед наложением РП или РПП, в первые сутки после окончания операции и через 3 суток после операции. Исследование проводили методом проточной цитометрии при помощи Human Kidney Function Panel 2 Mix and Match Subpanel (For Serum/Plasma Samples). Математическая обработка данных проводилась с использованием программ Microsoft Office 2018, с применением параметрических (t-критерий Стьюдента) и непараметрических (Манна-Уитни, Вилкоксона, хи-квадрат) критериев. Критический уровень значимости при проверке гипотез $p=0,05$.

Результаты и обсуждение

Полученные результаты представлены в таблице.

Таблица 1.

Содержание NGAL ng/ml в сыворотке крови при лапароскопическом и ретроперитонеальном методе при разных режимах пневмоперитонеума (ПП) и ретропневмоперитонеума (РПП)

Клинические группы	До операции	1 сутки после операции	Через 3 суток после операции
ПП1 (n=19)	2667±211	2681±207	2791±231
ПП2 (n=23)	2672±376	2651±178	2642±184
ПП3 (n=20)	2631±176	2947±201	3671±303 p=0.015
ПП4 (n=21)	2451±199	3168±218 p=0.02	3975±315 p=0.0014
РПП1 (n=17)	2431±244	2577±186	2552±261
РПП2 (n=22)	2389±222	2421±196	2692±221
РПП3 (n=21)	2677±210	2631±174	2688±241
РПП4 (n=19)	2559±196	2847±201	3356±295 p=0.028

p — значимое отличие между факторным и результативным признаками относительно исходных значений.

Как следует из представленных данных (таблица) при лапароскопическом методе операции уровень NGAL в 1 и 2 группе в 1 сутки и 3 сутки после операции не отли-

чался от исходных значений до операции. Вместе с тем в группе ППЗ установлено статистически значимое увеличение данного показателя на 3 сутки после операции, по сравнению с дооперационным уровнем. В группе ПП4 при сочетании двух наиболее агрессивных факторов (более длительная продолжительность операции в условиях повышенной гипертензии — свыше 12 мм рт.ст.) уровень NGAL значимо превышал исходную величину, как в 1-е, так и 3-е сутки после операции.

Таким образом, при лапароскопическом доступе в забрюшинное пространство, наибольшее изменение среднего уровня содержания NGAL в крови происходит при режиме создаваемой гипертензии во время операции, свыше 12 мм рт.ст., как при коротких, так и сравнительно более длительных операциях.

В условиях ретропневмоперитонеума в группах РПП 1, 2 и 3 значимых изменений уровня NGAL в периоперационном периоде не выявлено. Повышение уровня NGAL на 3 сутки после операции (на 31 %), установлено только в группе РПП4 при режиме давления свыше 12 мм рт.ст. и продолжительности операции 30–60 мин.

Заключение

С активным развитием малоинвазивных методов оперативных вмешательств важной проблемой, является изучение патофизиологических реакций организма, а также их оценка с точки зрения риска различных осложнений и необходимости их коррекции. Одной из специфических особенностей малоинвазивных операций, в частности в забрюшинном пространстве, является создание и поддержание искусственной гипертензии с помощью инсуффлятора. Таким образом, на известный хирургический стресс-ответ, наслаиваются дополнительные условно агрессивные факторы,

значимость изучения которых повышается с развитием малоинвазивной хирургии и расширением арсенала оперативных вмешательств [13]. В связи с этим изучение изменения уровня маркера острого повреждения почек NGAL представляет как практический, так теоретический интерес. В результате данного исследования установлено, что уровень содержания NGAL реагирует на степень создаваемой гипертензии и в меньшей степени на продолжительность операции. При этом, ретроперитонеальный метод в меньшей степени влияет на динамику данного маркера. Установленные изменения вероятно связаны с изменением кровообращения в брюшной полости и забрюшинном пространстве за счет компрессии венозного русла, нарушения микроциркуляции. На основании полученных данных можно полагать, что риск ОПП при лапароскопическом доступе вероятно несколько выше, чем при ретроперитонеальном. Вместе с тем очевидно, что степень гипертензии, является важным, условно агрессивным фактором, что необходимо учитывать при проведении обширных и продолжительных по времени оперативных вмешательств, особенно у пациентов с заболеваниями почек и мочевыводящих путей.

Выводы

1. При лапароскопическом методе в условиях пневмоперитонеума при давлении свыше 12 мм рт.ст. происходит значимое повышение уровня NGAL в плазме на 3 сутки, как при коротких, так и сравнительно более длительных операциях.
2. При ретроперитонеальном методе, выявлено повышение уровня NGAL на 3 сутки после вмешательства, в группе при сочетании режима ретропневмоперитонеума свыше 12 мм рт.ст. и более длительных операций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lombardo R., et al. Retroperitoneoscopy in urology: a systematic review. *Minerva Urol Nefrol.* 2019 Jan 2. Doi: 10.23736/S0393-2249.18.03235-6.
2. Terachi T., Yoshida O., Matsuda T., Orikasa S., Chiba Y., Takahashi K., Takeda M., Higashihara E., Murai M., Baba S., Fujita K., Suzuki K., Ohshima S., Ono Y., Kumazawa J., Naito S. Complications of laparoscopic and retroperitoneoscopic adrenalectomies in 370 cases in Japan: a multi-institutional study. *Biomed Pharmacother.* 2000;54(Suppl. 1):211s–214s. Doi: 10.1016/S0753-3322(00)80047-5.
3. Лобанов Ю.С., Шаповалов К.Г., Лобанов С.Л. Ретроперитонеоскопическая технология в хирургии забрюшинного пространства. *Урология.* 2020;2:113–117
4. Madani A, Lee JA. Surgical Approaches to the Adrenal Gland. *Surg Clin North Am.* 2019 Aug;99(4):773–791. doi: 10.1016/j.suc.2019.04.013. Epub 2019 May 27. PMID: 31255206.
5. Kook Y, Choi HR, Kang SW, Kim JK, Lee CR, Lee J, Jeong JJ, Nam KH, Chung WY. Laparoscopic adrenalectomy: comparison of outcomes between posterior retroperitoneoscopic and transperitoneal adrenalectomy with 10 years' experience. *Gland Surg.* 2021 Jul;10(7):2104–2112. doi: 10.21037/gs-21-178. PMID: 34422581; PMCID: PMC8340327.
6. Meng C, Du C, Peng L, Li J, Li J, Li Y, Wu J. Comparison of Posterior Retroperitoneoscopic Adrenalectomy Versus Lateral Transperitoneal Laparoscopic Adrenalectomy for Adrenal Tumors: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Oncol.* 2021 May 10;11:667985. doi: 10.3389/fonc.2021.667985. PMID: 34041031; PMCID: PMC8142855.
7. Marakala V. Neutrophil gelatinase-associated lipocalin (NGAL) in kidney injury — A systematic review. *Clin Chim Acta.* 2022 Nov 1;536:135–141. doi: 10.1016/j.cca.2022.08.029. Epub 2022 Sep 21. PMID: 36150522.
8. Orhon Ergun M, Zengin SU, Mustafayeva A, Umuroglu T. Neutrophil gelatinase associated lipocalin in predicting postoperative acute kidney injury in elderly. *Ir J Med Sci.* 2022 Jun;191(3):1297–1303. doi: 10.1007/s11845-021-02865-z. Epub 2021 Nov 25. PMID: 34822023

9. Вельков В.В. Цистатин С и NGAL — маркеры преклинической ренальной дисфункции и субклинического острого повреждения почек. Лабораторная служба. 2015;4(2):38–43).
10. Kashani K, Chungpasitporn U, Ronco S. Biomarkers of acute kidney injury: the path from discovery to clinical application. Clin Chem Lab Med. (2017) 55:1074–89. doi: 10.1515/cclm-2016-0973
11. Frydman S, Freund O, Zornitzki L, Katash HA, Banai S, Shacham Y. Indexed neutrophil gelatinase associated lipocalin: a novel biomarker for the assessment of acute kidney injury. J Nephrol. 2023 Nov 2. doi: 10.1007/s40620-023-01800-y. Epub ahead of print. PMID: 37917333.
12. Gupta B, Tiwari P, Subramanian A, Mahajan S, Kalaivani M, Bindra A, Kumar S, Gupta A, Aggrawal R, Soni KD, Pandey RM. Evaluation of plasma and urine neutrophil gelatinase-associated lipocalin (NGAL) as an early diagnostic marker of acute kidney injury (AKI) in critically ill trauma patients. J Anaesthesiol Clin Pharmacol. 2023 Apr-Jun;39(2):292–301. doi: 10.4103/joacp.joacp_284_21. Epub 2023 Feb 16. PMID: 37564858; PMCID: PMC10410041.
13. Овечкин А.М. Хирургический стресс-ответ, его патофизиологическая значимость и способы модуляции. Регионарная анестезия и лечение острой боли. 2008. No 2. С. 49–62.

© Лобанов Юрий Сергеевич (yuriilobanov@mail.ru); Терешков Павел Петрович (slobanov15@mail.ru);
Лобанов Сергей Леонидович (slobanov15@mail.ru); Шаповалов Константин Геннадьевич (shkg26@mail.ru);
Лобанов Леонид Сергеевич (slobanov15@mail.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИНТРАОРАЛЬНОЕ СКАНИРОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОЙ СТОМАТОЛОГИИ: ПРЕИМУЩЕСТВА, НЕДОСТАТКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

INTRAORAL SCANNING IN MODERN DENTISTRY: ADVANTAGES, DISADVANTAGES AND DEVELOPMENT PROSPECTS

E. Ovcharenko
T. Zaredinova
L. Kurtmulaeva
A. Tasinov
E. Tasinov
R. Raupova

Summary. Scanning is the process of obtaining an accurate three-dimensional model of teeth and surrounding tissues. This method is used in dentistry for diagnosis, treatment planning and the creation of dentures. Currently, dentistry is faced with the constant development and introduction of new technologies that significantly improve the quality and effectiveness of dental practice. One of the latest innovations with great potential to facilitate and improve the work of dentists is intraoral scanning. However, despite the advantages, this technology has certain disadvantages, the study of which is important to improve the quality of dental care.

The purpose of this study is to study the main advantages of intraoral scanning in comparison with traditional methods of impression and analysis.

Keywords: orthopedic dentistry, intraoral scanning, extraoral scanning, aesthetic treatment.

Овчаренко Елена Николаевна

Кандидат медицинских наук, доцент,
Крымский Федеральный Университет
им. В.И. Вернадского (г. Симферополь)
elena-ovcharenko17@rambler.ru

Зарединова Тамила Ремзиевна

Крымский Федеральный Университет
им. В. И. Вернадского (г. Симферополь)
2325iva@mail.ru

Куртмулаева Лейля Назим кызы

Крымский Федеральный Университет
им. В.И. Вернадского (г. Симферополь)
turbolelik0220@gmail.com

Тасинов Абильсеит Эдемович

Крымский Федеральный Университет
им. В.И. Вернадского (г. Симферополь)
edemtasinov@gmail.com

Тасинов Эскендер Эдемович

Крымский Федеральный Университет
им. В.И. Вернадского (г. Симферополь)
edem.tasinov@gmail.com

Раупова Рияна Ильясовна

Крымский Федеральный Университет
им. В.И. Вернадского (г. Симферополь)
riya02@bk.ru

Аннотация. Сканирование — это процесс получения точной трехмерной модели зубов и окружающих тканей. Данный метод используется в стоматологии для диагностики, планирования лечения и создания зубных протезов. В настоящее время стоматология сталкивается с постоянным развитием и внедрением новых технологий, которые значительно улучшают качество и эффективность стоматологической практики. Одной из последних инноваций, имеющей большой потенциал для облегчения и улучшения работы стоматологов, является интраоральное сканирование. Однако, несмотря на преимущества, данная технология имеет определенные недостатки, изучение которых имеет важное значение для улучшения качества оказываемой стоматологической помощи.

Целью данного исследования является изучение основных преимуществ интраорального сканирования в сравнении с традиционными методами оттиска и анализ их влияния на точность диагностики и лечения в современной стоматологии.

Ключевые слова: ортопедическая стоматология, интраоральное сканирование, экстраоральное сканирование, эстетическое лечение.

Введение

Ортопедическая стоматология является одним из ключевых направлений современной стоматологии, которое занимается диагностикой, профилактикой и лечением нарушений жевательного аппарата, связанных с потерей зубов и нарушением целостности зубного ряда. Важной составляющей ортопедической стоматологии является применение современных методов сканирования, позволяющих получить высокоточные трехмерные изображения зубов, челюсти и мягких тканей пациента. Изучение темы сканирования в стоматологии становится все более актуальным в связи с постоянным развитием технологий и появлением новых, более совершенных методов сканирования. С каждым годом требования к качеству и точности получаемых данных возрастают, что обуславливает необходимость изучения аспектов использования инновационных сканеров и совершенствования существующих методов. Процесс сканирования в ортопедической стоматологии начал активно развиваться еще в конце XX века, когда были разработаны первые устройства для получения трехмерных изображений [1, 2, 3]. В 1971 г. во Франции были начаты работы по созданию первой системы для проектирования и изготовления коронок. В 1973 г. была опубликована диссертационная работа доктора Ф. Дюре, в которой была предложена инновационная концепция автоматизированного проектирования и создания зубных протезов, получившая название — CAD/CAM, а в 1989 г. на конференции в Чикаго был представлен патент на первое разработанное им устройство CAD/CAM и продемонстрированы его функциональные возможности [2, 3]. Первоначальные системы «CAD/CAM» функционировали по принципу замкнутой системы, подразумевающей создание цифровых слепков с помощью фрезерных станков той же компании, что и система «CAD/CAM». Позднее появились полуоткрытые системы с возможностью взаимодействия с оборудованием от сторонних производителей, обладающих лицензией на использование этой технологии [2, 4].

Анализ и обсуждение

В последние десятилетия развитие технологий сканирования достигло новых высот, благодаря чему появились новые методы получения трехмерных моделей, которые стали более точными, быстрыми и доступными для использования в ортопедической стоматологии. Это, в свою очередь, позволило повысить качество диагностики и лечения стоматологических заболеваний, а также расширить возможности врачей-стоматологов при планировании и реализации ортопедических процедур. В данной работе мы рассмотрим различные методы сканирования в ортопедической стоматологии, сравним их характеристики и определим области применения каждого из них.

Современные методы сканирования можно условно разделить на две основные группы: внутриворотные (интраоральные) и вневоротные (экстраоральные) методы [1, 3]. Наиболее распространенным на сегодняшний день является интраоральный метод сканирования — он предполагает использование различных устройств для получения трехмерных изображений зубов и окружающих их тканей [3, 4]. Интраоральное сканирование вышло на первый план в клинической практике преимущественно в связи с тем, что процесс сканирования по данной методике является более быстрым и комфортным для пациента по сравнению с экстраоральным сканированием. Наиболее распространенными являются интраоральный сканер и сканер на основе камеры, а также другие методы, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Интраоральный сканер — это устройство, используемое в стоматологии для создания трехмерного оптического оттиска. Этот процесс включает в себя проецирование источника света (инфракрасного или структурированного света) на область, которая должна быть отсканирована, в данном случае, на зубную дугу. Полученное изображение обрабатывается с помощью специального программного обеспечения, которое создает трехмерную модель отсканированной поверхности [3, 4, 5]. Эта модель может быть использована для создания виртуальных моделей зубов и считается более удобной, чем традиционные оттиски, в которых используются необратимые гидроколлоидные и эластомерные оттисковые материалы [4].

Интраоральное цифровое сканирование предоставляет ряд преимуществ, таких как возможность визуализации в режиме реального времени, простота повторения процедуры, возможность выборочного захвата определенных областей, экономия времени на заливке отливок, предотвращение износа модели и быстрая связь с доступностью информации [5, 6, 7, 8]. Как уже было сказано ранее, одно из основных преимуществ использования интраорального сканера заключается в том, что они позволяют получить точную информацию о состоянии зубов пациента без необходимости использования традиционных оттисков — это не только сокращает время на проведение процедуры, но и снижает дискомфорт для пациента, особенно для тех, кто испытывает трудности с традиционными методами [8, 9]. В 2018 году было проведено исследование, направленное на оценку удобства использования одного из современных интраоральных сканеров — в рамках исследования оценивались такие параметры, как комфорт, время сканирования, размер сканера, наличие рвотного рефлекса и другие. По результатам исследования, сканирование с использованием интраорального сканера показало лучшие результаты по сравнению с традиционным способом получения оттиска [9, 10]. Также стоит отметить,

что использование интраорального сканера является более экологичным [8]. В других исследованиях, целью которых была непосредственная оценка точности интраорального сканирования, было обнаружено, что интраоральные сканеры обладают высокой точностью воспроизведения границы препарирования при различных вариантах расположения уступа культи зуба относительно уровня десневого края, что является критическим фактором для планирования конструкции последующей не прямой реставрации, а также оценки качества ее интеграции [11]. Кроме этого, важным критерием точности интраорального сканирования является величина краевого прилегания, так как данный параметр влияет на долговечность и эффективность протезов и реставраций. При неправильном прилегании края протеза может возникнуть проникновение бактерий и развитие кариеса или периодонтита, а также возникнуть дискомфорт для пациента и эстетические проблемы. В исследовании по качеству краевого прилегания с применением показали, что каркасы, изготовленные с использованием технологии внутриротового сканирования, имеют значительно меньшую величину вертикального краевого зазора (в среднем, 30 мкм), по сравнению с каркасами, изготовленными с применением традиционных оттисков (в среднем, 49 мкм) [12].

Также в настоящее время благодаря развитию интернет-технологий появилась возможность передавать данные пациентов непосредственно зубным техникам, минуя этап физической отправки моделей зубов, что упрощает процесс коммуникации между стоматологом и зубным техником. Также это позволяет избежать риска повреждения моделей при транспортировке и сократить время на их передачу [6, 7]. Цифровые модели, созданные с помощью интраорального сканера, занимают значительно меньше места по сравнению с физическими гипсовыми моделями — такие модели не требуют специального хранения, что делает их более удобными в использовании [7, 9].

Однако, использование интраорального сканера может быть затруднительно при наличии у пациента кариеса, зубного налета или аномалий прикуса. Также одной из основных сложностей, связанных с применением интраоральных сканеров и получением оптических оттисков, является трудность в определении точных границ подготовленных зубов, особенно при наличии кровотечений или в эстетически важных областях, где требуется субгингивальное размещение краев протеза [1, 3, 9]. Это обусловлено тем, что в отличие от традиционных оттисковых материалов, свет от интраоральных сканеров не может физически разделить десну, что затрудняет обнаружение «невидимых» областей [9].

Точность интраоральных сканеров является критически важным параметром, так как они являются основой

цифрового рабочего процесса в стоматологии, в связи с чем данный параметр стал предметом ряда исследований, результаты которых оказались противоречивыми. Некоторые из них показали, что интраоральные сканеры способны обеспечивать точность, сопоставимую с традиционными методами получения оттисков [10]. Таким образом, размеры зубов могут быть с высокой точностью представлены на цифровом изображении. Это облегчает процесс планирования лечения и принятия решений о требованиях к свободному пространству. Клинические испытания также подтвердили, что точность интраорального сканирования превосходит традиционные альгинатные оттиски [7, 9]. Тем не менее, некоторые авторы не согласны с этими выводами, утверждая, что в оптимальных условиях точность интраоральных оттисков, полученных с помощью интраоральных сканеров ниже, чем при использовании традиционных материалов и оцифровке экстраоральными сканерами [10].

Результаты исследований, проведенных Grunheid и Sfondrini, подтверждают потенциал интраорального сканирования как метода получения данных с точностью, сравнимой с альгинатными оттисками для ортодонтии [9, 13]. Однако существуют исследования, которые показывают, что традиционные оттисковые материалы могут обеспечить более высокую точность по сравнению с цифровыми оттисковыми системами [13]. Факторы, связанные с состоянием полости рта пациента, также могут влиять на точность сканирования. Кроме того, точность сканирования верхней челюсти, как правило, ниже, чем нижней [14].

Результаты некоторых исследований показывают, что точность сканирования зависит от состояния поверхности зуба. Было обнаружено, что сканирование дистальной поверхности может быть менее точным, что указывает на то, что области между зубами, где расстояние между ними невелико, могут представлять сложность для современных сканеров [8, 13]. Аналогичная картина не была замечена для мезиальной поверхности. Возможно, расстояние между краем подготовленного зуба и соседним зубом влияет на точность сканирования, однако для подтверждения данной гипотезы необходимо измерить абсолютные значения этих расстояний на мезиальной и дистальной поверхностях для оценки роли, которую играет расстояние между соседними зубными поверхностями в точности сканирования [8].

Однако, существует ряд факторов, которые в настоящее время сдерживают широкое использование интраоральных сканеров в стоматологической практике. Высокая цена интраорального сканера и сопутствующего оборудования делают его приобретение затратным [13]. Кроме того, есть определенные трудности в освоении интраоральных сканеров, особенно для стомато-

логов старшего поколения, которые могут испытывать сложности в работе с такой техникой [15]. Также стоит учитывать, что на рынке представлены интраоральные сканеры разных производителей, которые имеют свои особенности и могут отличаться по точности и скорости работы. Все эти факторы необходимо учитывать при выборе интраорального сканера для использования в клинике.

Точность каждого интраорального сканирования определяется аппаратными и программными спецификациями выбранного устройства. Человеческий фактор, который может повлиять на точность сканера, включает в себя технологию сканирования, выбор системы, размеры сканирующей головки, процесс калибровки, расстояние сканирования и подверженность изменениям температуры, влажности, освещения, опыта оператора, схемы сканирования, длительности сканирования, ошибок отключения, повторного сканирования и дублирования процедур [16]. Для успешного сканирования врач располагает сканируемый объект по центру датчика и проводит головкой интраорального сканера по определенной схеме, так называемой стратегией сканирования. Влияние данной стратегии на точность отпечатка еще не до конца изучено. Стратегии, отличные от предлагаемых производителем интраорального сканера, могут приводить к значительно меньшей точности [17, 18]. Oh и коллеги сделали вывод о том, что следует избегать вертикального наклона интраорального сканера [19].

Отдельную проблему представляет сканирование при полной адентии. Исследовательские данные демонстрируют, что точность цифрового сканирования слизистой оболочки десен при отсутствии всех зубов детерминруется характеристиками мягких тканевых структур, такими как пластичность, мобильность и размерные параметры, равно как и особенностями IOS-системы, куда входят размер и ширина сканера, и методологическими подходами к сканированию [17, 20, 21, 22]. Osnes и соавторы описали, как некоторые интраоральные сканеры продемонстрировали наиболее значительные средние отклонения поверхности по всей площади [23]. Однако эти показатели были ниже предельного значения в 300 микрометров [24]. Jung и его соавторы оценили точность интраоральных сканеров только в опорных структурах верхнечелюстной и нижнечелюстной дуг. Исследователи высказали предположение, что более высокие результаты могут быть достигнуты при использовании сканера со специализированными наконечниками для мягкого нацеливания [25].

Исследование, недавно проведенное Кумаром с соавторами, обнаружило потенциал применения интраорального сканера для выявления ранних эрозий зуба,

однако они отметили, что изображения обладают низкой точностью и могут не позволить различить мельчайшие различия поверхности [26, 27]. В случае обнаружения скорости износа зубов, выходящей за рамки средней физиологической нормы (примерно на 0.02–0.04 мм/год), стоматологи имеют возможность оперативно провести дополнительное обследование и актуализировать историю болезни и информацию о гигиене полости рта пациента [28]. После установления причины пациенту может быть рекомендован комплексный курс лечения, например, изменение привычек, установка окклюзионных шин или ортодонтическое лечение.

Основываясь на анализе результатов рассмотренных исследований, цифровые оттиски имплантатов полной дуги, полученные с использованием интраорального сканера, не обладают достаточной точностью для клинического применения. Точность значительно зависит от расстояния между имплантатами, типа интраорального сканера и опыта оператора, тогда как угол наклона имплантата, соединение имплантатов и глубина вживления не оказывают влияния [28, 29]. Влияние стратегии сканирования и измененной техники требует дальнейших исследований.

Цифровые интраоральные системы моделирования продолжают активно развиваться, однако из-за многообразия данных зачастую сложно сопоставить результаты отдельных исследований для формирования общего представления о точности интраоральных сканеров. Для оценки точности используются различные параметры, такие как клиническое или лабораторное обследование, сканирование всей зубной дуги, частичное сканирование беззубого участка или одного зуба. Кроме того, точность может измеряться в терминах разрешения. На точность интраорального сканирования влияют различные факторы, включая технологию самого сканера, использование порошкового сканирующего материала, программное обеспечение, а также стратегию сканирования. По сравнению с традиционными методами интраоральное сканирование может быть более надежным инструментом для диагностики и в случаях, когда необходимо провести короткое сканирование. Однако при использовании для сканирования всей зубной дуги интраоральный сканер может демонстрировать большую степень погрешности, а также при регистрации подвижных поверхностей слизистой оболочки следует внести некоторые улучшения. Исследования демонстрируют различные результаты для разных типов интраоральных систем сканирования. Несмотря на то, что точность интраоральных сканирующих систем представляется многообещающей, сравнимой с традиционными подходами, они все еще подвержены ошибкам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Accuracy of digital implant impressions obtained using intraoral scanners: a systematic review and meta-analysis of in vivo studies / Ma, J., Zhang, B., Song, H. et al. // *International Journal of Implant Dentistry*. — 2023. — Vol. 9. — P. 48.
2. Дякин Н.С., Зубкова А.А. Системы CAD/CAM проектирования: интраоральные сканеры в области инновационной стоматологии // *Международный студенческий научный вестник*. — 2021. — № 2.
3. An overview of three-dimensional imaging devices in dentistry / Hou X, Xu X, Zhao M, et al. // *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. — 2022. — Vol. 34, N 8. — P. 1179–1196.
4. Tanna NK, AlMuzaini AAY, Mupparapu M. Imaging in Orthodontics // *Dent Clinics of North Amrica*. — 2021. — Vol. 65, N 3. — P. 623–641.
5. Accuracy of CAD/CAM Digital Impressions with Different Intraoral Scanner Parameters / Chiu A, Chen YW, Hayashi J, Sadr A. // *Sensors (Basel)*. — 2020. — Vol. 20, N 4. — P. 1157.
6. Accuracy of an intraoral digital impression: A review / Aswani K, Wankhade S, Khalikar A, Deogade S // *The Journal of Indian Prosthodontic Society*. — 2020. — Vol. 20, N 1. — P. 27–37.
7. Suese K. Progress in digital dentistry: the practical use of intraoral scanners // *Dental Materials Journal*. — 2020. — Vol. 39, N 1. — P. 52–56.
8. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review / Kihara H, Hatakeyama W, Komine F, et al. // *Journal Prosthodontic Reserach*. — 2020. — Vol. 64, N 2. — P. 109–113.
9. Intraoral Scanners in Orthodontics / Christopoulou I, Kaklamanos EG, Makrygiannakis MA, Bitsanis I, Perlea P, Tsolakis AI. // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. — 2022. — Vol. 19, N 3. — P. 1407.
10. Accuracy and precision of 3 intraoral scanners and accuracy of conventional impressions: A novel in vivo analysis method / Nedelcu R., Olsson P., Nystrom I., Ryden J., Thor A // *Journal of Dentistry*. — 2018. — Vol. 69. — P. 110–118.
11. Ряховский А.Н., Костюкова В.В. Сравнительное лабораторное исследование результатов отображения границы препарирования культи зуба, полученных с помощью интраоральных сканеров // *Стоматология*. — 2016. — Т. 95, (5). — С. 39–46.
12. Жулев Е.Н., Вокулова Ю.А. Результаты изучения качества краевого прилегания каркасов из диоксида циркония, изготовленных с применением технологии внутриротового лазерного сканирования Itero Cadent в эксперименте // *Современные проблемы науки и образования*. — 2017(1)
13. Computerized Casts for Orthodontic Purpose Using Powder-Free Intraoral Scanners: Accuracy, Execution Time, and Patient Feedback / Sfondrini M.F., Gandini P., Malfatto M., Di Corato F., Trovati F., Scribante A // *Biomed. Research International*. — 2018. — Vol. 2018. — P. 9.
14. Accuracy of Digital Dental Implants Impression Taking with Intraoral Scanners Compared with Conventional Impression Techniques: A Systematic Review of In Vitro Studies / Albanchez-González MI, Brinkmann JC, Peláez-Rico J, López-Suárez C, Rodríguez-Alonso V, Suárez-García MJ // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. — 2022. — Vol. 19, N 4. — P. 2026.
15. Al Hamad K.Q., Al-Kaff F.T. Trueness of Intraoral Scanning of Edentulous Arches: A Comparative Clinical Study // *Journal of Prosthodontics*. — 2023. — Vol. 32. — P. 26–31.
16. Learning curve of digital intraoral scanning — an in vivo study / Roth I, Czigola A, Joos-Kovacs GL, Dalos M, Hermann P, Borbely J // *BMC Oral Health*. — 2020. — Vol. 20, N 1. — P. 287.
17. Revilla-León M, Kois DE, Kois JC. A guide for maximizing the accuracy of intraoral digital scans. Part 1: Operator factors // *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. — 2023. — Vol. 35, N 1. — P. 230–240.
18. Gavounelis NA, Gogola CC, Halazonetis DJ. The Effect of Scanning Strategy on Intraoral Scanner's Accuracy // *Dental Journal (Basel)*. — 2022. — Vol. 10, N 7. — P. 123.
19. Oh K.C., Park J.M., Moon H.S. Effects of Scanning Strategy and Scanner Type on the Accuracy of Intraoral Scans: A New Approach for Assessing the Accuracy of Scanned Data. // *Journal Prosthodontics*. — 2020. — Vol. 29. — P. 518–523.
20. Accuracy of Intraoral Scanner for Recording Completely Edentulous Arches-A Systematic Review / Srivastava G, Padhiary SK, Mohanty N, Molinero-Mourelle P, Chebib N // *Dental Journal (Basel)*. — 2023. — Vol. 11, N 10. — P. 241.
21. Edentulous Jaw Impression Techniques: An in Vivo Comparison of Trueness / Chebib N., Kalberer N., Srinivasan M., Maniewicz S., Perneger T., Müller F // *Journal of Prosthetic Dentistry*. — 2019. — V. 121. — P. 623–630.
22. Full Arch Precision of Six Intraoral Scanners in Vitro / Osnes C.A., Wu J.H., Venezia P., Ferrari M., Keeling A.J // *Journal of Prosthodontics research*. — 2020. — Vol. 64. — P. 6–11.
23. Three-Dimensional Differences between Intraoral Scans and Conventional Impressions of Edentulous Jaws: A Clinical Study / Lo Russo L., Caradonna G., Troiano G., Salamini A., Guida L., Ciavarella D // *Journal of Prosthetic Dentistry*. — 2020. — Vol. 123. — P. 264–268.
24. Comparison of Different Intraoral Scanning Techniques on the Completely Edentulous Maxilla: An in Vitro 3-Dimensional Comparative Analysis / Zaroni F., Ruggiero G., Ferrari M., Mangano F., Joda T., Sorrentino R // *Journal of Prosthetic Dentistry*. — 2020. — Vol. 124. — P. 762.
25. Comparison of Different Impression Techniques for Edentulous Jaws Using Three-Dimensional Analysis / Jung S., Park C., Yang H.-S., Lim H.-P., Yun K.-D., Ying Z., Park S.-W // *Journal of Prosthetic Dentistry*. — 2019. — Vol. 11. — P. 179–186.
26. Accuracy of the Intraoral Scanner for Detection of Tooth Wear / Mitirattanakul S, Neoh SP, Chalarmchaichaloenkit J, et al. // *International dental journal*. — 2023. — Vol. 73, N 1. — P. 56–62.
27. Accuracy of the Intraoral Scanner for Detection of Tooth Wear / Mitirattanakul S, Neoh SP, Chalarmchaichaloenkit J, et al. // *International dental journal*. — 2023. — Vol. 73, N 1. — P. 56–62.

28. Application of the Intraoral Scanner in the Diagnosis of Dental Wear: An In Vivo Study of Tooth Wear Analysis / García VD, Freire Y, Fernández SD, Murillo BT, Sánchez MG // International Journal of Environmental Research and Public Health. — 2022. — Vol. 19, N 8. — P. 4481.
 29. Intraoral digital implant scans: Parameters to improve accuracy / Revilla-León M, Lanis A, Yilmaz B, Kois JC, Gallucci GO // Journal Prosthodontical. — 2023. — Vol. 32, N 2. — P. 150–164.
 30. Accuracy of an intraoral scanner based on sleeve type, decontamination, and calibration / Struthers MW, Hoopes WL, Arnason SC, Sierra D, Vandewalle KS // General Dentistry. — 2023. — Vol. 71, N 4. — P. 48–53.
-

© Овчаренко Елена Николаевна (elena-ovcharenko17@rambler.ru); Зарединова Тамил Рамзиевна (2325iva@mail.ru);
Куртмулаева Лейля Назим кызы (turbolelik0220@gmail.com); Тасинов Абильсеит Эдемович (edemtasinov@gmail.com);
Тасинов Эскендер Эдемович (edem.tasinov@gmail.com); Раупова Рияна Ильясовна (riya02@bk.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ВЕДЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С БЕССИМПТОМНОЙ ГИПЕРУРИКЕМИЕЙ НА АМБУЛАТОРНОМ ЭТАПЕ

MANAGEMENT OF PATIENTS WITH ASYMPTOMATIC HYPERURICEMIA AT THE OUTPATIENT STAGE

**A. Popova
V. Tonckih
S. Iureva
A. Iureva**

Summary. Currently, there is an increase in the prevalence of asymptomatic hyperuricemia, which, in turn, affects the development and progression of a number of pathologies, such as cardiovascular diseases (arterial hypertension, coronary heart disease, chronic heart failure), decreased kidney function, type 2 diabetes mellitus, which has been proven in various studies research. An asymptomatic increase in uric acid levels increases not only the risk of non-fatal, but also fatal cardiovascular catastrophes. Asymptomatic hyperuricemia is a general therapeutic issue in which special attention should be paid to the prevention and treatment of this pathology in the early stages of its development. That is why in our study, increased attention is paid to the management of patients with asymptomatic hyperuricemia at the outpatient stage.

Keywords: asymptomatic hyperuricemia, uric acid, risk factors, cardiovascular diseases, outpatient stage.

Актуальность

В настоящее время отмечается высокая распространенность пациентов, имеющих повышенный уровень мочевой кислоты (МК), так в Российской Федерации она составляет 16,8 %, при этом она в 2 раза чаще выявляется у мужчин, чем у женщин, а при общем критерии в 5 раз. Также характерно наличие возрастного градиента распространенности бессимптомной гиперури-

кемии (БГУ) с увеличением от 14,7 % в молодом возрасте до 29,5 % в возрасте 55–64 года [1].

Мочевая кислота — это конечный продукт метаболизма пуриновых оснований, являющийся составной частью нуклеиновых кислот и макроэргических соединений [10]. Основными причинами повышения МК считаются: нарушение ее выведения (генетические дефекты переносчиков уратов, снижение почечного кровотока,

Попова Алина Вадимовна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Минздрава РФ
poalpoina.bre@yandex.ru

Тонких Виолетта Витальевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Минздрава РФ
violettatonkih@gmail.com

Юрьева Светлана Владимировна

Кандидат медицинских наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Минздрава РФ
silviya@yandex.ru

Юрьева Анастасия Ильинична

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский Университет Медицины Минздрава РФ
nastyaurieva02022006@gmail.com

Аннотация. В настоящее время прослеживается увеличение распространенности бессимптомной гиперурикемии, которая, в свою очередь, влияет на развитие и прогрессирование целого ряда патологий, таких как сердечно-сосудистые заболевания (артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца, хроническая сердечная недостаточность), снижение функции почек, сахарного диабета 2 типа, что было доказано в различных исследованиях. Бессимптомное повышение уровня мочевой кислоты повышает не только риск нефатальных, но и фатальных сердечно-сосудистых катастроф. Бессимптомная гиперурикемия является общетерапевтическим вопросом, в котором стоит уделять особое внимание профилактике и лечению данной патологии на ранних этапах ее развития. Именно поэтому в нашем исследовании повышенное внимание уделено ведению пациентов с бессимптомной гиперурикемией на амбулаторном этапе.

Ключевые слова: бессимптомная гиперурикемия, мочевая кислота, факторы риска, сердечно-сосудистые заболевания, амбулаторный этап.

повышение скорости клубочковой фильтрации), нарушение ресинтеза пуринов вследствие нарушения активности гипоксантин-гуанин-фосфорибозил-трансферазы и окисление их до МК, повышенное поступление пуринов с пищей (повышенное потребление продуктов с высоким содержанием фруктозы, мяса, алкоголь, морепродукты, сахаросодержащие напитков) или в следствие приема лекарственных препаратов (бета-адреноблокаторы, диуретики, высокие дозы ацетилсалициловой кислоты, альфа-адреноблокаторы, клопидогрел, симвастатин); повышенный синтез пуринов, возникающий вследствие чрезмерного повышения активности фосфорибозил-пирофосфат синтазы, приводящей к многократному увеличению синтеза пуринов и в заключении к их распаду [1].

По клиническим рекомендациям в Российской Федерации нормальным уровнем МК считается ≤ 360 мкмоль/л у женщин и ≤ 420 мкмоль/л у мужчин [2], но при этом состоянии у мужчин МК из своего растворенного состояния начинает переходить в кристаллическую форму. По другим же клиническим рекомендациям нормальным уровнем МК является показатель ≤ 360 мкмоль/л независимо от пола [9]. В то время как Британское общество ревматологов считает, что нормой является показатель ≤ 300 мкмоль/л также вне зависимости от пола пациента [8].

МК включается в скрининг по оценке риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). В соответствии с клиническими рекомендациями у пациентов с ССЗ необходимо определять уровень МК и выявлять пациентов с БГУ [3]. Это связано с тем, что бессимптомное повышение МК может повышать риск фатальных и нефатальных сердечно-сосудистых катастроф при увеличении показателей >300 мкмоль/л. Было выявлено, что БГУ является фактором риска развития ишемической болезни сердца (ИБС), хронической сердечной недостаточности (ХСН) и артериальной гипертензии (АГ). Так, по результатам исследования [5], у пациентов с ИБС и уровнем МК >430 мкмоль/л риск смерти увеличился в 5 раз (от 3,4 до 17 %), в отличие от пациентов с уровнем МК <300 мкмоль/л. БГУ может также приводить к повышению функционального класса ХСН, уменьшению толерантности к физической нагрузке и снижению функции миокарда. Кроме этого, отмечается связь уровня МК сыворотки и АГ, таким образом увеличение показателя МК на 1 мг/дл сопровождается увеличением на 13 % риска развития АГ [3]. Повышенный уровень МК сыворотки крови ассоциируется также с ухудшением функции почек, появлением альбуминурии, прогрессированием хронической болезни почек (ХБП) до терминальной стадии [1]. Была установлена взаимосвязь между заболеваемостью сахарного диабета 2 типа (СД 2 типа) и гиперурикемией, так при увеличении показателей МК сыворотки на 1 мг/дл увеличивается риск развития СД 2 типа на 6–11 % [1].

Необходимо уделять повышенное внимание ведению пациентов с БГУ на амбулаторном этапе для предотвращения риска развития ССЗ и смертности пациентов.

Цель: изучить ведение пациентов с бессимптомной гиперурикемией на амбулаторном этапе.

Материалы и методы

С помощью специально разработанной анкеты нами был проведен анализ всех пациентов, обращавшихся к врачу-кардиологу в амбулаторно-поликлиническое учреждения г. Архангельск в течение одного месяца. С дальнейшим наблюдением пациентов с бессимптомной гиперурикемией в течение трех месяцев для уточнения контроля уровня мочевой кислоты и коррекции терапии. Анкета включала в себя информацию о возрасте, поле, образовательном статусе, уровне мочевой кислоты, лечении/контроле гиперурикемии, данных анамнеза о наличии хронических заболеваний и факторах риска, а также сопутствующей лекарственной терапии. Критерии включения: возраст старше 18 лет, уровень мочевой кислоты ≥ 360 мкмоль/л, как для мужчин, так и для женщин, отсутствие клинических проявлений подагры. В исследования не включены пациенты, имеющие поставленный диагноз подагра (M10.0 по МКБ-10), проходившие лечения у врачей-ревматологов. Статистический анализ осуществлен с использованием программы SPSS15.0 (SPSSInc., Chicago, IL).

Результаты и обсуждение

Нами было проанализировано 1048 пациентов. Распространенность БГУ в общей выборке составила 10,21 % (107 пациентов). Средний возраст группы с БГУ 66,8 лет, среди них 51 женщина (средний возраст 47,7 лет), 56 мужчин (средний возраст 52,3). Средний уровень МК у мужчин 425,80 мкмоль/л, у женщин — 424,54 мкмоль/л. Отмечается тенденция к увеличению уровня МК в зависимости от возраста пациента: 21–38 лет (л.) — 372,5 мкмоль/л; 39–56 л. — 413,6 мкмоль/л; 57–74 года (г.) — 424,67 мкмоль/л; 75–92 г. — 438,58 мкмоль/л. В резолюции Совета экспертов, посвященной гиперурикемии, распространенность составила 16,8 % [1], хочется отметить, что в нашем исследовании оценивались пациенты только с БГУ, не имеющие клинических проявлений подагры, которые обращались к врачу-кардиологу. Также в резолюции Совета экспертов подчеркнуто, что повышенный уровень МК чаще встречается у мужчин и увеличивается с возрастом [1], что коррелирует с нашим исследованием.

Мы оценили распространенность ассоциированных состояний у пациентов с БГУ: АГ была диагностирована у каждого первого (104 (97,4 %)) пациента, дислипидемия у 66 (61,7 %) пациентов, ИБС 65 (60,7 %) пациентов,

мультифокальный атеросклероз у каждого второго (62 (58,5 %)) пациента, СД 2 типа — у каждого третьего (33 (30,8 %)) пациента, ХБП у 36 (33,6 %) пациентов, мочекаменная болезнь у 3 (2,8 %) пациентов, наличие острого нарушения мозгового кровообращения в анамнезе у 9 (8,6 %) пациентов.

В резолюции Совета экспертов отмечено, что между повышенным уровнем МК и АГ есть взаимосвязь [1], что подтверждается и в нашем исследовании. В исследовании «Asymptomatic Hyperuricemia as an Independent Risk Factor for Myocardial Infarction in Adult Population» говорится, что наличие гиперурикемии может способствовать индукции оксидативного стресса и других патологических процессов, что ведет к развитию атеросклероза, а также этим можно объяснить связь с развитием ИБС, поэтому у пациентов с БГУ часто можно наблюдать мультифокальный атеросклероз [5]. Также в резолюции Совета экспертов указано, что у пациентов с повышенным уровнем МК частота возникновения ИБС выше, что совпадает с результатами нашего исследования [3]. ХБП является как фактором риска, так и ассоциированным состоянием, стоит отметить, что в исследованиях имеются данные о том, что чаще всего БГУ не вызывала ХБП и не приводила к ее прогрессированию. Только гиперурикемия с кристаллурией мочевыводящих путей вследствие подкисления мочи вызывала обструкцию канальцев, воспаление и интерстициальный фиброз [12].

При анализе данных наблюдается положительная зависимость между индексом массы тела (ИМТ) и БГУ. Ожирение встречалось у 47 (44,3 %) пациентов, при этом уровень МК в этой группе был выше, равно как и в резолюции Совета экспертов подчеркнута прямолинейная зависимость между ИМТ и повышением уровня МК [1]. В исследовании Shanableh Y. и соавторов были обнаружены значимые ассоциации между уровнем МК и дислипидемией [13], что прослеживается в нашей работе.

У исследуемых с БГУ статистически значимыми были такие факторы риска, как наличие инсулинорезистентности или гипергликемии, которая встречалась у 45 (42,1 %) пациентов, прием некоторых лекарственных препаратов. Наиболее значимые лекарственные средства, повышающие уровень МК: бета-адреноблокаторы принимали 80 (75,5 %) пациентов, петлевые диуретики 40 (37,4 %) пациентов, тиазидные/тиазидоподобные диуретики 38 (35,8 %) пациентов. Стоит отметить, что мы оценивали пациентов, наблюдающихся у врача кардиолога, и им по схемам терапии основного заболевания часто назначается диуретическая терапия. Согласно клиническим рекомендациям, стоит ограничить прием диуретических препаратов, за исключением наличия жизненных показаний к их приему [2]. Существуют и другие факторы риска, такие как потребление большего количества продуктов, богатых пуринами, употребление

алкоголя, наследственность, о чем мы не можем корректно говорить, так как в амбулаторных картах не отражалась данная информация.

Стоит отметить, что наличие факторов риска, таких как хронические заболевания кишечника 3,7 % (3 пациента), противоопухолевая терапия 2,8 % (3 пациента), мочекаменная болезнь 2,8 % (3 пациента) встречались намного реже, чем в других исследованиях. В исследовании *Asymptomatic hyperuricemia associated with increased risk of nephrolithiasis: a cross-sectional study* указывается, что существует дозозависимая связь между уровнем МК и развитием нефролитиаза, в группе с гиперурикемией частота встречаемости мочекаменной болезни была выше в 1,464 раза [6].

В нашей работе к тому же рассматривалось назначение сопутствующей терапии по основному заболеванию, снижающей уровень МК: аторвастатин принимали 52 (51,4 %) пациентов, ацетилсалициловую кислоту в дозировке до 100 мг/сут 36 (33,64 %) пациентов, лозартан 9 (8,41 %) пациентов, фенофибрат 2 (1,87 %) пациента, переносчик ингибиторы SGLT2 и рамиприл не назначался. В рекомендациях отмечено, что пациентам с сердечно-сосудистой патологией при показаниях к назначению стоит назначать прием таких препаратов, как лозартан, блокаторы кальциевых каналов, фенофибрат, так как они имеют дополнительный уратснижающий эффект [2], но у нас такой тенденции не наблюдалось.

По полученным данным в клинический диагноз БГУ вынесена только у 21,5 % исследуемых. Согласно рекомендациям первым уровнем снижения МК является модификация образа жизни и соблюдение диеты, ограничение продуктов, содержащих повышенное количество пуринов, уменьшение употребляемого алкоголя, снижение веса при ожирении [2, 3]. Такие мероприятия были рекомендованы только 9 (8,41 %) пациентам. Следующим этапом лечения БГУ является назначение медикаментозной терапии. Часто назначаемыми лекарственными препаратами являются аллопуринол и фебуксостат, которые неоднократно доказали свою эффективность [4, 11]. Медикаментозная терапия была назначена четверым (3,7 %) пациентам. В нашем анализе у всех пациентов скорость клубочковой фильтрации была в пределах 30–60 мл/мин/1,73 м², в соответствии с American College of Rheumatology Guideline for the Management of Gout начальная доза должна составлять 50 мг/сут [7]. В аннотации к лекарственному препарату при данной скорости можно начинать терапию с 100 мг/сут. В нашем исследовании в 100 % случаев назначался аллопуринол в дозировке 100 мг — 75 % (3 пациента), 50 мг — 25 % (1 пациент). При ведении пациентов с БГУ необходимо достигать целевой уровень МК, у лиц с низким или умеренным риском он должен составлять ≤ 360 мкмоль/л, а у лиц с высоким или очень высоким риском ≤ 300 мкмоль/л [1]. Все

пациенты в нашем исследовании имели высокий/очень высокий риск. После назначенной уратснижающей терапии контроль уровня МК был проведен только у двух (1,9 %) пациентов. Следует добавить, что ни один пациент не достиг целевых цифр, но на амбулаторном этапе коррекция дозировки аллопуринола была проведена только у одного (0,9 %) пациента несмотря на то, что это является обязательным условием при неэффективности назначенной терапии.

Авторы других исследований, отмечают, что клинические проявления и лечение БГУ у пациентов с ССЗ остаются противоречивыми. Высокие уровни МК у людей, страдающих ССЗ, могут быть результатом снижения скорости клубочковой фильтрации, сужения сосудов почек, гиперинсулинемии, ишемии тканей, окислительного стресса и/или лечения диуретиками. С другой стороны, многие исследования доказали, что повышенный уровень МК является независимым фактором риска ССЗ и смертности [5, 10, 14].

Заключение

В заключении следует отметить, что бессимптомная гиперурикемия представляет собой потенциальную

угрозу здоровью, так как связана с нарушениями в различных органах и системах. По нашим данным у каждого десятого пациента, обратившегося на прием к врачу-кардиологу, имеется бессимптомная гиперурикемия, что требует повышенного внимания. Врачи часто пропускают бессимптомную гиперурикемию и не назначают не только медикаментозную, но и немедикаментозную терапию. Только каждому пятому был выставлен данный диагноз. Немедикаментозные мероприятия назначались врачами в 8,41 % случаев, а медикаментозная в 3,7 %.

После анализа результатов исследования, нами предложено открыть в отделении медицинской профилактики школу по ведению пациентов с бессимптомной гиперурикемией, где специально обученный медицинский персонал объясняет правила немедикаментозной терапии и ведение этих пациентов на амбулаторном этапе. Требуется внедрение таких школ в других амбулаторно-поликлинических учреждениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Драпкина О.М., Мазуров В.И. и др. «В фокусе гиперурикемия». Резолюция Совета экспертов//Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2023;22(4) 3564. doi:10.15829/1728-8800-2023-3564
2. Клинические рекомендации «Подагра». Ассоциация ревматологов России. 2018 г. — 34 стр.
3. Чазова И.Е. и др. Консенсус по ведению пациентов с гиперурикемией и высоким сердечно-сосудистым риском// Системные гипертензии. 2019 г. — № 4
4. Лялина В.В., Мелехов А.В. и др. Уратснижающая терапия у пациентов с подагрой-зона ответственности кардиолога и ревматолога// Атмосфера. Новости кардиологии. 2023 №2, doi:10.24412/2076-4189-2023-12864
5. Talpur AS., Fattah A. et al. Asymptomatic Hyperuricemia as an Independent Risk Factor for Myocardial Infarction in Adult Population// A Four-Year Follow-Up Study. Cureus. 2023;15(2). doi: 10.7759/cureus.34614.
6. Deng H., Zhang X., et al. Asymptomatic hyperuricemia associated with increased risk of nephrolithiasis: a cross-sectional study// BMC Public Health. 2023 Aug 10;23(1):1525. doi: 10.1186/s12889-023-16469-y
7. John D. FitzGerald et al. 2020 American College of Rheumatology Guideline for the Management of Gout// Arthritis Care & Research Volume 72, Issue 6, 2023 p. 744–760
8. Hui M, Carr A., Cameron S. et al; British Society for Rheumatology Standards, Audit and Guidelines Working Group// The British Society for Rheumatology Guideline for the Management of Gout. Rheumatology (Oxford). 2017;56(7):1246. doi:10.1093.
9. Bohata J., horvakova V. et al. «Circulating microRNA alternations in primary hyperuricemia and gout.»// Arthritis research & therapy. 2021; 23(1):186, doi:10.1186/s13075-021-02569-w
10. Skoczynska M., Chowaniec M. et al. Pathophysiology of hyperuricemia and its clinical significance — a narrative review. //Reumatologia. 2020;58(5). doi: 10.5114/reum.2020.100140.
11. Zhang L., An K. et al. Effect of c on the Progression of Kidney Function in Patients With Asymptomatic Hyperuricemia: A Systematic Review and Meta-Analysis//Front Pharmacol. 2022; 12:795082. doi: 10.3389/fphar.2021.795082.
12. Sellmayr M., Hernandez Petzsche MR. et al. Only Hyperuricemia with Crystalluria, but not Asymptomatic Hyperuricemia, Drives Progression of Chronic Kidney Disease// Journal of the American Society of Nephrology. 2020 Dec;31(12). doi: 10.1681/ASN.2020040523.
13. Shanableh Y. et al. «Prevalence of asymptomatic hyperuricemia and its association with prediabetes, dyslipidemia and subclinical inflammation markers among young healthy adults in Qatar.»//BMC endocrine disorders. 2022; 21., doi:10.1186/s12902-022-00937-4
14. Hisatome I., Li P. et al. Uric Acid as a Risk Factor for Chronic Kidney Disease and Cardiovascular Disease// Japanese Guideline on the Management of Asymptomatic Hyperuricemia. Circ J. 2021 Jan 25;85(2):130–138. doi: 10.1253/circj. CJ-20-0406.

© Попова Алина Вадимовна (poalpoina.bre@yandex.ru); Тонких Виолетта Витальевна (violettatonkih@gmail.com);
Юрьева Светлана Владимировна (silviya@yandex.ru); Юрьева Анастасия Ильинична (nastyaurieva02022006@gmail.com)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

КОАГУЛЯЦИОННЫЙ ГЕМОСТАЗ И СОСТОЯНИЕ ТРОМБОТИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ У КАРДИОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ С ОТЯГОЩЕННЫМ И НЕОТЯГОЩЕННЫМ ОНКОАНАМНЕЗОМ

COAGULATION HAEMOSTASIS AND THROMBOTIC READINESS STATE IN CARDIOLOGICAL PATIENTS WITH AGGRAVATED AND UNAGGRAVATED ONCOANAMNESIS

Z. Ramzanova
S. Parshina

Summary. The aim of the study is to investigate the state of the haemostasis system depending on the presence of an aggravated oncoanamnesis and antithrombotic therapy on the example of cardiological patients according to the thrombodynamics test and the unfolded coagulogram. The influence of aggravated oncoanamnesis on the aggravation of procoagulant shifts was analysed. It was revealed that in patients with diseases of cardiovascular system oncoanamnesis significantly aggravates the existing hypercoagulant shifts even against the background of antithrombotic therapy. It is not possible to diagnose these shifts in full according to coagulogram data. On the background of absence of the conducted disaggregant therapy hypercoagulative shifts were also observed in patients of the main group. At the same time according to the thrombodynamics test the formation of more dense fibrin clot was observed.

Due to the fact that the oncological process significantly reduces the effect of antithrombotic therapy in cardiological patients with oncoanamnesis, these patients require careful monitoring of haemostasis. The most informative and promising in this area of diagnostics of haemostasis disorders are global tests (thrombodynamics test).

Keywords: cardiovascular pathology, aggravated oncoanamnesis, coagulogram, thrombodynamics test, haemostasis status, hypercoagulability, spontaneous thrombosis, antithrombotic therapy.

Рамазанова Заира Гаджиабдуллаховна

Аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации; врач-кардиолог, ЧУЗ «КБ «РЖД-Медицина» г. Саратов»
zaira.ramazanova.1991@inbox.ru

Паршина Светлана Серафимовна

д-р мед. наук, доцент, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации
parshinasvetlana@mail.ru

Аннотация. Целью исследования является изучение состояния системы гемостаза в зависимости от наличия отягощенного онкоанамнеза и проведения антитромботической терапии у пациентов кардиологического профиля по данным теста тромбодинамика и развернутой коагулограммы.

Проанализировано влияние присоединения отягощенного онкоанамнеза на утяжеление прокоагулянтных сдвигов. Выявлено, что у пациентов с заболеваниями сердечно-сосудистой системы онкоанамнез значительно усугубляет имеющиеся гиперкоагуляционные сдвиги даже на фоне проводимой антитромботической терапии. При этом по данным коагулограммы диагностировать данные сдвиги в полном объеме не представляется возможным. На фоне отсутствия проводимой дезагрегантной терапии у пациентов основной группы также наблюдаются гиперкоагуляционные сдвиги. При этом по данным теста тромбодинамика наблюдалось формирование более плотного фибринового сгустка.

В связи с тем, что присоединение онкологического процесса достоверно снижает эффект антитромботической терапии у пациентов кардиологического профиля с отягощенным онкоанамнезом, данные пациенты требуют проведения тщательного мониторинга состояния гемостаза. Наиболее информативными и перспективными в данном направлении диагностики нарушений гемостаза являются глобальные тесты (тест тромбодинамика).

Ключевые слова: сердечно-сосудистая патология, отягощенный онкоанамнез, коагулограмма, тест тромбодинамика, состояние гемостаза, гиперкоагуляция, спонтанное тромбообразование, антитромботическая терапия.

Введение

Система гемостаза включает в себя множество механических и биохимических механизмов, баланс которых зависит от разнообразных факторов. Влияние дополнительных факторов риска может привести к сдвигу равновесия в системе в сторону гиперкоагуляции [1].

У пациентов кардиологического профиля (АГ, ИБС) ряд авторов отмечал повышение активности не только сосудисто-тромбоцитарного, но и функциональной активности плазменно-коагуляционного звена гемостаза [2–3].

Рядом авторов отмечено, что злокачественные новообразования вносят значительный вклад в формирование прокоагулянтного потенциала крови [4].

Понятие СТГ впервые было предложено коллективом авторов во главе с Момотом А.П. Понятие включало в себя лабораторно выявленную гиперкоагуляцию, повышение маркеров внутрисосудистого свертывания крови, клинические признаки предтромбоза (перманентную органную дисфункцию, тромбирование иглы при венепункции и др.) [5].

На сегодняшний день все большее распространение получают глобальные тесты оценки состояния системы гемостаза (тест генерации тромбина, тромбоэластография, тест тромбодинамика). Главным преимуществом теста тромбодинамика является его работа «на опережение» до изменений в гемастазиограмме. По результатам проведения теста тромбодинамика проводится оценка как хронометрических показателей формирования сгустка, так и структурных характеристик самого сгустка [6].

Тест тромбодинамика позволяет отслеживать пространственно-временное распространение свертывания крови, отделять инициацию от фаз амплификации/распространения свертывания и визуализировать образование фибринового сгустка [7–8].

Проведение антикоагулянтной терапии у пациентов с высоким риском тромботических событий требует балансирования между особыми рисками тромбозов и кровотечений [9]. На сегодняшний день антитромботическая терапия, является важным компонентом ведения онкологических больных, что требует особого подхода в контроле за гемостазом. Клиническая эффективность аспирина у больных кардиологического профиля была доказана еще в прошлом столетии в крупных проспективных исследованиях. Однако в литературе практически отсутствуют данные о влиянии антитромботической терапии на состояние гемостаза у коморбидных (кардиоонкологических) больных.

Появление новых методов исследования в последние годы привело к значительному прорыву в этой области, однако требуются дальнейшие исследования особенностей гемостаза у коморбидных пациентов.

Цель

На примере пациентов кардиологического профиля изучить состояние системы гемостаза в зависимости от наличия отягощенного онкоанамнеза и проведения антитромботической терапии по данным теста тромбодинамика и развернутой коагулограммы.

Материалы и методы

Обследовано 180 пациентов. Пациенты распределены в две группы в зависимости от наличия отягощенного онкоанамнеза: основную (100 человек с отягощенным онкоанамнезом) и сравнения (80 человек без отягощенного онкоанамнеза).

Критериями включения в исследование стали: наличие у пациента стабильной формы ИБС/артериальной гипертензии или их сочетания; возраст от 37 до 86 лет. У пациентов основной группы критерием включения был также отягощенный онкоанамнез.

Критериями исключения были: острые формы ИБС, острые формы нарушения мозгового кровообращения; злоупотребление алкоголем; употребление наркотических препаратов; сенильная деменция; пациенты на гемодиализе (в т.ч. пациенты с ХБПС5, СКФ <15 мл/мин/1,73 м²); острая печеночная недостаточность, хроническая печеночная недостаточность II–III стадии.

У всех пациентов собран анамнез, проведен физикальный осмотр, выполнено лабораторное обследование (коагулограмма, тест тромбодинамика и др.).

Тест тромбодинамика позволяет оценить хронометрические и структурные характеристики образования сгустка. Это относительно новый метод исследования пространственной динамики роста сгустка фибрина. В ходе исследования производится оценка растущего сгустка фибрина, параметры которого позволяют судить о динамике фибринообразования во времени и пространстве. Тест тромбодинамика дает возможность анализировать отдельные фазы свертывания.

Изучение клинических, анамнестических данных, коагулограммы и теста тромбодинамика выполнено с применением статистического анализа. Статистическая обработка материала проводилась при помощи пакета прикладных программ STATISTICA 13.3 и программы Microsoft Excel 2013. Статистическая обработка полу-

ченных результатов включала проверку гипотез о виде распределения, о равенстве средних, дисперсий и т.д. Однородность изучаемых групп больных проверялась с помощью однофакторного дисперсионного анализа по всем изучаемым показателям. При оценке корреляционных связей в работе приводятся только значимые коэффициенты корреляции ($p < 0,05$).

Результаты и обсуждения

У пациентов основной группы и группы сравнения проведен анализ показателей развернутой коагулограммы. Достоверные различия между группами по основным показателям коагулограммы (АЧТВ, тромбиновое время, протромбиновое время, фибриноген) отсутствовали ($p > 0,05$).

Несмотря на то, что при оценке состояния плазменного звена системы гемостаза (АЧТВ, ПВ, ТВ, фибриноген) не выявлено признаков гиперкоагуляции, у пациентов в обеих группах наблюдалось значительное повышение маркеров внутрисосудистого свертывания (при наличии РФМК более 4×10^2 г/л). Так, в системе гемостаза наблюдались нарушения гиперкоагуляционного характера.

У пациентов основной группы концентрация РФМК в плазме крови находилась в диапазоне от $4,5 \times 10^2$ г/л до 21×10^2 г/л и составляла в среднем $7,54 \pm 1,40 \times 10^2$ г/л, что не превышало значение данного показателя у группы сравнения ($6,93 \pm 0,50 \times 10^2$ г/л, $p > 0,05$). Наличие повышения маркеров внутрисосудистого свертывания крови даже в отсутствие признаков гиперкоагуляции по данным коагулограммы позволяет подозревать наличие СТГ. Данные отклонения необходимо уточнять, в особенности у коморбидных пациентов с высоким риском тромботических осложнений. Пациенты с артериальной гипертензией либо ИБС сами по себе имеют склонность к гиперкоагуляции. Риски возрастают при присоединении онкопатологии. Для уточнения характера изменений в системе гемостаза необходимо проведение более информативных глобальных тестов.

Следующим этапом проведен анализ показателей теста тромбодинамика у пациентов основной группы и группы сравнения. Выявлены достоверные различия по следующим скоростным показателям: скорость роста сгустка в основной группе ($32,78 \pm 1,02$ мкм/мин) была статистически достоверно выше, чем в группе сравнения ($28,33 \pm 0,81$ мкм/мин) ($p < 0,05$); начальная скорость роста сгустка в основной группе ($53,75 \pm 0,78$ мкм/мин) также была статистически достоверно выше, чем в группе сравнения ($49,52 \pm 1,01$ мкм/мин) ($p < 0,05$). Задержка роста сгустка статистически достоверно не различалась в группах ($p > 0,05$). Данный показатель характеризует стартовую фазу свертывания. Удлинение показателя задержки роста сгустка не выявлено ни в основной, ни

в группе сравнения. Так как скоростные показатели характеризуют начальные фазы свертывания, у пациентов с отягощенным онкоанамнезом наблюдается активация этих фаз.

Обнаружены статистически достоверные различия по структурным показателям теста тромбодинамика. Размер сгустка через 30 минут в основной группе был статистически достоверно выше ($1175,86 \pm 23,32$ мкм), чем в группе сравнения ($1071,87 \pm 22,60$ мкм) ($p < 0,05$). Показатель плотности сгустка у кардиологических пациентов с отягощенным онкоанамнезом был статистически достоверно выше ($29050,70 \pm 503,75$ усл.ед), чем без отягощенного онкоанамнеза ($24668,99 \pm 366,43$ усл. ед, $p < 0,0001$).

В основной группе состояние гиперкоагуляции было выявлено у 67 % пациентов (против 36,25 % группы сравнения, $p < 0,05$).

В основной группе более чем в 2 раза чаще встречались пациенты с наличием спонтанных сгустков — 63 % (против 26,25 % в группе сравнения, $p < 0,0001$), что свидетельствует о наличии крайней выраженности гиперкоагуляционных сдвигов, сопоставимых с начальными проявлениями ДВС-синдрома.

По данным анамнеза и проведенного обследования все пациенты основной группы имели органную дисфункцию в виде онкопатологии. Пациенты группы сравнения имели ХБП I — IV ст., ХСН I — III ст.

СТГ характеризуется наличием признаков гиперкоагуляции (ускорение скоростных показателей тромбодинамики, повышение уровня показателей, характеризующих свойства самого сгустка), активацией маркеров внутрисосудистого свертывания крови (наличие спонтанного тромбообразования, повышение уровня РФМК), а также наличием перманентных признаков органной дисфункции (онкопатология, ХСН, ХБП). Наличие перманентной органной дисфункции и активации внутрисосудистого свертывания отличают обычную гиперкоагуляцию от СТГ.

На основании совокупного анализа лабораторных данных и наличия перманентной органной дисфункции (ХБП, ХСН, онкопатология) СТГ было обнаружено у 51 % пациентов основной группы и 17 % пациентов группы сравнения ($p < 0,05$).

Следующим этапом нами проведена оценка влияния антитромботической терапии на состояние системы гемостаза у кардиологических больных обеих групп.

Отдельно выделены пациенты кардиологического профиля с отягощенным и неотягощенным онкоанам-

незом, получающие антитромботическую терапию АСК. Проведен анализ состояния системы гемостаза на основании данных результатов коагулограммы и теста тромбодинамика.

Достоверные различия между группами по основным показателям коагулограммы (тромбиновое время, протромбиновое время, фибриноген) отсутствовали ($p > 0,05$). Выявлены различия по уровню АЧТВ между группами. Данный показатель был достоверно выше в группе сравнения ($p < 0,05$). Повышение данного показателя при отсутствии отклонений остальных параметров теста не дает достаточных данных подозревать конкретное отклонение в системе гемостаза.

Анализ маркеров внутрисосудистого свертывания крови не выявил достоверных различий между двумя группами пациентов, принимающих препараты АСК ($p > 0,05$). Уровень РФМК в основной группе составил $4,5-21 \cdot 10^{-2}$, в группе сравнения — $4,5-10 \cdot 10^{-2}$ ($p > 0,05$). Так у пациентов данного профиля, принимающих препараты АСК, развернутая коагулограмма не является методом выбора при выявлении состояния гиперкоагуляции, так как основная функция данных тестов — диагностика гипокоагуляции.

Проведен анализ тромбодинамических характеристик обследованных пациентов. Анализ выявил достоверные различия как по скоростным показателям (скорость роста сгустка), так и по структурным показателям (плотность сгустка) ($p < 0,05$). Так, скорость роста сгустка в основной группе пациентов, принимающих АСК составила $32,88 \pm 1,66$ мкм/мин, против $27,76 \pm 1,16$ мкм/мин в группе сравнения ($p < 0,05$); плотность сгустка в основной группе была на уровне $28113,67 \pm 779,68$ усл.ед, против $24276,43 \pm 507,90$ усл.ед группы сравнения ($p < 0,05$). Данные изменения свидетельствовали об активации как внутреннего пути свертывания (фазы распространения свертывания), так и об активации конечных этапов свертывания крови у пациентов кардиологического профиля при присоединении отягощенного онкоанамнеза даже при проведении антитромботической терапии АСК.

По частоты встречаемости спонтанного тромбообразования достоверных различий не выявлено ($p > 0,05$). В основной группе спонтанное тромбообразование было выявлено у 37,5 % пациентов, в группе сравнения — у 21,77 % пациентов. Следовательно, при терапии АСК у пациентов кардиологического профиля не выявляются различия по маркерам внутрисосудистого свертывания крови как по данным коагулограммы (РФМК, Д — димер), так и по данным теста тромбодинамика. Однако даже на фоне антитромботической терапии присоединение отягощенного онкоанамнеза усугубляет имеющиеся прокоагулянтные сдвиги у пациентов кардиологического профиля. Данные изменения можно ди-

агностировать с помощью теста тромбодинамика (ускорение скоростных характеристик, образование более плотного фибринового сгустка).

Для оценки влияния терапии АСК на состояние гемостаза отдельно выделены пациенты обеих групп, не получающие антитромботическую терапию АСК. Проведен анализ состояния системы гемостаза с помощью коагулограммы.

У пациентов кардиологического профиля с отягощенным онкоанамнезом при отсутствии терапии АСК были выявлены более высокие значения фибриногена по сравнению с пациентами без отягощенного онкоанамнеза ($3,06 \pm 0,10$ г/л и $2,80 \pm 0,08$ г/л, соответственно, $p < 0,05$). По остальным показателям коагулограммы достоверных отличий не выявлено.

По частоте повышения уровня РФМК и Д — димера группы не различались между собой ($p > 0,05$).

Проведен анализ тромбодинамических характеристик крови обследованных пациентов. Более высокие значения скорости роста сгустка выявлены у пациентов основной группы, не получающих терапию АСК относительно группы сравнения ($32,62 \pm 1,27$ мкм/мин и $29,09 \pm 1,08$ мкм/мин, соответственно, $p < 0,05$). Более низкие значения задержки роста сгустка обнаружены в основной группе относительно группы сравнения ($1,01 \pm 0,04$ мин и $1,16 \pm 0,06$ мин, соответственно, $p < 0,05$). Эти показатели позволяют оценить начальные этапы свертывания крови. Полученные изменения свидетельствуют о том, что у пациентов кардиологического профиля при присоединении отягощенного онкоанамнеза происходит утяжеление имеющихся гиперкоагуляционных сдвигов.

В основной группе выявлены более высокие значения структурных показателей сгустка (плотности сгустка и размера сгустка через 30 минут). Показатель размер сгустка через 30 минут — интегральная характеристика, отражающая совокупную работу отдельных элементов системы свертывания крови. Данный показатель в основной группе составил $1176,50 \pm 29,47$ мкм, в группе сравнения $1093,80 \pm 27,82$ мкм ($p < 0,05$). Параметр плотность сгустка позволяет выявить нарушения в концентрации или функциональной активности фибриногена. Данный показатель был достоверно выше в основной группе относительно группы сравнения ($29661,06 \pm 536,88$ усл.ед и $25200,11 \pm 515,31$ усл.ед, соответственно, $p < 0,05$). Данные изменения согласуются с данными коагулограммы (более высокие значения фибриногена в основной группе).

Спонтанное тромбообразование достоверно чаще встречалось у пациентов основной группы (48,53 %) относительно группы сравнения (32,35 %), $p < 0,05$.

Следующим этапом среди обследованных пациентов обеих групп были выделены пациенты, получающие антитромботическую терапию антикоагулянтами (непрямыми и прямыми оральными) по поводу фибрилляции предсердий, перенесенной ранее тромбоза легочной артерии или тромбоза глубоких вен нижних конечностей.

Проведен анализ показателей коагулограммы у пациентов обследуемых групп. Достоверных различий по показателям коагулограммы (АЧТВ, тромбиновое время, ПВ, фибриноген) не выявлено. Группы не отличались по частоте выявления повышенных значений РФМК и положительных значений Д — димера ($p > 0,05$).

Проведен анализ тромбодинамических характеристик крови обследованных пациентов. По скоростным показателям выявлены достоверные различия между группами пациентов, получающих антикоагулянтную терапию. Так, в основной группе скорость роста сгустка достоверно превышала данный показатель в группе сравнения ($32,52 \pm 2,30$ мкм/мин и $26,38 \pm 1,34$ мкм/мин, соответственно, $p < 0,05$); начальная скорость роста сгустка также достоверно превышала данный показатель в группе сравнения ($52,66 \pm 1,49$ мкм/мин и $44,49 \pm 2,11$ мкм/мин, соответственно, $p < 0,05$). По структурным показателям выявлены достоверные различия между группами по данным размера сгустка через 30 минут. Данный показатель достоверно был выше в основной группе относительно группы сравнения ($1153,98 \pm 38,54$ мкм и $997,30 \pm 44,98$ мкм, соответственно, $p < 0,05$). Плотность сгустка была выше в основной группе относительно группы сравнения ($28501,90 \pm 709,93$ усл.ед и $24628,77 \pm 716,23$ усл.ед, соответственно, $p < 0,05$).

Выявленные изменения скоростных показателей свидетельствуют об активации внутреннего пути свертывания и фазы распространения свертывания. Достоверные различия по структурным показателям отражают изменения конечных этапов свертывания (формирование фибринового сгустка).

Спонтанное тромбообразование в группе кардиологических больных с отягощенным онкоанамнезом отмечено у 36,36 % пациентов, а в группе без отягощенного онкоанамнеза — у 20 % пациентов. Частота выявления спонтанного тромбообразования в основной группе свидетельствует о высоком риске тромботических осложнений ($p < 0,05$).

Выделены пациенты, не получающие терапию антикоагулянтами. Проведен анализ показателей коагулограммы между обследуемыми группами пациентов, не принимающих АК

При анализе показателей коагулограммы статистически значимые различия были выявлены лишь по данным

ПВ ($p < 0,05$). При этом большее значение ПВ зафиксировано в группе сравнения. По частоте выявления повышенных значений РФМК и положительного Д — димера группы не различались ($p > 0,05$).

Проведен анализ тромбодинамических характеристик крови обследованных пациентов. У пациентов кардиологического профиля с отягощенным онкоанамнезом показатель скорости роста сгустка в основной группе была выше, чем в группе сравнения ($32,51 \pm 1,15$ мкм/мин и $29,25 \pm 0,99$ мкм/мин, соответственно, $p < 0,05$). Размер сгустка через 30 минут в основной группе также достоверно превосходил таковой в группе сравнения ($1179,36 \pm 29,007$ мкм и $1110,77 \pm 23,553$ мкм, соответственно, $p < 0,05$). Плотность сгустка в основной группе была достоверно выше, чем в группе сравнения ($29233,83 \pm 528,09$ усл.ед и $24687,28 \pm 426,70$ усл.ед, $p < 0,0001$).

Спонтанное тромбообразование в отсутствие проведения антикоагулянтной терапии встречалось у 46,75 % пациентов основной группы и 29,09 % пациентов группы сравнения ($p < 0,05$).

Как в случае приема АК, так и в его отсутствии в основной группе статистически чаще зафиксировано образование спонтанных сгустков. Так, стандартная антикоагулянтная терапия практически не препятствует усугублению гиперкоагуляционных нарушений, сопровождающих онкопатологию.

Заключение

При анализе состояния системы гемостаза у пациентов с СТГ необходимо оперировать не только данными лабораторных исследований (тест тромбодинамика, развернутая коагулограмма, маркеры внутрисосудистого свертывания), но и клиническими данными. Одним из клинических критериев диагностики СТГ является органная дисфункция (онкопатология и др.). Совместный анализ клинической картины и лабораторных данных представляет большой интерес так как, подобные исследования у пациентов данного профиля ранее не проводились.

С учетом полученных клинических и лабораторных данных проведение коагулограммы без глобальных тестов (тест тромбодинамика) является недостаточно информативным методом диагностики прокоагулянтных состояний у пациентов данного профиля. Однако, повышение маркеров активации внутрисосудистого свертывания крови даже на фоне отсутствия отклонений в коагулограмме должно насторожить клиницистов в плане диагностики СТГ. Подобные изменения требуют уточнения. Тест тромбодинамика позволяет выявить отклонения в системе гемостаза и связать их с определенной

фазой свертывания. Подобная диагностика открывает точки приложения для использования антитромботической терапии. Это является важной клинической проблемой, так как у кардиологических больных с отя-

гощенным онкоанамнезом регистрируются нарушения гиперкоагуляционного характера не смотря на проведение терапии препаратами ацетилсалициловой кислоты/антикоагулянтами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Caruso C., Lam W.A. Point-of-Care Diagnostic Assays and Novel Preclinical Technologies for Hemostasis and Thrombosis // *Seminars in Thrombosis and Hemostasis*. 2021. Vol. 47. N. 2. P. 120–128.
2. Kraft P., Nieswandt B., Stoll G., et. al. Akuter ischämischer Schlaganfall. Neue Ansätze in der Antithrombosedherapie [Acute ischemic stroke. New approaches to antithrombotic treatment]. *Nervenarzt*. 2012 Apr;83(4):435–49. German.
3. Чупин А.В., Бекбосынов А.Ж. Особенности состояния плазменно-коагуляционного звена системы гемостаза у больных артериальной гипертензией с высоким риском развития острых нарушений мозгового кровообращения // *Вестник Авиценны*. 2012. №4 (53).
4. Калинин Р.Е., Сучков И.А., Землянухин С.П. Идиопатический тромбоз глубоких вен: определение стратегии скрининга скрытого рака // *Flebologia*. 2020. Т. 14. № 2. С. 142–148.
5. Момот А.П., Тараненко И.А., Цывкина Л.П. Состояние тромботической готовности — возможности современной диагностики и перспективы. // *Медицинский алфавит*. — 2013. — 20–23.
6. Папаян Л.П., Головина О.Г. Чечеткин А.В. и др. Алгоритм диагностики гемостаза и мониторинг антитромботической терапии. Методические рекомендации. Санкт-Петербург. — 2016. — 18 с.
7. Calderara D.B., Aliotta A., Zermatten M.G., et al. Hyper-coagulability in obese patients accurately identified by combinations of global coagulation assay parameters // *Thrombosis Research*. 2020. Vol. 187. P. 91–102.
8. Королькова А.В., Борзенкова В.О. Использование теста тромбодинамики для коррекции гемостаза у больных раком молочной железы // *Бюллетень медицинских интернет-конференций*. 2020. Т. 10. № 2. С. 69–70.
9. Емелина Е.И., Гендлин Г.Е., Никитин И.Г. Антикоагулянтная терапия в условиях особых рисков тромбозов и кровотечений у онкологических больных // *Атмосфера. Новости кардиологии*. 2022. №1.

© Рамазанова Заира Гаджиабдуллаховна (zaira.ramazanova.1991@inbox.ru); Паршина Светлана Серафимовна (parshinasvetlana@mail.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НЕРЕШИТЕЛЬНОСТЬ В ОТНОШЕНИИ ВАКЦИНАЦИИ ПРОТИВ ВИРУСА ПАПИЛЛОМЫ ЧЕЛОВЕКА: ПРИЧИНЫ, ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ОСЛОЖНЕНИЙ. РОЛЬ ВРАЧА АКУШЕРА-ГИНЕКОЛОГА В ВАКЦИНОПРОФИЛАКТИКЕ

HESITABILITY REGARDING VACCINATION AGAINST THE HUMAN PAPILLOMA VIRUS: REASONS, INCIDENCE OF COMPLICATIONS. ROLE OF THE OBSTETRIC-GYNECOLOGIST IN VACCINE PREVENTION

**N. Rukhlyada
D. Rossolko
T. Prokhorovich
A. Taits
O. Nichiporova**

Summary. Vaccine prevention of human papillomavirus was licensed in 2006; by 2023 it was included in the National Vaccination Programs in approximately 100 countries, but in Russia its inclusion in the calendar is only planned, although it already exists at the level of some regions (for example, in Moscow regional vaccination calendar). This article examines the reasons for hesitancy regarding HPV vaccine prevention in the Russian Federation, as well as the role of the medical community, in particular obstetricians and gynecologists, in expanding public awareness about the prevention of human papillomavirus infection.

Keywords: human papillomavirus, HPV, vaccination, vaccine hesitancy, complications, adverse reactions, awareness, cancer prevention.

Рухляда Николай Николаевич

доктор медицинских наук, профессор,
Санкт-Петербургский Государственный
Педиатрический Медицинский Университет
nickolasr@mail.ru

Россолько Дмитрий Сергеевич

Кандидат медицинских наук, доцент,
Санкт-Петербургский Государственный
Педиатрический Медицинский Университет
drossolko@mail.ru

Прохорович Татьяна Ивановна

Кандидат медицинских наук, доцент,
Санкт-Петербургский Государственный
Педиатрический Медицинский Университет
tatyana.prohorovich@yandex.ru

Тайц Анна Николаевна

кандидат медицинских наук, доцент,
Санкт-Петербургский Государственный
Педиатрический Медицинский Университет
drossolko@mail.ru

Ничипорова Ольга Константиновна

Санкт-Петербургский Государственный
Педиатрический Медицинский Университет
olganichiporova@yandex.ru

Аннотация. Вакцинопрофилактика вируса папилломы человека лицензирована в 2006 году, на 2023 год она была включена в Национальные программы вакцинации примерно в 100 странах, но в России ее закрепление в календаре пока лишь планируется, хотя уже и имеется таковое на уровне некоторых регионов (например, в региональном календаре прививок Москвы). В данной статье рассмотрены причины нерешительности в отношении вакцинопрофилактики ВПЧ на территории Российской Федерации, а также роль медицинского сообщества, в частности врачей акушеров-гинекологов, в расширении осведомленности населения по поводу профилактики папилломавирусной инфекции.

Ключевые слова: вирус папилломы человека, ВПЧ, вакцинация, нерешительность в отношении вакцинации, осложнения, побочные реакции, осведомленность, профилактика рака.

Инфекция ВПЧ остается одной из самых обсуждаемых и актуальных проблем в гинекологии. Статистику распространенности ПВИ в России и каждом ее регионе определить сложно, но инфицирование по миру составляет от 50 % до 80 % по данным ВОЗ [1]. Участие вируса папилломы человека в возникновении и прогрессировании онкологических процессов являет-

ся давно доказанным фактом, типы ВПЧ высокой степени онкогенного риска обуславливают развитие рака шейки матки практически в 100 % случаев, рака вульвы/вагиналища в 40–75 % случаев, рака анального канала в 90 % случаев, рака полового члена в 40% случаев [2, 3, 4]. Данный инфекционный агент обнаруживается как минимум у 44,3 % пациенток, наблюдающихся у врачей-гинеколо-

гов [5, 6, 7]. В период с 2007 по 2018 год в России в общей сложности у 187013 пациенток был диагностирован рак шейки матки. Средние стандартизованные по возрасту показатели заболеваемости и смертности составили 15,70 на 100000 и 5,76 на 100000 женщин соответственно, при этом в период с 2007 по 2018 год наблюдался рост заболеваемости на 27 % [8, 9]. Однако, вакцинация против него до сих пор не введена в календарь национальных прививок РФ, многие врачи не знают и не рекомендуют данную вакцинацию, а добровольная иммунизация населения находится на очень низком уровне. В 2023 году во всем мире 23 страны зарегистрировали серьезное сокращение своей программы по вакцинопрофилактике ВПЧ (сокращение охвата $\geq 50\%$), а еще 3,8 миллиона девочек во всем мире не получили вакцину в странах с существующими программами вакцинации против ВПЧ в 2020–21 годах по сравнению с 2019 годом. Было замечено снижение ежегодных темпов внедрения вакцинопрофилактики ВПЧ в национальные программы вакцинации в течение 2020–21 годов, затрагивая страны всех категорий доходов, за которым последовало увеличение числа внедрений в течение 2022 года. Но во второй половине 2023 года несколько стран с низким и средним уровнем дохода с большими демографическими когортами и высоким относительным уровнем рака шейки матки так и не ввели вакцинацию против ВПЧ [10]. Помимо этого, важна вакцинация не только женского, но и мужского пола, так как она уменьшает передачу папилломавирусной инфекции, снижает заболеваемость и смертность от рака в обоих гендерах. Но на конец 2023 года пангендерная программа вакцинации, которая распространяется не только на девочек, но и на мальчиков-подростков введена лишь в ряде развитых стран, включая Австралию, Бермудские острова, Бразилию, Канаду, Хорватию, Англию, Германию, Израиль, Италию, Лихтенштейн, Новую Зеландию, Норвегию, Сербию, Швецию и Соединенные Штаты [11]. Выяснение причин нерешительности является главным фактором в профилактике общественного и репродуктивного здоровья, а анализ встречаемых осложнений и побочных реакций поможет сопоставить страх общества и нежелание вакцинироваться в целом. В связи с этим становится необходимым определить и проанализировать отдельные категории причин, по которым люди не решаются вакцинировать себя и(или) своих детей в различных возрастных периодах и сферах деятельности, а также влияние медицинских работников на вакцинопрофилактику.

Для решения данной задачи была создана анкета в виде Google-формы, включающая вопросы про пол, возраст, место проживания и работы, наличие детей; про осведомленность о ВПЧ, вакцинацию против него и источник информирования; про причины нежелания и боязни вакцинопрофилактики; про влияние стоимости вакцины на решение; про встречаемость побочных реакций и осложнений. Анкета размещалась в различ-

ных социальных сетях. Результаты были сгруппированы в три возрастных периода, которые делились на категорию лиц, связанных с медицинской сферой деятельности и категорию лиц из других отраслей.

В анкетировании приняли участие 212 человек, из них 200 женщин (94,3 %) и 12 мужчин (5,7 %) в возрасте до 50 лет (средний возраст 18–30 лет). Рабочая/учебная деятельность 109 опрошенных (51,4 %) связана с медициной, из них 24 (n=109; 22 %) не знали о вакцинации и 2 (1,8 %) не знали ничего. Среди лиц, чья деятельность с медициной связи не имеет, всего лишь 22 человека (n=113; 19,5 %) узнали о ВПЧ и (или) о вакцинации от медицинских работников. Вакцинировано 16 ответивших (n=212; 7,5 %), лишь 36 (17 %) планируют прививать своих детей в будущем. Подростки в возрасте до 17 лет (n=212; 1,4 % в возрасте до 17 лет) осведомлены, 1 (n=3; 33,3 %) из них вакцинирован, столкнулся с типичными побочными реакциями (вялость, тошнота), оставшиеся из данной возрастной категории (66,7 %) указали причину отказа «слишком малое количество информации про вакцинацию». Из них двое (66,7 %) являются студентами медицинских вузов (в т.ч. привитый) и жителями Санкт-Петербурга. О стоимости вакцинации знал только привитый (33,3 %), на его решение это не повлияло.

Среди лиц в возрасте 18–30 лет (n=212; 80,7 % в возрасте 18–30 лет) зафиксированы жители следующих городов и областей: по одному (n=171; по 0,6 %) из Барнаула, Волгограда, Забайкальского края, Иркутска, Краснодара, Казани, Крыма, Красноярска, Новороссийска, Нижнего Новгорода, Саратова, Уфы, Ярославля; по 2 (по 1,2 %) из Великого Новгорода и Курска; по 3 (по 1,8 %) из Екатеринбурга, Орла, Ростовской области, Самары, Тюмени; 4 (2,3 %) — Вологодской области; 13 (7,6 %) — Москвы; 14 (8,2 %) — Воронежа; 19 (11,1 %) — Ульяновска и 89 (52 %) из Санкт-Петербурга. Из них у 102 ответивших (n=171; 59,6 %) деятельность связана с медициной; 22 (n=102; 21,6 %) — не знали про вакцинацию, двое (2 %) не знали ничего; 12 (11,8 %) привиты Гардасилом, один (1 %) привит Цервариксом, 29 (28,4 %) планируют вакцинироваться; 14 (13,7 %) собираются прививать своих детей. На вопрос о причинах нерешительности в отношении вакцинопрофилактики в данной возрастной категории среди медработников и студентов медицинских учреждений (рис. 1) зафиксированы следующие ответы: не знают, где можно привиться — 16 человек (15,7 %); слишком малое количество информации — 23 (22,5 %); считают ее ненужной лично для себя — 9 (8,8 %); не уверены в ее безопасности — 4 (3,9 %); боязнь любых инъекций — 1 (1 %); не видят смысла, так как вирус самоэлиминируется — 3 (2,9 %); являются носителем вируса и считают, что прививка не нужна — 1 (1 %); считают, что после ПА вакцинация не нужна — 1 (1 %); высокая стоимость вакцины — 30 (29,4 %). На вопрос о боязни вакцинации (рис. 2) зарегистрированы 3 (2,9 %) ответа про

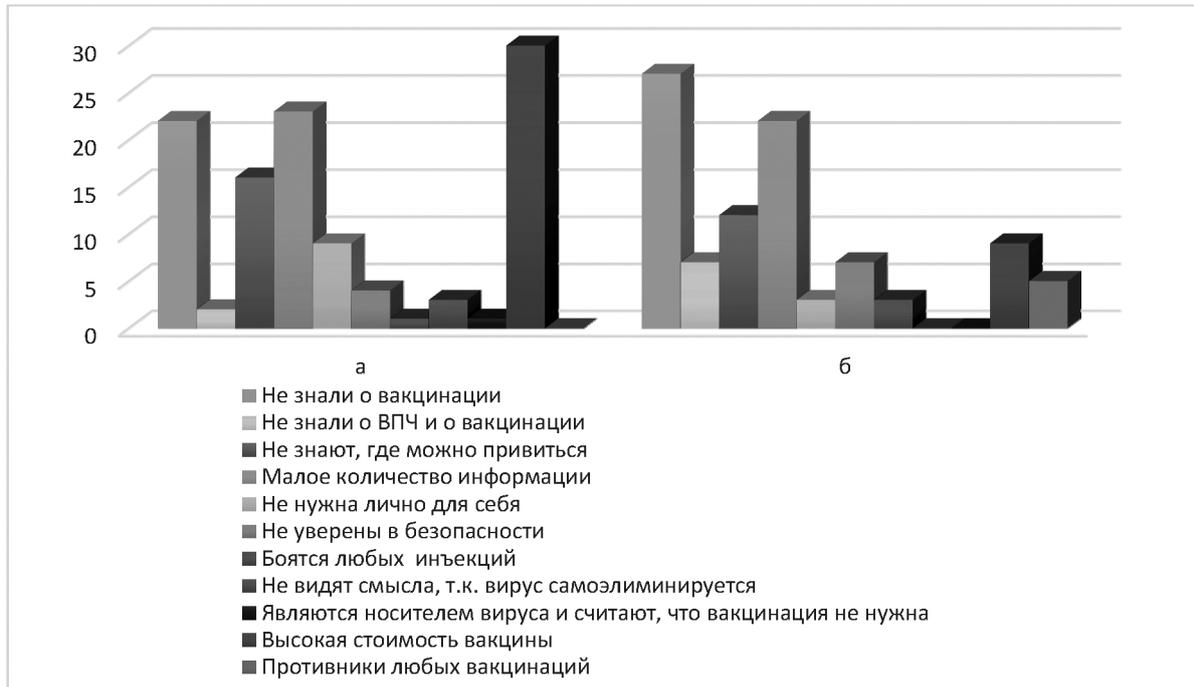


Рис. 1. Нерешительность в отношении вакцинации в категории лиц 18–30 лет, деятельность которых связана с медициной (а) и лиц из других отраслей (б)

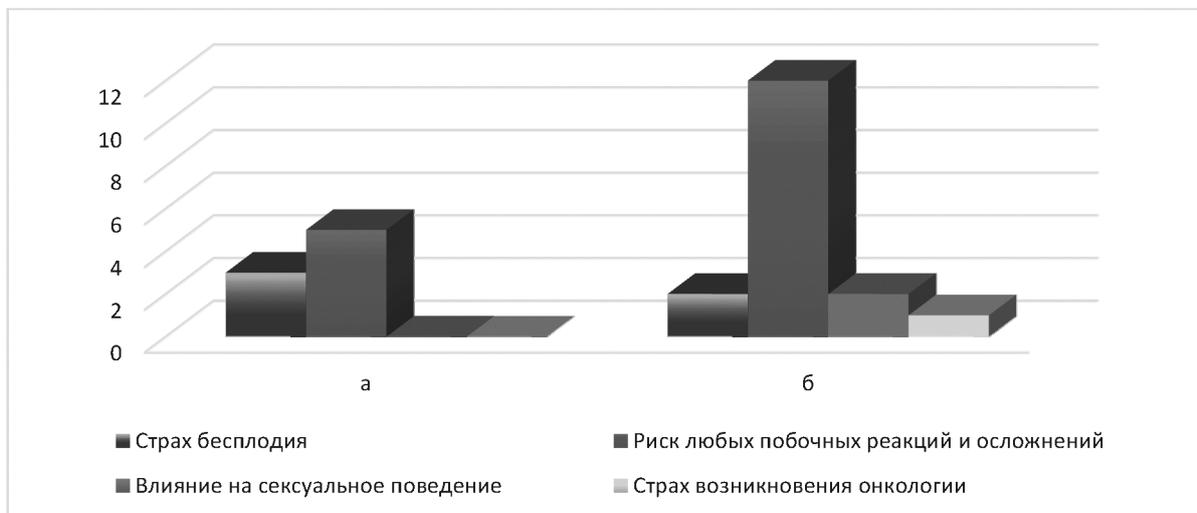


Рис. 2. Причины боязни вакцинации в категории лиц 18–30 лет, деятельность которых связана с медициной (а) и лиц из других отраслей (б)

страх бесплодия; 5 (4,9 %) — про риск любых побочных эффектов и осложнений. В данной категории лиц на вопрос о встречаемости побочных реакций и осложнений (рис. 3) 8 лиц отметили стандартные нежелательные эффекты после вакцинации у себя или у своих знакомых. Также, двое (2 %) слышали про ЗНО; 5 (4,9 %) — про бесплодие. Один человек (1 %) отметил, что про развитие бесплодия он узнал на приеме у врача гинеколога, еще одному (1 %) — участковый врач рассказал про онкологию как осложнение вакцинации.

Среди второй части лиц в возрасте 18–30 лет, чья деятельность не связана с медициной (n=171; 40,4 %) —

27 (n=69; 39,1 %) не знали о вакцинации, 7 (10,1 %) не знали ничего, лишь 12 человек (17,4 %) узнали информацию от работников медицинских учреждений; 20 (29 %) планируют вакцинироваться, 1 (1,4 %) привит Гардасилом и 12 (17,4 %) собираются прививать своих детей. Причины нерешительности в отношении вакцинопрофилактики ВПЧ (рис. 1) встретились следующие: не знают, где можно вакцинироваться — 12 (17,4 %); против любых вакцинаций — 5 (7,2 %); боязнь любых инъекций — 3 (4,3 %); не уверены в ее безопасности — 7 (10,1 %); малое количество информации — 22 (31,9 %); считают ее ненужной лично для себя — 3 (4,3 %); не де-

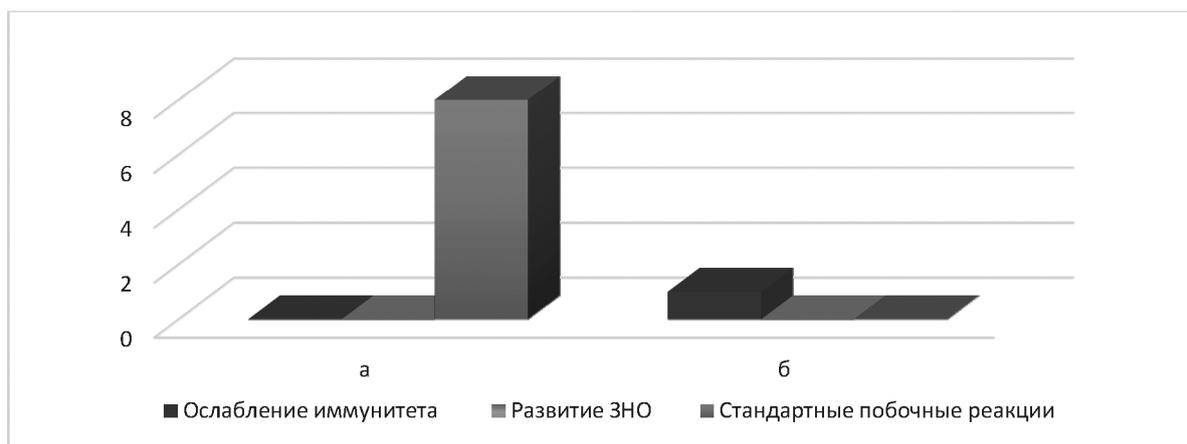


Рис. 3. Встречаемость осложнений и побочных реакций вакцинации в категории лиц 18–30 лет, деятельность которых связана с медициной (а) и лиц из других отраслей (б)

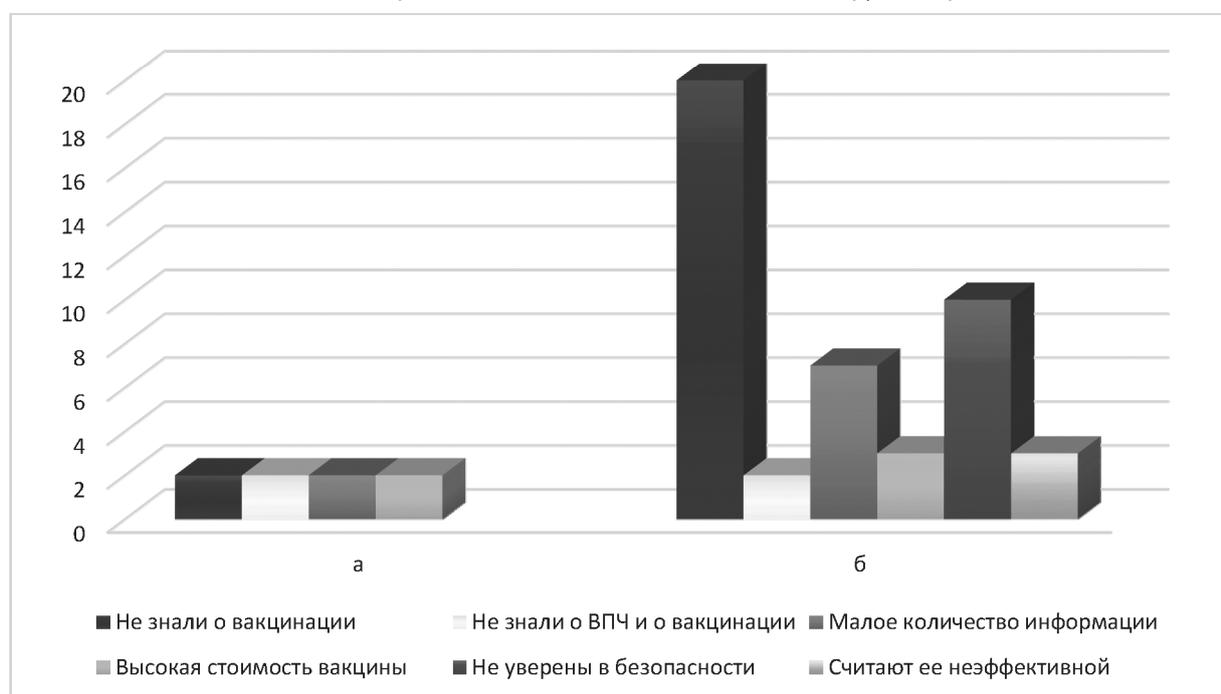


Рис. 4. Нерешительность в отношении вакцинации в категории лиц старше 31 года, деятельность которых связана с медициной (а) и лиц из других отраслей (б)

лают, так как уже инфицированы ВПЧ — 1 (1,4 %) и 9 лиц (13 %) отметили влияние высокой стоимости вакцины на их решение. На вопрос о боязни данной вакцинопрофилактики (рис. 2) зарегистрированы ответы про риск осложнений и побочных реакций — 12 (17,4 %); страх бесплодия — 2 (2,9 %); влияние на сексуальное поведение — 2 (2,9 %); боязнь возникновения онкологии — 1 (1,4 %). На вопрос про встречаемые нежелательные эффекты в окружении ответивших (рис. 3) зафиксирован 1 ответ про ослабление иммунитета. Двум людям (2,9 %) об осложнениях (снижение иммунитета, развитие ЗНО) рассказал врач гинеколог на приеме и одному (1,4 %) (про ослабление иммунитета) рассказал кто-то другой из медработников.

Возрастная категория от 31 года (n=212; 17,9 %) — по одному жителю (n=38; 2,6 %) из Курска, Кирова, Таганрога, Иркутской области, Тулы, Екатеринбурга, Рязани, Карелии, Перми, Балашихи, Тюмени, Белгорода, Ульяновска, Назрани, Магнитогорска, Архангельска, Новокузнецка, Симферополя; по два (5,26 %) из Красноярского и Краснодарского краев, Самарской области; трое (7,9 %) из Москвы; 5 (13,1%) из Санкт-Петербурга и 6 (15,8 %) из Орла.

Пятеро (n=38; 13,2 %) являются медработниками: не привитые, двое (n=5; 40 %) не знали о существовании вакцинации; один (20 %) планирует прививать своих детей; двое (40 %) отметили недостаточное количество информации (рис. 4), 2 описали типичные побочные ре-

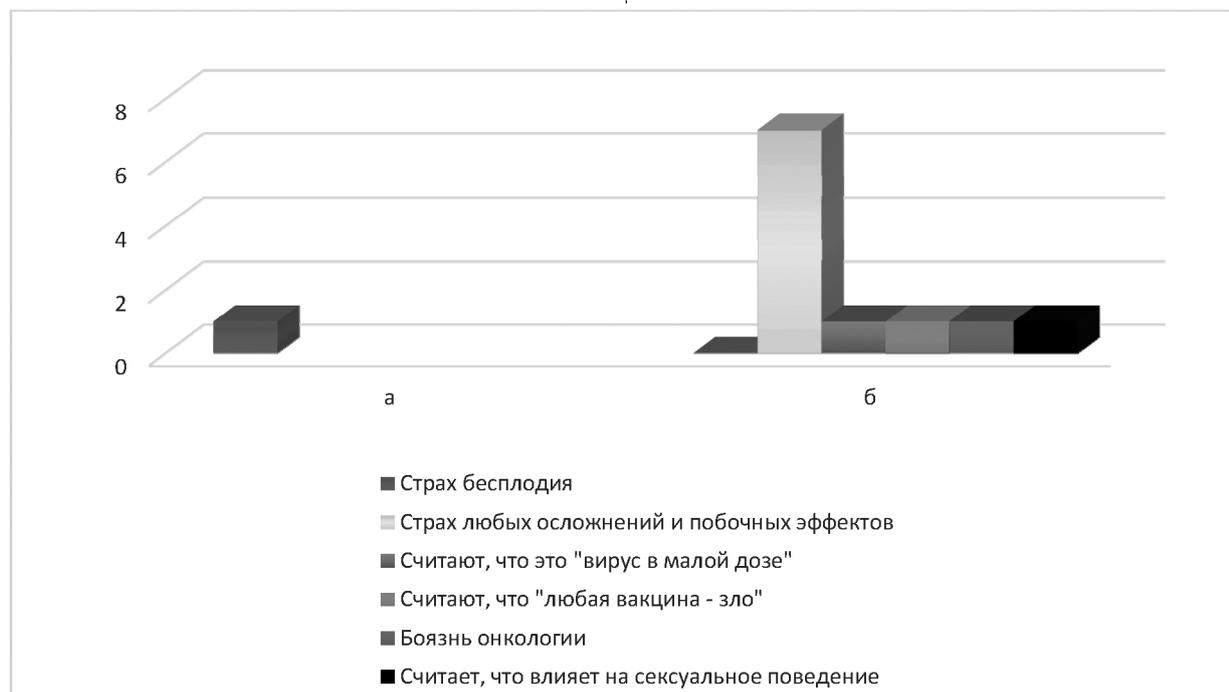


Рис. 5. Причины боязни вакцинации в категории лиц старше 31 года, деятельность которых связана с медициной (а) и лиц из других отраслей (б)

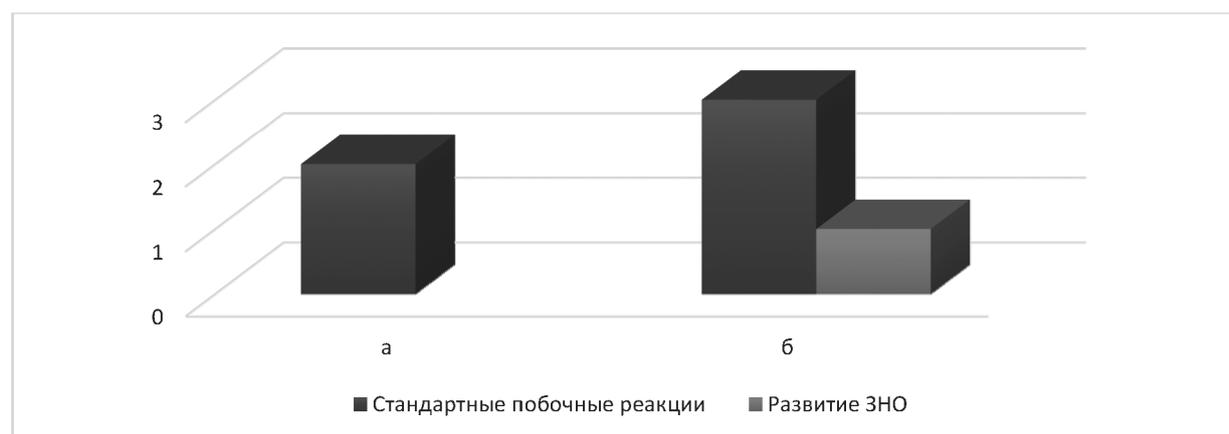


Рис. 6. Встречаемость осложнений и побочных реакций в категории лиц старше 31 года, деятельность которых связана с медициной (а) и лиц из других отраслей (б)

акции (аллергические реакции, гипертермия) в поствакцинальном периоде у знакомых (рис. 6), причем один (20 %) из них считает и отмечает как причину боязни вакцинации — риск возникновения бесплодия (рис. 5); двое (40 %) обозначили высокую цену решающим фактором в отказе от вакцинации (рис. 4).

Среди лиц в возрасте старше 31 года, не связанных с медицинской сферой (n=38; 86,8 %) — 2 ответивших (n= 33; 6,1 %) ничего не знали про ВПЧ и вакцинацию, 20 (60,6 %) знали только про сам вирус. Анкету заполнил один привитый (3 %) и один (3 %), прививший своих детей. 9 (27,3 %) людей собираются прививать своих детей. Причины нерешительности вакцинации встретились следующие (рис. 4): 10 лиц (30,3 %) не уверены

в безопасности вакцины, трое (9,1 %) считают ее неэффективной, 7 (21,2 %) ответили про недостаточное количество информации и трое (9,1 %) отметили решающее влияние высокой цены. На вопрос «Почему Вы боитесь вакцинации?» (рис. 5) 7 (21,2 %) ответили, что боятся осложнений и побочных эффектов; 1 (3 %) — боится, так как «это вирус в малой дозе»; 1 (3 %) ответил: «любая вакцина — зло»; 1 (3 %) — страх, что вакцинация вызывает онкологию; 1 (3 %) — считает, что влияет на сексуальное поведение. Что касается осложнений и побочных реакций — три (9,1 %) человека слышали про развитие онкологии, причем двое (6,1 %) узнали данную информацию от медицинских работников (один из них участковый врач); еще двое (6,1 %) встречали сведения про бесплодие. Также было несколько ответов про осложнения,

с которыми столкнулись знакомые отвечающих (рис. 6): рак — 1, гипертермия — 1, аллергическая реакция — 2.

Нерешительность и страх вакцинопрофилактики ВПЧ есть и будет во всех слоях населения. Низкий уровень вакцинации (7,5 %); малое количество людей, нацеленных на вакцинопрофилактику своих детей в будущем (17 %); распространенность «мифов об осложнениях» (2,9 % и 2,9 % в категории 18–30 лет, 20 % среди людей старше 31 года боятся бесплодия; у 1,4 % в возрасте 18–30 лет и 3 % среди людей старше 31 года присутствует страх возникновения онкологии; 2,9 % в возрасте 18–30 лет и 3 % среди лиц после 31 года страшится влияния на сексуальное поведение), низкая осведомленность в медицинском сообществе (23,8 % не знали о вакцинации) говорит о том, что полная уверенность в необходимости вакцинирования и доверия медицине не скоро достигнет желаемых результатов. В большей мере среди общества распространены вопросы по поводу безопасности вакцины (3,9 % и 10,1 % в категории людей 18–30 лет; 30,3 % в категории старше 31 года), мнения о ее неэффективности (9,1 % среди ответивших старше 31 года) и недостаточном количестве информации (66,7 % в возрасте до 17 лет; 22,5 % и 31,9 % в возрасте 18–30 лет; 40 % и 21,2 % среди лиц старше 31 года). До сих пор фиксируются позиции «любая вак-

цина — зло», встречаются противники любой вакцинации (7,2 % среди лиц 18–30 лет; 3 % в категории старше 31 года), распространяется «антипрививочная информация» некоторыми медицинскими работниками (5 человек описали про распространение «мифов» вакцинации врачами акушерами-гинекологами и участковыми терапевтами) — это, опять же, является подтверждением плохой развитости профилактической направленности медицины. Большое влияние имеет высокая цена вакцинации (29,4 % и 13 % в категории 18–30 лет; 40 % и 9,1 % в категории старше 31 года).

На основании проведенного анализа целесообразно заключить, что необходимо расширение мер по внедрению данной вакцинации в общество, добавление ее в Национальный календарь прививок РФ в ближайшее время, причем и для девочек, и для мальчиков-подростков, что поспособствует снижению онкологической пораженности (в особенности среди женского пола) во всех регионах в будущем. Важна работа с врачами, особенно с акушерами-гинекологами, чтобы те способствовали распространению осведомленности и вакцинопрофилактики, ведь они являются первым звеном, которое может повлиять на решение матери о вакцинации своего ребенка, а также ключевым звеном в сохранении и поддержании репродуктивного здоровья в населении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клинические рекомендации «Аногенитальные (венерические) бородавки» 2023 год. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/204_1 (дата обращения: 12.02.2024).
2. Клинические рекомендации «Вакцинопрофилактика заболеваний, вызванных вирусом папилломы человека» 2017 год. URL: <https://www.pediatr-russia.ru/information/klin-rek/deystvuyushchie-klinicheskie-rekomendatsii/%D0%A1%D0%9F%D0%A0%20%D0%A4%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D1%80%20%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%20%D0%9F%D0%92%D0%98%202017.pdf> (дата обращения: 12.02.2024).
3. Назарова Н.М., Прилепская В.Н. Цервикальные и анальные неоплазии, ассоциированные с вирусом папилломы человека: оценка программ вакцинопрофилактики // Медицинский совет. 2018. № 7. С. 12–17.
4. Чубенко В.А. Вирус-ассоциированные опухоли с точки зрения клинициста: от эпидемиологии до лечения // Практическая онкология. 2018. Т. 19. № 4. С. 311–323.
5. Тапильская Н.И., Воробцова И.Н., Гайдуков С.Н. Применение «Виферона» в третьем триместре беременности с целью профилактики инфицирования новорожденных вирусом папилломы человека // Практическая медицина. 2009. № 34. С. 101–102.
6. Воробцова И.Н. Диагностика и лечение папилломавирусной инфекции у беременных с целью профилактики инфицирования новорожденных: автореферат дис. ... кандидата медицинских наук: 03.00.06, 14.00.01 / Воробцова Ирина Николаевна; [Место защиты: Науч.-исслед. Санкт-Петербург, 2007. 27 с.
7. Роговская С.И. Папилломавирусная инфекция у женщин и патология шейки матки. 2010. 192 с.
8. Muntyanu A., Nechaev V., Pastukhova E., Logan J., Rahme E., Netchiporouk E., Zubarev A., Litvinov I.V. Risk factors and communities disproportionately affected by cervical cancer in the Russian Federation: A national population-based study // The Lancet Regional Health—Europe. 2022. 20. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2022.100454>.
9. Татаринова Т.А. Заболеваемость раком шейки матки и смертность от него в Российской Федерации за период 2007–2018 гг. // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2021. Т. 29. № 4. С. 892–897.
10. Casey R.M. et al. Covid-19 pandemic and equity of global human papillomavirus vaccination: descriptive study of World Health Organization-Unicef vaccination coverage estimates // BMJ medicine. 2024.29;3(1): e000726. doi: 10.1136/bmjmed-2023-000726.
11. Aggarwal S., Agarwal P., Singh A.K. Human papilloma virus vaccines: A comprehensive narrative review // Cancer Treatment and Research. 2023. Т. 37. С. 100780.

© Рухляда Николай Николаевич (nickolasr@mail.ru); Россолюк Дмитрий Сергеевич (drossolko@mail.ru); Прохорович Татьяна Ивановна (tatyana.prohorovich@yandex.ru); Тайц Анна Николаевна (drossolko@mail.ru); Ничипорова Ольга Константиновна (olganichiporova@yandex.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ВЛИЯНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ БОКОВЫХ ЗУБОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ ФОРМЫ ЗУБНЫХ ДУГ НА ПРОПИСЬ БРЕКЕТОВ

THE INFLUENCE OF THE LOCATION OF THE LATERAL TEETH IN DIFFERENT VARIANTS OF THE SHAPE OF THE DENTAL ARCHES ON THE PRESCRIPTION OF BRACES

A. Sevastyanov
S. Fischev
A. Klimov
M. Rozhkova
S. Pavlova
A. Kondratyuk
A. Shtorina
M. Puzdyreva

Summary. Most prescriptions of braces are the standard for orthodontists. The braces are designed with the value of mesial-distal angulation and vestibular-lingual incline (torc). However, the prescriptions of braces are so different that such terms as braces with a «high», «low» and «standard» torc have appeared in the everyday life of orthodontists and manufacturers. The recommendations of specialists on the use of certain prescriptions are given and the effectiveness of treatment is shown.

Keywords: orthodontics, edgeways technique, malocclusion, dental arches.

Севастьянов Аркадий Владимирович

Д.м.н., профессор, «Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет» Министерства здравоохранения РФ
ardy.dkr@mail.ru

Фищев Сергей Борисович

Д.м.н., профессор, «Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет» Министерства здравоохранения РФ
super.kant@yandex.ru

Климов Андрей Геннадьевич

К.м.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный
педиатрический медицинский университет
Министерства здравоохранения РФ
pstom4@zdrav.spb.ru

Рожкова Мария Геннадьевна

Ассистент, «Санкт-Петербургский государственный
педиатрический медицинский университет»
Министерства здравоохранения РФ
rozmaria2010@yandex.ru

Павлова Светлана Георгиевна

К.м.н., доцент, «Санкт-Петербургский государственный
педиатрический медицинский университет»
Министерства здравоохранения РФ
svetap_75@mail.ru

Кондратюк Андрей Александрович

К.м.н., ассистент, «Санкт-Петербургский
государственный педиатрический медицинский
университет» Министерства здравоохранения РФ
kondratyuk.andrey@icloud.com

Шторина Анастасия Александровна

К.м.н., доцент, «Санкт-Петербургский государственный
педиатрический медицинский университет»
Министерства здравоохранения РФ
nastiya78@mail.ru

Пузырева Маргарита Николаевна

К.м.н., доцент, «Санкт-Петербургский государственный
педиатрический медицинский университет»
Министерства здравоохранения РФ
seven-spb@yandex.ru

Аннотация. Большинство прописей брекетов являются стандартом для врачей ортодонтов. В конструкцию брекетов заложена величина мезиально-дистальной ангуляции и вестибулярно-язычной инклинации (торка). Однако прописи брекетов настолько различны, что в обиходе врачей ортодонтов и производителей появились такие термины, как брекеты с «высоким», «низким» и «стандартным» торком. Даны рекомендации специалистов по использованию тех или иных прописей и показана эффективность лечения.

Ключевые слова: ортодонтия, техника эджуайс, аномалии прикуса, зубные дуги.

В клинике при аномалиях формы и размеров зубочелюстных дуг, как правило, отмечается сочетание аномалий положения зубов в различных направлениях и для лечения используются различные методы. При сочетанных аномалиях формы и размеров зубочелюстных дуг более эффективной считается техника-эджуайс. Планируя ортодонтическое лечение пациентов с аномалиями формы и размеров зубочелюстных дуг с использованием техники эджуайс врач-ортодонт определяет методы лечения, прописи брекетов и размеры металлических дуг [1, 2, 3, 4, 5].

Особенности выбора металлических дуг и их смена в динамике ортодонтического лечения подробно проанализированы как отечественными, так и зарубежными специалистами. Отмечено, что выбор металлических дуг является наиболее важной частью механики на всех этапах лечения и определяет планируемую форму и размеры зубных дуг [6, 7, 8]. Каждая металлическая дуга имеет силовую характеристику, определяемую видом материала, сечением проволоки, ее формой и размером. Выбирая форму и размеры металлических дуг, специалисты планируют лечение в зависимости от формы зубной дуги, которая будет после лечения [9, 10].

Таким образом, анализ литературы показал, что в настоящее время недостаточно изучены особенности расположения боковых зубов при различных формах зубочелюстных дуг, не показаны размеры металлических дуг, не даны рекомендации по использованию различных прописей брекетов, что легло в основу определения цели настоящего исследования.

Цель исследования

Совершенствование диагностики зубочелюстных аномалий за счет оптимизации методов определения расположения боковых зубов у пациентов при различных вариантах формы зубных дуг и выбора прописи брекетов.

Материалы и методы исследования

Настоящее исследование было проведено в три этапа. На первом этапе были получены доказательства об особенностях различных форм зубочелюстных дуг у людей первого периода зрелого возраста с различными типами зубных систем и физиологической окклюзией. Проведено обследование 296 человек в возрасте 21–35 лет.

На втором этапе был предложен дентальный индекс зубных дуг и разработан алгоритм определения типа зубочелюстных дуг, который лежал в основе выбора прописи брекетов и размера металлических дуг техники эджуайс.

На третьем этапе исследования определялась эффективность предложенных алгоритмов лечения пациентов с аномалиями и деформациями зубочелюстных дуг и методов выбора прописи брекетов и размеров металлических дуг.

Результаты исследования

Проведено изучение углов ангуляции и инклинации первых премоляров у пациентов с физиологическими видами прикуса и различными вариантами формы зубочелюстных дуг.

Для первых премоляров обеих челюстей величина ангуляции составляла в среднем около 2,5 градусов, не зависимо от вариантов зубных дуг. Достоверной разницы нами не отмечено при исследовании угла мезиально-дистальной ангуляции при всех формах зубных дуг.

В то же время наклон зуба в вестибулярно-язычном направлении (торк) являлся величиной более варибельной и, как правило, зависел от формы зубных дуг. Тем не менее, при всех формах зубных дуг инклинация верхних первых премоляров была отрицательной, а у людей с долихогнатическими макродонтными, долихогнатическими нормодонтными и мезогнатическими макродонтными зубными системами величина угла составляла в среднем «минус» 9 градуса. Для остальных форм зубных дуг величина инклинации первых верхних премоляров составляла около «минус» 5 градусов.

Величина инклинации нижних первых премоляров у людей с указанными формами зубных дуг была отрицательной и в среднем составляла около «минус» 9 градусов (таблица 1).

Вторые премоляры обеих челюстей имели положительные значения угла ангуляции. На верхней челюсти величина угла варьировала от нулевых значений до 4 градусов в зависимости от формы зубных дуг. На нижней челюсти прослеживалась та же закономерность. Наклон зуба в вестибулярно-язычном направлении (торк) являлся величиной более варибельной и, так же, как и у других зубов, зависел от формы зубных дуг.

Следует отметить, что вторые премоляры обеих челюстей были наклонены в язычную сторону и поэтому, величина угла инклинации имела отрицательные значения (таблица 2).

Наибольший наклон в язычную сторону верхних вторых премоляров был у людей с мезогнатическими макродонтными зубными системами и составлял «минус» $10,58 \pm 2,36$ градуса. Такая же величина угла вестибулярно-язычной инклинации была и у людей с долихогнатическими макродонтными и долихогнатическими нормодонтными зубными системами.

Таблица 1.

Величина углов ангуляции и инклинации первых премоляров у пациентов группы сравнения с различными вариантами формы зубочелюстных дуг

Варианты зубных дуг	Ангуляция зуба		Инклинация (торк) зуба	
	верхнего	нижнего	верхнего	нижнего
мезогнатическая нормодонтная	2,05±0,56	2,25±2,34	-4,77±1,84	-10,94±3,08
мезогнатическая макродонтная	2,43±0,94	2,47±1,99	-8,74±1,92	-7,94±2,42
мезогнатическая микродонтная	1,33±0,29	2,72±1,44	-5,34±1,61	-8,77±2,79
брахигнатическая нормодонтная	1,42±0,72	2,38±1,43	-5,03±1,34	-8,88±1,24
брахигнатическая макродонтная	1,94±0,82	2,56±1,82	-5,05±2,11	-8,95±2,16
брахигнатическая микродонтная	1,47±0,92	2,58±1,92	-4,33±2,03	-8,89±1,77
долихогнатическая нормодонтная	2,65±0,83	2,74±1,89	-9,76±1,67	-9,91±2,72
долихогнатическая макродонтная	2,36±0,76	2,76±1,35	-8,89±1,59	-8,57±2,12
долихогнатическая микродонтная	1,97±0,69	2,46±2,03	-4,66±2,72	-10,73±2,94

У людей с мезогнатическими микродонтными, брахигнатическими нормодонтными и брахигнатическими микродонтными формами зубочелюстных дуг величина вестибулярно-язычной инклинации верхних вторых премоляров была около «минус» 5 градусов.

Величина угла инклинации вторых верхних премоляров при мезогнатической нормодонтной форме зубной дуги составила «минус» 7,03±2,33; при долихогнатической микродонтной — «минус» 7,05±2,21 градуса, а при брахигнатической макродонтной форме — «минус» 6,97±1,83 градуса.

Так же вариабельной была величина угла инклинации и у вторых премоляров нижней челюсти.

У людей с мезогнатическими макродонтными, долихогнатическими макродонтными и долихогнатическими нормодонтными зубными системами величина угла вестибулярно-язычной инклинации нижних вторых премоляров была в среднем «минус» 15 градусов.

При остальных формах зубочелюстных дуг величина вестибулярно-язычной инклинации нижних вторых премоляров была около «минус» 12 градусов.

Величина углов ангуляции и инклинации первых моляров у пациентов группы сравнения с различными ва-

Таблица 2.

Величина углов ангуляции и инклинации вторых премоляров у пациентов группы сравнения с различными вариантами формы зубочелюстных дуг

Варианты зубных дуг	Ангуляция зуба		Инклинация (торк) зуба	
	верхнего	нижнего	верхнего	нижнего
мезогнатическая нормодонтная	3,07±1,89	2,99±1,02	-7,03±2,33	-12,86±3,42
мезогнатическая макродонтная	3,03±0,88	1,09±1,23	-10,58±2,36	-15,05±4,12
мезогнатическая микродонтная	2,58±0,39	3,24±1,49	-4,93±1,94	-11,87±2,48
брахигнатическая нормодонтная	2,54±1,69	3,23±1,13	-5,37±1,56	-11,99±2,57
брахигнатическая макродонтная	2,12±0,83	1,74±1,22	-6,97±1,83	-12,99±3,01
брахигнатическая микродонтная	1,98±1,21	3,11±1,14	-4,98±1,45	-12,02±2,91
долихогнатическая нормодонтная	1,93±1,33	3,27±1,42	-9,14±2,21	-15,32±3,24
долихогнатическая макродонтная	1,98±1,22	3,83±1,32	-9,43±1,98	-15,35±2,34
долихогнатическая микродонтная	3,11±1,77	3,48±1,84	-7,05±2,21	-12,03±3,89

риантами формы зубочелюстных дуг представлена в таблице 3.

Первые моляры верхней челюсти имели нулевые значения мезиально-дистальной инклинации, с минимальными отклонениями в ту или иную сторону, при всех вариантах формы зубных дуг.

На нижней челюсти величина ангуляции первого моляра варьировала от 1 до 4 градусов, однако достоверных отличий между различными формами зубных дуг нами не отмечено.

Торк первых моляров имел отрицательные значения, как на верхней, так и на нижней челюсти и зависел от формы зубных дуг. Наибольшая величина наклона зуба в язычную сторону у верхних первых моляров была у людей с долихогнатическими макродонтными, мезогнатическими макродонтными и долихогнатическими нормодонтными зубными системами и составляла в среднем «минус» 12 градусов.

Наименьший угол инклинации верхних первых моляров был у пациентов с брахигнатическими микродонтными, мезогнатическими микродонтными и брахигнатическими нормодонтными зубными системами и величина угла варьировала от 7 до 9 градусов (таблица 3).

Таблица 3.

Величина углов ангуляции и инклинации первых моляров у пациентов группы сравнения с различными вариантами формы зубочелюстных дуг

Варианты зубных дуг	Ангуляция зуба		Инклинация (торк) зуба	
	верхнего	нижнего	верхнего	нижнего
мезогнатическая нормодонтная	0,18±0,11	2,08±1,21	-10,37±2,39	-16,47±2,31
мезогнатическая макродонтная	1,09±0,57	3,12±2,02	-12,45±2,56	-21,78±2,12
мезогнатическая микродонтная	0,16±0,21	3,94±1,27	-8,32±1,38	-11,96±1,94
брахигнатическая нормодонтная	0,27±0,11	3,95±1,32	-8,88±1,51	-12,87±2,44
брахигнатическая макродонтная	1,09±0,76	3,46±2,01	-9,89±1,81	-17,03±2,28
брахигнатическая микродонтная	0,27±0,11	3,42±1,88	-8,12±1,92	-12,05±2,02
долихогнатическая нормодонтная	0,17±0,12	3,74±1,42	-12,98±2,54	-21,15±2,17
долихогнатическая макродонтная	0,99±0,56	3,87±1,72	-12,84±2,49	-22,13±2,15
долихогнатическая микродонтная	0,44±0,21	2,17±1,14	-10,46±2,26	-16,83±2,02

У людей с мезогнатическими нормодонтными, долихогнатическими микродонтными и брахигнатическими макродонтными зубными системами и в среднем для верхних первых моляров составляла в пределах 8 — 11 градусов.

На нижней челюсти наклон первых моляров в язычную сторону был более выражен. У людей с мезогнатическими микродонтными, брахигнатическими нормодонтными и брахигнатическими микродонтными зубными системами величина угла инклинации варьировала в среднем от «минус» 10 градусов до «минус» 14 градусов, что свидетельствовало об их наклоне в язычную сторону.

При мезогнатических нормодонтных, долихогнатических микродонтных и брахигнатических макродонтных зубных системах наклон зуба в язычную сторону был несколько больше, и величина угла инклинации составляла от «минус» 14 градусов до «минус» 18 градусов.

Наибольший наклон нижних первых моляров в язычную сторону был у людей с мезогнатическими макродонтными, долихогнатическими макродонтными и долихогнатическими нормодонтными системами, что можно рассматривать как компенсаторную реакцию на размеры зубов и особенности формы зубочелюстных дуг.

Таблица 4.

Величина углов ангуляции и инклинации вторых моляров у пациентов группы сравнения с различными вариантами формы зубочелюстных дуг

Варианты зубных дуг	Ангуляция зуба		Инклинация (торк) зуба	
	верхнего	нижнего	верхнего	нижнего
мезогнатическая нормодонтная	0,35±0,24	2,67±1,24	-8,11±2,39	-21,54±2,45
мезогнатическая макродонтная	1,23±1,01	1,07±0,57	-13,04±2,01	-24,01±2,48
мезогнатическая микродонтная	-1,02±0,19	4,29±1,12	-4,59±1,92	-18,04±1,87
брахигнатическая нормодонтная	-1,49±0,78	4,56±1,78	-5,79±2,02	-18,02±1,82
брахигнатическая макродонтная	1,62±0,95	4,33±1,57	-8,71±1,92	-20,31±2,04
брахигнатическая микродонтная	-1,59±0,76	4,52±1,34	-5,11±1,89	-18,16±2,66
долихогнатическая нормодонтная	-1,33±0,57	3,91±1,87	-11,87±1,78	-24,57±2,31
долихогнатическая макродонтная	-1,13±0,79	4,21±1,42	-12,13±2,12	-25,21±2,79
долихогнатическая микродонтная	0,82±0,24	1,41±0,92	-7,73±1,99	-20,93±2,79

Величина углов ангуляции и инклинации вторых моляров у пациентов группы сравнения с различными вариантами формы зубочелюстных дуг представлена в таблице 4.

Для вторых моляров верхней челюсти величина ангуляции нередко имела отрицательные значения. В тоже время на нижней челюсти отмечалась положительная величина ангуляции, которая варьировала от 1 до 5 градусов в зависимости от формы зубочелюстных дуг.

Наклон зуба в вестибулярно-язычном направлении (торк) являлся величиной более вариабельной и, как правило, зависел от формы зубных дуг. У вторых моляров прослеживалась та же закономерность, что и у первых, как на верхней, так и на нижней челюстях.

Результаты проведенных исследований позволили сделать заключение, что у людей с мезогнатическими микродонтными, брахигнатическими нормодонтными и брахигнатическими микродонтными формами зубочелюстных дуг были характерны «низкие» значения торка зубов.

Для людей с мезогнатическими макродонтными, долихогнатическими макродонтными и долихогнатическими нормодонтными формами зубных дуг значения угла

вестибулярно-язычной инклинации были «высокими» (таблица 4).

К стандартным значениям торка приближались значения, полученные у людей с мезогнатическими нормодонтными, долихогнатическими микродонтными и брахигнатическими макродонтными зубными системами.

Таким образом, полученные данные могут быть использованы в качестве основных критериев выбора прописи брекетов при ортодонтическом лечении пациентов с аномалиями окклюзии, обусловленных нарушениями формы и размеров зубных дуг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Климов А.Г. Особенности диагностики зубочелюстных аномалий с различными типами лицевого отдела головы / А.Г. Климов, М.Н. Пуздырева, М.Г. Рожкова, С.Б. Фищев и др. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Естественные и технические науки. — 2023. — №12. — С. 153–158.
2. Пуздырева М.Н., Субботин Р.С., Фищев С.Б., Фомин И.В., Кондратюк А.А., Орлова И.В. Дифференциальная диагностика патологических и физиологических видов резцового перекрытия // Педиатр. — 2019. — Т. 10. — № 4. — С. 39–44.
3. Фищев С.Б. Оценка результатов исследования размеров зубов у людей с нормодонтными долихогнатическими зубными дугами / С.Б. Фищев, А.Г. Климов, А.В. Севастьянов и др. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Естественные и технические науки. — 2023. — № 2-2. — С. 226–230.
4. Шишко Т.В. Особенности угловых параметров зубов при различных трузионных типах зубных дуг / Т.В. Шишко, М.Н. Пуздырева, М.Г. Рожкова, С.Б. Фищев и др. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Естественные и технические науки. — 2023. — № 12. — С. 213–218.
5. Dmitrienko S.V., Domenyuk D.A., Kochkonyan A.S., Karslieva A.G., Dmitrienko D.S. Modern classification of dental arches // Archiv EuroMedica. — 2014. — Т. 4. — № 2. — С. 14–16.
6. Dmitrienko S.V., Fomin I.V., Domenyuk D.A., Kondratyuk A.A., Subbotin R.S. Enhancement of research method for spatial location of temporomandibular elements and maxillary and mandibular medial incisors //Archiv EuroMedica. — 2019. — Т. 9. — № 1. — P. 38–44.
7. Fischev S.B., Puzdryyova M.N., Dmitrienko S.V., Domenyuk D.A., Kondratyuk A.A. Morphological features of dentofacial area in peoples with dental arch issues combined with occlusion anomalies // Archiv EuroMedica. — 2019. — Т. 9. — № 1. — P. 162–163.
8. Puzdryyova M.N., Fischev S.B., Dmitrienko S.V., Domenyuk D.A., Kondratyuk A.A. Morphological features of dentofacial area in people with dental arch issues combined with occlusion anomalies // Archiv euromedica. — 2019. — vol. 9, Num. 1. — P.162–163.
9. Shen L. He F., Zhang C. Prevalence of malocclusion in primary dentition in mainland China, 1988–2017: a systematic review and meta-analysis // Sci. Rep. — 2018. — Vol. 8. — № 1. — P. 4716.
10. Singh S., Sharma A., Sandhu N. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment needs in school going children of Nalagarh, Himachal Pradesh, India // J. Dent. Res. — 2016. — Vol. 27. — № 3. — P. 317–322.

© Севастьянов Аркадий Владимирович (ardy.dkr@mail.ru); Фищев Сергей Борисович (super.kant@yandex.ru);
Климов Андрей Геннадьевич (pstom4@zdrav.spb.ru); Рожкова Мария Геннадьевна (rozmaria2010@yandex.ru);
Павлова Светлана Георгиевна (svetap_75@mail.ru); Кондратюк Андрей Александрович (kondratyuk.andrey@icloud.com);
Шторина Анастасия Александровна (nastiya78@mail.ru); Пуздырева Маргарита Николаевна (seven-spb@yandex.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ВЗАИМОСВЯЗЬ УРОВНЯ ОКСИПРОЛИНА С ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ПРИ ОСТРОМ КОРОНАРНОМ СИНДРОМЕ НА ФОНЕ НЕДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ДИСПЛАЗИИ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ

THE RELATIONSHIP OF OXYPROLINE LEVELS WITH ECHOCARDIOGRAPHIC PARAMETERS IN ACUTE CORONARY SYNDROME AGAINST THE BACKGROUND OF UNDIFFERENTIATED CONNECTIVE TISSUE DYSPLASIA

**O. Sultanova
E. Chernysheva
B. Kuzmichev
E. Popov
A. Samokhina**

Summary. A total of 358 patients aged 35 to 65 years were examined): 156 of them were patients with acute coronary syndrome on the background of undifferentiated connective tissue dysplasia syndrome (main group), 202 patients with acute coronary syndrome without dysplasia (comparison group) and 50 somatically healthy individuals (control group). It was found that in patients with acute coronary syndrome, against the background of undifferentiated connective tissue dysplasia syndrome with high levels of oxyproline, there are changes in echocardiographic indicators that characterize the process of maladaptive variant of cardiac muscle remodeling.

Keywords: acute coronary syndrome, undifferentiated connective tissue dysplasia, hydroxyproline level, echocardiographic parameters.

Султанова Оксана Эседуллаевна

кандидат медицинских наук, ассистент,
ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России
oksanka.sultanova@mail.ru

Чернышева Елена Николаевна

доктор медицинских наук,
ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России
lena.chernysheva@inbox.ru

Кузьмичев Богдан Юрьевич

кандидат медицинских наук, доцент,
ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России
bog13@list.ru

Попов Евгений Антонович

доктор медицинских наук,
ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России

Самохина Алевтина Сергеевна

врач функциональной диагностики,
ЧУЗ «КБ «РЖД — Медицина» г. Астрахань»

Аннотация. Всего было обследовано 358 пациентов в возрасте от 35 до 65 лет): из них 156 пациентов с острым коронарным синдромом на фоне синдрома недифференцированной дисплазии соединительной ткани (основная группа), 202 пациента с острым коронарным синдромом без дисплазии (группа сравнения) и 50 соматически здоровых лиц (группа контроля). Было установлено, что у пациентов с острым коронарным синдромом на фоне синдрома недифференцированной дисплазии соединительной ткани с высоким уровнем оксипролина имеют место изменения ЭХО — КС показателей, которые характеризуют процесс дезадаптивного варианта ремоделирования сердечной мышцы.

Ключевые слова: острый коронарный синдром, недифференцированная дисплазия соединительной ткани, уровень оксипролина, эхокардиографические показатели.

Актуальность

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) остаются ведущей причиной смертности населения на нашей планете, при этом, ежегодно от данной патологии погибает почти 18 млн. индивидуумов [2]. В Российской Федерации ситуация носит аналогичный характер — на протяжении многих последних десятилетий заболевания сердца и сосудов занимают лидирующие позиции по смертности и инвалидизации населения [3]. По данным за 2021 год доля смертности в России

от сердечно-сосудистой патологии составляет 44 % в структуре общей смертности [2].

Факт взаимосвязи широкой распространенности ССЗ с врожденной патологией, такой как синдром недифференцированной дисплазии соединительной ткани (СНДСТ), не вызывает сомнений [1, 10, 12]. Было установлено, что у пациентов с острым коронарным синдромом (ОКС) на фоне СНДСТ наблюдается изменение морфофункционального состояния тромбоцитов — происходит активация тромбоцитопозеза и повышается склон-

ности к тромбообразованию [11]. Таким образом, СНДСТ является неблагоприятным фоном для появления и прогрессирования патологии сердца и сосудов.

При СНДСТ происходит увеличение коллагена 4 типа за счет деструкции фибронектина эндогенного матрикса, что приводит к увеличению оксипролина [13; 14]. Оксипролин (ОР) — это аминокислота, которая входит в состав только коллагена, она не включается в полипептидную цепь в процессе трансляции белка на рибосомах, синтезируется в ходе посттрансляционной модификации предшественника коллагена. Высокий уровень ОР возникает в результате интенсификации диссимиляции коллагена — основного звена экстрацеллюлярного матрикса, который обеспечивает эластичность и прочность тканей. Диагностированные нарушения обмена коллагена, свидетельствуют о системных процессах, происходящих в организме и участвующих в развитии ряда болезней [8; 9]. Учитывая широкую распространенность СНДСТ и ОКС, а также тот факт, что патологические процессы, протекающие в соединительной ткани, сопровождаются значительными отклонениями в метаболизме коллагена (а ОР — это аминокислота, которая входит в состав коллагена) и отсутствие научных работ по изучению взаимосвязи между уровнем магния ОР и показателями ЭХО — КС послужило основой для проведения данного исследования.

Цель исследования: изучение и анализ взаимосвязи между уровнем оксипролина и эхокардиографическими показателями (ЭХО-КС) у пациентов с острым коронарным синдромом на фоне СНДСТ.

Материалы и методы

Данные для проведения исследования были получены в ПСО ГКБ №3 имени С. М. Кирова. Годы проведения исследования: 2019–2022. Все пациенты, подписали добровольные информированные согласия об участии в исследовании.

Всего было обследовано 358 пациентов (возраст 35–65 лет). 156 пациентов с ОКС на фоне СНДСТ составили основную группу. В группу сравнения вошли 202 пациента с ОКС без СНДСТ. В качестве группы контроля было обследовано 50 соматически здоровых лиц. Все пациенты были сопоставимы по возрасту и полу.

Национальные рекомендации РКО были использованы для верификации ОКС: инфаркта миокарда (ИМ) или нестабильной стенокардии (НС) [5, 6].

Диагностика СНДСТ проводилась с использованием клинических рекомендаций [4]: клиническая часть — анкетирование по Елькомову В.А. и Копылову А.Н. (обнаружение 6 и более стигм дисэмбриогенеза) [7]; лаборатор-

ная часть диагностики была основана на определении уровня антител человека к коллагенам II и III типа методом ИФА (оксипролин) с помощью коммерческой тест-системы (каталожный номер СЕА808Ge фирмы «Иммунотэкс», г. Ставрополь, Ставропольский край), согласно прилагаемой к ней инструкции.

Для проведения ЭХО — КС сердца применялся сканер на аппарате фирмы «Toshiba» (Япония), с электронным секторальным датчиком с частотой 3,0 МГц в одномерном (М), двухмерном (В) режимах и в режиме доплера — эхокардиографии (с использованием импульсного и постоянно волнового спектрального доплера, а также цветного доплеровского картирования кровотока). Обследование пациентов проводили по стандартной методике из парастернального (по длинной и короткой осям) и апикального доступов. Проводили изучение таких параметров ЭХО — КС сердца, как: конечно-диастолический размер левого желудочка (КДР ЛЖ), конечно-систолический размер левого желудочка (КСР ЛЖ), толщину задней стенки левого желудочка (ТЗС ЛЖ), толщину межжелудочковой перегородки (ТМЖП), фракцию выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ), левое предсердие (ЛП), правое предсердие (ПП).

Для статистической обработки данных использовалась программа IBM SPSS Statistics 28 и StatTech v. 3.1.8 (разработчик — ООО «Статтех», Россия).

Для проведения межгрупповых сравнений в 3 и более группах применялся Kruskal Wallis test, для проведения апостериорных сравнений в 2 группах — Mann — Whitney U test. Для каждого показателя были определены: медиана (Me), 5 и 95 перцентили. Направления и сила корреляционной взаимосвязи между 2 количественными показателями оценивались с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена. P-value составил $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследования были изучены уровни оксипролина (ОР) и ЭХО — КС показателей у пациентов исследуемых групп. В группе пациентов с ОКС на фоне СНДСТ медиана уровня ОР составила 48,9 [37,5; 59,4] мкмоль/л, что было статистически значимо выше в сравнении с пациентами с ОКС без СНДСТ ($p < 0,001$). Было установлено, что уровень ОР был статистически значимо повышен в группах пациентов как с ОКС на фоне СНДСТ так и с ОКС без СНДСТ по сравнению с группой контроля, где значение уровня медианы ОР составило 8,3 [1,6; 12,3] мкмоль/л ($p < 0,001$; $p < 0,001$).

Данные ЭХО — КС представлены в таблице № 1.

В дальнейшем нами был проведен корреляционный анализ наличия взаимосвязи между уровнем ОР и эхо-

Таблица 1.

Эхокардиографические показатели у пациентов исследуемых групп

Показатель / Группа	Контроль, n=50	ОКС без СНДСТ, n=202	ОКС на фоне СНДСТ, n=156	Kruskal Wallis Test
КДР ЛЖ	4,94 [4,92; 5,03]	5,59 [5,37; 5,88] p ₁ <0,001	5,29 [5,22; 5,45] p ₁ <0,001 p ₂ <0,001	χ ² =184,71; df=2; p<0,001
КСР ЛЖ	3,44 [3,36; 3,51]	4,47 [4,33; 4,62] p ₁ <0,001	4,05 [3,93; 4,16] p ₁ <0,001 p ₂ <0,001	χ ² =225,55; df=2; p<0,001
ТЗС ЛЖ	0,94 [0,92; 1,01]	0,95 [0,91; 0,99] p ₁ =0,712	0,90 [0,87; 0,97] p ₁ <0,001 p ₂ <0,001	χ ² =39,51; df=2; p<0,001
ТМЖП	0,97 [0,94; 1,03] p ₁ <0,001	1,04 [1; 1,09] p ₁ <0,001 p ₂ <0,001	0,92 [0,87; 0,97]	χ ² =245,58; df=2; p<0,001
ФВ ЛЖ	59,74 [58,45; 60,58]	54,9 [44,89; 60,18] p ₁ <0,001	51,5 [35,13; 58,8] p ₁ <0,001 p ₂ <0,001	χ ² =69,02; df=2; p<0,001
ЛП	3,76 [3,69; 3,89]	4,25 [4,05; 4,39] p ₁ <0,001	4,26 [4,07; 4,43] p ₁ <0,001 p ₂ <0,001	χ ² =64,54; df=2; p<0,001
ПЖ	2,12 [2,07; 2,21]	2,22 [2,18; 2,35] p ₁ <0,001	2,16 [2,07; 2,29] p ₁ <0,001 p ₂ <0,001	χ ² =73,51; df=2; p<0,001

Примечание: p₁ — уровень статистической значимости различий по сравнению с группой контроля; p₂ — уровень статистической значимости различий по сравнению с группой пациентов с ОКС без СНДСТ.

кардиографическими показателями у пациентов в исследуемых группах (таблица № 2).

При сопоставлении уровня ОР с эхокардиографическими показателями, как у пациентов с ОКС без СНДСТ так и с ОКС на фоне СНДСТ выявлены положительные статистически значимые корреляционные связи.

В группе пациентов с ОКС без СНДСТ между уровнем ОР и КДР ЛЖ была выявлена положительная корреляционная связь средней силы, а в группе пациентов с ОКС на фоне СНДСТ сильная связь.

При корреляционном анализе между ОР и КСР ЛЖ у пациентов с ОКС без СНДСТ была установлена положи-

Таблица 2.

Корреляционные связи между уровнем ОР и эхокардиографическими показателями у пациентов исследуемых групп

Показатель / Группа	ОКС без СНДСТ, n=202	ОКС на фоне СНДСТ, n=156
КДР ЛЖ	r=0,54 p=0,023	r=0,70 p<0,001
КСР ЛЖ	r=0,57 p=0,005	r=0,72 p<0,001
ТЗС ЛЖ	r=0,55 p=0,001	r=0,75 p<0,001
ТМЖП	r=0,52 p=0,018	r=0,72 p<0,001
ФВ ЛЖ	r=0,51 p=0,025	r=0,84 p<0,001
ЛП	r=0,59 p=0,001	r=0,75 p<0,001
ПЖ	r=0,61 p=0,001	r=0,81 p<0,001

Примечание: r — коэффициент корреляции, p — уровень статистической значимости коэффициентов корреляции.

тельная связь средней силы, а у пациентов с ОКС на фоне СНДСТ связь была сильной.

Корреляционные связи в группах пациентов с ОКС и ОКС на фоне СНДСТ между ОР и ТЗС ЛЖ были положительные, но разной степени выраженности: средняя и сильная, соответственно; между уровнем ОР и ТМЖП — средняя и сильная, соответственно.

Корреляционный анализ между уровнем ОР и ФВ ЛЖ у пациентов с ОКС показал наличие положительной корреляционной связи средней силы, а у пациентов с ОКС на фоне СНДСТ связь была сильная.

При оценке корреляционной связи между уровнем ОР и ЛП у пациентов с ОКС была выявлена положительная корреляционная связь средней силы, а у пациентов с ОКС на фоне СНДСТ была выявлена сильная положительная связь.

При анализе корреляционной связи между уровнем ОР и ПЖ у пациентов с ОКС, установлена положительная связь средней силы, а среди пациентов с ОКС на фоне СНДСТ выявлена сильная положительная связь.

Заключение

По итогам данного исследования установлено наличие положительных статистически значимых сильных

корреляционных связей между уровнем ОР и эхокардиографическими показателями у пациентов с ОКС на фоне СНДСТ. Все эти изменения можно объяснить следующим образом, чем выше уровень оксипролина и, соответственно, степень тяжести дисплазии, тем ниже уровень магния, который контролирует уровень всасывания витаминов группы В и, как следствие, развитие гипергомо-

цистеинемии [14], усиливающий разрушение коллагена и приводящей к развитию дезадаптивного варианта постинфарктного ремоделирования сердечной мышцы, характеризующейся преобладанием процессов дилатации полости левого желудочка со снижением его сократительной способности над процессами гипертрофии миокарда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абашева Е.В. Синдром дисплазии соединительной ткани сердца у призывников. Клинико-функциональные особенности // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. — 2003. — № 2 (прил. 3). — С. 4.
2. Бойцов С.А., Шальнова С.А., Деев А.Д. Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации и возможные механизмы ее изменения // Ж. Невролог им. С. С. Корсаковой. — 2021. — Т. 118, № 8. — С. 98–103. — doi: 10.17116/jnevro201811808198.
3. Иванов Д.О., Орел В.И., Александрович Ю.С. Заболевания сердечно-сосудистой системы как причина смертности в Российской Федерации: пути решения проблемы // Медицина и организация здравоохранения. — 2019. — № 2. — С. 4–12. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zabolevaniya-serdechno-sosudistoy-sistemy-kak-prichina-smernosti-v-rossiyskoj-federatsii-puti-resheniya-problemy> (дата обращения: 14.05.23).
4. Клинические рекомендации Российского научного медицинского общества терапевтов по диагностике, лечению и реабилитации пациентов с дисплазиями соединительной ткани (первый пересмотр) / под ред. А.И. Мартынова. — Текст: непосредственный // Медицинский вестник Северного Кавказа. — 2018. — Т. 3, № 1.2. — С. 137–209.
5. Острый коронарный синдром без подъема сегмента ST электрокардиограммы. Клинические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации. — Москва: Российское кардиологическое общество при участии ассоциации сердечно-сосудистых хирургов России, 2020. — С. 12–25.
6. Острый коронарный синдром с подъемом сегмента ST электрокардиограммы. Клинические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации. — Москва: Российское кардиологическое общество при участии ассоциации сердечно-сосудистых хирургов России, 2020. — С. 18–22.
7. Патент на изобретение №2665387 Российская Федерация. Способ диагностики дисплазии соединительной ткани: заявл. 04.05.2017: опубл. 29.08.2018 / Елькомова В.А., Копылова А.Н.
8. Потапов, М.П. Клинико-лабораторные критерии неспецифической дисплазии соединительной ткани как предикторы рецидива варикозной болезни нижних конечностей / М.П. Потапов, Е.В. Ставер. — Текст: непосредственный // Флебология. — 2013. — № 7 (4). — С. 25–32.
9. Потехина, Ю.П. Роль соединительной ткани в организме / Ю.П. Потехина. — Текст: непосредственный // Российский остеопатический журнал. — 2015. — № 3–4 (30–31). — С. 92–104.
10. Стяжкина, С.Н. Дисплазия соединительной ткани: современные представления об этиопатогенезе, классификации, клинической картине, принципы лечения и профилактики: учебно-методическое пособие / С.Н. Стяжкина, Т.Е. Чернышова, З.А. Зыкина [и др.]. — Текст: непосредственный. — Ижевск, 2015. — С. 44–45. — Текст: непосредственный.
11. Стяжкина, С.Н. Дисплазия соединительной ткани в современной клинической практике / С.Н. Стяжкина, А.Д. Князев, И.И. Минаханов. — Текст: непосредственный // Современные инновации. — 2016. — Т. 5, № 7. — С. 57–64. № 3–4 (30–31).
12. Шкурупий, В.А. Соединительная ткань и проблемы ее патологических состояний / В.А. Шкурупий [и др.]. // Бюллетень сибирской медицины. — 2017. — Т. 16, № 4. — С. 75–85.
13. Ягода, А.В. Эндотелиальная дисфункция и ее основные маркеры / А.В. Ягода, Л.В. Васина, Н.Н. Петрищев, Т.Д. Власов. Архивь внутренней медицины. — 2015. — № 1(21). — С. 60–63. — Текст: непосредственный // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. — 2017. — Т. 16, № 1. — С. 4–14.
14. Яковлев, В.М. Показатели минерального, костного и гомоцистеинового метаболизма и формирование конституции при соединительнотканной дисплазии / В.М. Яковлев, Г.И. Нечаева, Н.Ю. Котельникова, Е.Г. Бакулина. — Текст: непосредственный // Казанский медицинский журнал. — 2007. — Т. 88, № 5 (прил.). — С. 6–7.

© Султанова Оксана Эседуллаевна (oksanka.sultanova@mail.ru); Чернышева Елена Николаевна (lena.chernysheva@inbox.ru); Кузьмичев Богдан Юрьевич (bog13@list.ru); Попов Евгений Антонович; Самохина Алевтина Сергеевна
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРИМЕНЕНИЕ СКАНИРОВАНИЯ ПРИ ОРТОПЕДИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ПАРОДОНТА

APPLICATION OF SCANNING IN ORTHOPEDIC TREATMENT OF PATIENTS WITH PERIODONTAL DISEASES

M. Toumassian

Summary. This paper is devoted to the application of scanning in dentistry, in particular, in orthopedic treatment of patients with periodontal diseases. It considers modern scanning methods, including 3D-scanning and CAD/CAM technologies, their role in determining the structural features of the oral cavity of patients with periodontal diseases. It considers advantages and disadvantages of scanning in comparison with traditional methods of medical examination, possibilities of scanning application for personalized choice of prostheses and implants in patients with periodontal diseases.

Keywords: digital dentistry, prosthetic dentistry, periodontal diseases, 3D-scanning, CAD/CAM technologies.

Тумасян Михаил Грачьевич

*Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова
79119800070@yandex.ru*

Аннотация. Данная работа посвящена особенностям применения сканирования в стоматологии, в частности, при ортопедическом лечении пациентов с заболеваниями пародонта. В ней рассматриваются современные методы сканирования, включая CAD/CAM технологии, 3D-сканирование и методы томографии, их роль в определении структурных особенностей полости рта пациентов с заболеваниями пародонта. Рассматриваются преимущества и недостатки сканирования по сравнению с традиционными методами, приводится обзор клинических исследований по данной теме.

Ключевые слова: цифровая стоматология, ортопедическая стоматология, заболевания пародонта, 3D-сканирование, CAD/CAM технологии.

Самым значительным изменением в стоматологической сфере за последние годы, несомненно, является развитие цифровой стоматологии. Научный прогресс широко наблюдается в области ортопедической стоматологии. Ранее на восстановление зубных рядов или установку зубных протезов требовалось много времени и усилий со стороны стоматологов, зубных техников и персонала, а также несколько походов к врачу. Сейчас современные 3D-технологии позволяют значительно быстрее решать подобные задачи. Процесс создания зубного протеза сегодня основан на бесконтактном сканировании полости рта пациента, компьютерном моделировании будущего протеза и последующем 3D-синтезе. Этот процесс занимает всего несколько часов. При таком подходе протез точно соответствует полости рта (Шустов, Шустова, 2022).

Существуют два типа стоматологических сканеров: интраоральные (внутриротовые) и стационарные. Интраоральные 3D-сканеры используются для создания цифровых слепков зубов. Они функционируют путем проецирования лучей света на объект и передачи полученного сигнала на компьютер для создания трехмерного изображения. Интраоральные сканеры используются для осуществления диагностики, создания 3D-моделей для реставрации, изготовления имплантатов и других приспособлений для процессов протезирования, ортодонтии и хирургии в полости рта. С помощью стационарных

аппаратов в лабораторных условиях создаются 3D виртуальные модели из гипсовых слепков (Тлупов и др., 2022).

В настоящее время лишь до 10 % стоматологов пользуются возможностью цифрового оттиска челюсти с адентией, используя интраоральные сканеры. Однако, можно надеяться на то, что этот процент будет расти. Цифровая технология стала неотъемлемой частью стоматологической практики за последние десятилетия. Появление цифровых моделей предоставляет множество преимуществ, включая более точную оценку размеров зубов, расчет ортодонтических индексов и сбор всей необходимой информации для диагностики (Эртесян и др., 2021).

С момента появления CAD-CAM технологий в 1980-х годах, цифровые стоматологические технологии стремительно развиваются (Ramsey, Ritter, 2012). CAD/CAM в стоматологии — это метод проектирования и изготовления зубных протезов с использованием компьютерных систем. CAD расшифровывается как «Computer-Aided Design» (создание модели при помощи компьютера), CAM — «Computer-Aided Manufacturing» (изготовление изделия с использованием компьютера). CAD отвечает за формирование трехмерных моделей зубов и челюстей, CAM занимается превращением этих моделей в реальные объекты — коронки и реставрации. Процесс состоит из того, что врач проводит сканирование поло-

сти рта пациента, чтобы получить 3D изображение зубов и десен. Затем изображение обрабатывается в программе (CAD) для создания дизайна будущего протеза. После того, как дизайн утвержден, данные передаются на оборудование CAM, которое изготавливает протез из подходящего материала (Davidowitz, Kotick, 2011). Сканирование протезного ложа является начальным этапом при изготовлении зубного протеза при помощи любой CAD/CAM системы (Наумович, Разоренов, 2016). К 2003 году была достигнута возможность сканирования и создания трехмерных цифровых изображений для изготовления реставраций зубов. Автоматизированный сбор данных также стал широко применяться в ортодонтии, протезировании и имплантации благодаря использованию цифровых систем снятия оттисков (Mizumoto, Yilmaz, 2018).

Применение 3D-технологий в ортопедической стоматологии обладает рядом преимуществ: процесс создания протезов автоматизирован и требует минимального участия оператора; готовые протезы учитывают индивидуальные особенности полости рта пациента; возможно оформлять заказы на протезы через электронную почту, что позволяет оперативно восстановить поврежденный протез даже находясь на удалении от пациента; эффективность работы зубопротезной лаборатории заметно возрастает, сокращая при этом время изготовления и установки протезов (Шустов, Шустова, 2022).

Пародонтит представляет собой воспалительное заболевание тканей, поддерживающих зубы, и начинается с образования бактериальной биопленки на поверхности зуба, его корня и в пародонтальных зазорах (карманах), что приводит к развитию иммунной и воспалительной реакции организма. Это многофакторное воспалительное заболевание, обусловленное взаимодействием между бактериями полости рта, инфицирующими карманы, их эпителиальной выстилкой и местной защитной реакцией организма (Di Benedetto и др., 2013). Пародонтит определяется апикальной миграцией эпителия, которая разрушает прикрепление коллагеновых волокон соединительной ткани, углублением пародонтальных карманов и потерей альвеолярной кости, необходимой для поддержания зубов. При отсутствии лечения пародонтит приводит к потере зубов. Образующийся зазор между зубами и окружающими мягкими тканями является предшественником потери альвеолярной кости (Costa и др., 2014). Для точной диагностики пародонтита и принятия обоснованных решений необходимо определять прогноз для каждого зуба и всего зубного ряда. Эти данные имеют ключевое значение при планировании лечения и оценке эффективности его проведения. Точные и воспроизводимые измерения глубины и формы или 3-D расширения пародонтального кармана являются важным дополнением к существующим технологиям и облегчают анализ степени и тяжести заболеваний пародонта (Hill, Slate, 2014).

Система цифрового объемного сканирования позволяет получать оптические оттиски. Это позволяет создавать трехмерные виртуальные модели препарированных зубов, которые могут быть использованы для изготовления прямых реставраций с использованием систем CAD/CAM. Получение точного оттиска является критически важной задачей в ортопедическом лечении. Идеальный оттиск должен передавать уникальные особенности протезного ложа и обладать высокой размерной точностью, что зависит не только от материала, используемого для оттиска, но и от способа его получения. Одним из новейших методов получения оттисков является лазерное внутриротовое сканирование зубных рядов, позволяющее получать высокоточные цифровые оттиски (Вокулова, Жулев, 2016).

В исследовании Юмашева с соавт. (2015) было проведено клиническое исследование, в рамках которого сравнивались традиционные и современные методы лечения заболеваний пародонта, а также проводился анализ эффективности лечения у пациентов с повышенным фарингеальным рефлексом. В ходе исследования были изучены как традиционные методы получения информации о рельефе слизистой оболочки полости рта с помощью оттисков, так и метод создания «оптического слепа» с использованием интраорального сканера 3Shape TRIOS. Было установлено, что большинство пациентов предпочли метод интраорального сканирования перед традиционным получением оттисков с использованием слепочных масс. Большинство пациентов оценили интраоральное сканирование, даже с учетом его длительности, более предпочтительным, чем традиционный способ с получением оттисков (Юмашев и др., 2015).

Интраоральное сканирование позволяет получать данные о форме внешних поверхностей зубов и зубных имплантатов, а также используется для идентификации окружающих мягкотканых структур на основе различий в оттенках (Deferm и др., 2018).

Однако, ряд исследований показывает, что интраоральная рентгенография не всегда достаточно точно отражает потерю альвеолярной кости из-за различных ошибок, включая ошибки проекции или ошибки в интерпретации. В результате воронкообразные или язычные дефекты могут оставаться незамеченными, а разрушение буккальной пластинки может быть не диагностировано или неправильно идентифицировано. Поэтому для более точной диагностики стали применять трехмерные методы, такие как конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ), которые предоставляют более информативные изображения уровня пародонтальной кости (Icep и др., 2020). Конусно-лучевая компьютерная томография обладает высоким разрешением, точностью измерений и возможностью создания тонких срезовых изображений, а также восстановления

информации в трехмерном формате. Ни один из ранее применяемых методов лучевой диагностики не обеспечивает такого объема информации и качества визуализации костных структур, как КЛКТ. Этот метод также характеризуется низкой лучевой нагрузкой. С помощью КЛКТ можно с высокой точностью определить положение дентальных имплантатов у пациента, проверить правильность посадки ортопедической конструкции на платформы имплантатов, а также оценить степень и характер возможных атрофических изменений костной ткани вокруг имплантатов (Чибисова и др., 2020). Исследования показывают, что УЗИ имеет большой потенциал для дополнения КЛКТ в задаче измерения толщины кортикальной кости (Degen и др., 2017), особенно если ультразвуковые снимки выполняются с использованием 3D-установки для визуализации.

Оптические сканеры предоставляют возможность получать изображения зубных рядов *in vivo* и изображений физических моделей *in vitro* для создания цифрового 3D-изображения. Системы сканирования имеют множество применений в ортодонтии, включая цифровое хранение моделей и анализ слепков, измерение зубной дуги, сегментацию зубов и оценку окклюзии. Они также используются для оценки десневых рецессий и для изучения дефектов альвеолярного гребня в лабораторных условиях. Эти устройства позволяют получать цифровые диагностические изображения, а также экспортировать данные для оптимального планирования хирургических процедур и имплантации, включая данные компьютерной томографии (Aydiyurt, Ertugrul, 2017).

Также, при ортопедическом лечении заболеваний пародонта применяется метод МРТ-сканирования. Магнитно-резонансная томография (МРТ) — это метод диагностики мягких тканей, не использующий ионизирующее излучение. Во время МРТ-сканирования действует магнитное поле, которое воздействует на ядра водорода в молекулах воды в организме. Аппараты подают радиочастотный импульс, позволяющий ядерным спинам резонировать в сильном статическом магнитном поле. Возбужденные атомы водорода испускают радиочастотный сигнал, который принимается и измеряется приемной катушкой, преобразующей радиочастотные сигналы в сигнал электрического тока. Контрастность получаемого изображения зависит от скорости релаксации возбужденных атомов водорода. Обычная МРТ не позволяет получить изображение зубов из-за высокого содержания минералов и быстрого распада сигнала воды в плотных минерализованных тканях, что приводит к низкой интенсивности изображения. Однако она может быть использована для изображения мягких тканей внутри полости рта, включая десны, пульпу, корневые каналы и периодонтальную связку. Таким образом, МРТ позволяет получить изображение мягких тканей

стенки пародонтального кармана, но не его твердых тканей (Idiyatullin и др., 2011).

Оптическая когерентная томография (ОКТ) представляет собой бесконтактный метод визуализации микроструктуры зубов и имеет потенциал для оценки здоровья тканей пародонта. С помощью данного метода можно получить «оптическую биопсию» тканей на глубине до 2–3 мм. ОКТ основана на анализе оптического рассеяния в структуре тканей и позволяет создавать трехмерные изображения биологических структур с высоким разрешением в поперечном сечении, сканируя поверхность ткани слабо сфокусированным пучком света. Для этого используются широкополосные низкокогерентные источники света в ближнем инфракрасном диапазоне, обеспечивающие значительное проникновение в ткани без вредных биологических эффектов. Микроструктурные детали тканей выявляются через анализ различий между рассеянными и пропущенными или отраженными фотонами (Otis и др., 2000; Gimbel, 2008).

Методы поперечной рентгенографии и компьютерной томографии с многоплоскостными сечениями и 3D-реконструкциями являются важными диагностическими средствами в современной стоматологии. Хотя обычная мультidetекторная компьютерная томография (МДКТ) уже давно позволяет визуализировать структуру тканей, ее главным недостатком является высокая доза облучения. Доза облучения от сканирования МДКТ сопоставима с радиацией, которую человек получает ежегодно от природных источников, таких как радон и космическое излучение. КЛКТ можно рассматривать как альтернативу МДКТ, которая подходит для широкого спектра краниомаксиллофациальных показаний. Для большинства показаний необходимо менее интенсивное облучение, чем при обычной МДКТ. Несмотря на все более частое применение КЛКТ для сканирования челюстно-лицевой области, низкое качество изображений и значительная вариабельность числа КТ создают трудности для использования этого метода в качестве эффективного инструмента. Напротив, МДКТ обеспечивает высокое качество изображений и стабильные характеристики КТ, благодаря уменьшенным сигналам рассеяния, более линейным детекторам и сложным алгоритмам коррекции (Yang, 2016).

Таким образом, использование систем CAD/CAM способствует прогрессу современной ортопедической стоматологии, поднимая профессиональные практики на новый уровень. Благодаря технологиям 3D сканирования возможно создание высокоточных цифровых моделей зубов, что значительно оптимизирует эффективность ортопедического лечения путем получения точной и объективной информации для последующего анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вокулова Ю.А., Жулев Е.Н. Оценка точности получения оттисков зубных рядов с применением технологии лазерного сканирования //Современные проблемы науки и образования. — 2016. — №. 5. — С. 164–164.
2. Наумович С.С., Разоренов А.Н. CAD/CAM системы в стоматологии: современное состояние и перспективы развития //Современная стоматология. — 2016. — №. 4 (65). — С. 2–9.
3. Тлупов И.В., Мохамед Х., Бибарс Ф. 3D-сканирование в стоматологии //ББК 1 Н 34. — С. 714. — 2022.
4. Чибисова М.А., Прохвятилов О.Г., Батюков Н.М. Применение конусно-лучевой компьютерной томографии на этапах ортопедического лечения //Институт стоматологии. — 2020. — №. 1. — С. 34–36.
5. Шустов М., Шустова В. Применение 3D-технологий в ортопедической стоматологии. — Litres, 2022.
6. Эртесян А.Р., Садыков М.И., Нестеров А.М. Точность 3D изображений в ортопедической стоматологии: систематический обзор //Актуальные вопросы современной науки и образования. — 2021. — С. 155–158.
7. Юмашев А.В. и др. Варианты использования 3D сканирования в ортопедической стоматологии //Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. — 2015. — Т. 9. — №. 1. — С. 2–6.
8. Aydinyurt H.S., Ertugrul A.S. A novel volumetric analysis using CAD/CAM scanners in gingival recession treatment //Medical Science and Discovery. — 2017. — Т. 4. — №. 10. — С. 72–79.
9. Costa F.O. et al. Tooth loss in individuals under periodontal maintenance therapy: 5-year prospective study //Journal of Periodontal Research. — 2014. — Т. 49. — №. 1. — С. 121–128.
10. Davidowitz G., Kotick P.G. The use of CAD/CAM in dentistry //Dental Clinics. — 2011. — Т. 55. — №. 3. — С. 559–570.
11. Deferm J.T. et al. Validation of 3D documentation of palatal soft tissue shape, color, and irregularity with intraoral scanning //Clinical oral investigations. — 2018. — Т. 22. — С. 1303–1309.
12. Degen K. et al. Assessment of cortical bone thickness using ultrasound //Clinical oral implants research. — 2017. — Т. 28. — №. 5. — С. 520–528.
13. Di Benedetto A. et al. Periodontal disease: linking the primary inflammation to bone loss //Clinical and Developmental Immunology. — 2013. — Т. 2013.
14. Gimbel C.B. Optical coherence tomography imaging for evaluating the photobiomodulation effects on tissue regeneration in periodontal tissue //Proceedings of Light-Activated Tissue Regeneration and Therapy Conference. — Springer US, 2008. — С. 173–180.
15. Hill E.G., Slate E.H. A semi-parametric Bayesian model of inter-and intra-examiner agreement for periodontal probing depth //The annals of applied statistics. — 2014. — Т. 8. — №. 1. — С. 331.
16. Icen M. et al. Comparison of CBCT with different voxel sizes and intraoral scanner for detection of periodontal defects: an in vitro study //Dentomaxillofacial Radiology. — 2020. — Т. 49. — №. 5. — С. 20190197.
17. Idiyatullin D. et al. Dental magnetic resonance imaging: making the invisible visible //Journal of endodontics. — 2011. — Т. 37. — №. 6. — С. 745–752.
18. Mizumoto R.M., Yilmaz B. Intraoral scan bodies in implant dentistry: A systematic review //The Journal of prosthetic dentistry. — 2018. — Т. 120. — №. 3. — С. 343–352.
19. Otis L.L. et al. Optical coherence tomography: a new imaging: technology for dentistry //The Journal of the American Dental Association. — 2000. — Т. 131. — №. 4. — С. 511–514.
20. Ramsey C.D., Ritter R.G. Utilization of digital technologies for fabrication of definitive implant-supported restorations //Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. — 2012. — Т. 24. — №. 5. — С. 299–308.
21. Yang C.C. Characterization of scattered X-ray photons in dental cone-beam computed tomography //Plos one. — 2016. — Т. 11. — №. 3. — С. e0149904.

© Тумасян Михаил Грачьевич (79119800070@yandex.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ ЛЕЧЕНИЯ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЛОСТИ РТА С ПРИМЕНЕНИЕМ БАКТЕРИОФАГОВ

MODERN CONCEPTS OF TREATMENT OF INFLAMMATORY DISEASES OF THE ORAL CAVITY USING BACTERIOPHAGES

**V. Uryadnikova
Yu. Ippolitov
E. Aleshina
S. Mikhailova
V. Kuralesina
Yu. Ryzhkova
E. Klepalko**

Summary. The article discusses modern concepts for the treatment of inflammatory diseases of the oral cavity using bacteriophages. It has been noted that bacteriophages are more virulent to bacteria in human cells than to bacteria in bacterial cultures. While antibiotics have been determined to be the standard first-line therapy against bacterial infections, the use of bacteriophages generally has three main indications: to combat infections caused by antibiotic-resistant bacteria; to combat infections resistant to antibiotics, despite the sensitivity of the bacterial culture; exposure to bacteria when antibiotics are not indicated, and due to preventative measures for overexposure to antibiotics in humans and the environment during food production. It has been revealed that bacteriophages are promising viruses that selectively infect bacteria and have prerequisites for use in medicine and dentistry, in particular. It is concluded that the prophylactic administration of bacteriophages is of particular relevance in cases where there are no clinical signs of bacterial infection, and the use of antibiotics is undesirable due to their side effects. The protective effect of bacteriophages helps the body cope with the infectious process without disturbing the balance of microflora in the body.

Keywords: bacteriophages, bacteria, organism, antibiotics, microflora.

Урядникова Валерия Александровна

Аспирант, Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко Минздрава России
uryadnikova.96@mail.ru

Ипполитов Юрий Алексеевич

доктор медицинских наук, профессор,
Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко Минздрава России

Алешина Елена Олеговна

кандидат медицинских наук, доцент,
Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко Минздрава России

Михайлова Светлана Анатольевна

кандидат медицинских наук, доцент,
Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко Минздрава России

Куралесина Виктория Павловна

кандидат медицинских наук, доцент,
Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко Минздрава России

Рыжкова Юлия Алексеевна

Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко Минздрава России

Клепалко Екатерина Андреевна

Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко Минздрава России

Аннотация. В статье рассмотрены современные концепции лечения воспалительных заболеваний полости рта с применением бактериофагов. Отмечено, что бактериофаги более вирулентны к бактериям в клетках человека, чем к бактериям в бактериальных культурах. Определено, что антибиотики являются стандартной терапией первой линии против бактериальных инфекций, применение бактериофагов, как правило, имеет три основных показания: для борьбы с инфекциями, вызванными устойчивыми к антибиотикам бактериями; для борьбы с инфекциями, устойчивыми к антибиотикам, несмотря на чувствительность бактериальной культуры; воздействия на бактерии, когда антибиотики не показаны, а также из-за превентивных мер чрезмерного воздействия антибиотиков на человека и окружающую среду при производстве пищевых продуктов. Выявлено, что бактериофаги являются перспективными вирусами, избирательно поражающие бактерии и имеющие предпосылки для применения в медицине и стоматологии, в частности. Сделан вывод о том, что отдельную актуальность имеет профилактический приём бактериофагов в тех случаях, когда клинические признаки бактериального инфицирования отсутствуют, а использование антибиотиков нежелательно из-за их побочных эффектов. Защитное действие бактериофагов помогает организму справиться с инфекционным процессом, при этом не нарушая баланс микрофлоры в организме.

Ключевые слова: бактериофаги, бактерии, организм, антибиотики, микрофлора.

Человечество переступило порог 21-го века, основополагающего события для науки и человечества. Ежедневно происходят открытия, которые совершенствуют каждый аспект взгляда на здоровье человека и подходы к диагностике, профилактике и лечению заболеваний различных органов и систем [1]. Так, фундаментальные исследования, модификация медицинского оборудования, инновационные протоколы лечения, цифровые и нано-технологии произвели революцию в стоматологии [1].

Как известно, микробиология идет рука об руку с клиническими дисциплинами медицины, включая стоматологию. Ротовая жидкость включает целый комплекс микроорганизмов и защитных факторов одновременно, такие как лизоцим, лактоферрин, пероксидазы, секреторный иммуноглобулин А и другие [1].

Бактериофаги, способные убивать бактерии, были открыты в 1915 году, но интерес к их изучению был ограничен с появлением антибиотиков. Их применение в стоматологии все еще очень ограничено [2].

Термин «бактериофаг» относится к вирусам, которые способны уничтожать бактерии. Они являются наиболее распространенными биологическими объектами на земле, согласно современным аналитическим данным, в биосфере насчитывается 1031 вид бактериофага. Творт [3] и д'Эрель [4] были первыми, кто описал их, но именно д'Эрель применил этот термин к бактериолитическому веществу, которое он выделил из фекалий. Это открытие привело к нескольким исследованиям и созданию «группы фагов», наиболее известными учеными которой были Макс Дельбрюк, Джеймс Уотсон и Фрэнсис Крик. Дельбрюк в 1939 году открыл одноступенчатый процесс синтеза бактериофагов, которые после одночасового периода ожидания размножились, производя несколько сотен тысяч потомков.

Согласно данным международной литературы, есть доказательства того, что бактериофаги более вирулентны к бактериям в клетках человека, чем к бактериям в бактериальных культурах [5]. Данная закономерность позволяет сосредоточиться на селекциях определенного вещества и его клиническом применении, а также обеспечить эффективность, безопасность и соответствие мировым стандартам, в связи с этим антибиотики являются стандартной терапией первой линии против бактериальных инфекций, применение бактериофагов, как правило, имеет три основных показания: для борьбы с инфекциями, вызванными устойчивыми к антибиотикам бактериями; для борьбы с инфекциями, устойчивыми к антибиотикам, несмотря на чувствительность бактериальной культуры — из-за нарушения кровообращения при остеомиелите и диабетических язвах, или в случае образования биопленки; воздействия на бактерии, ког-

да антибиотики не показаны, например, из-за аллергии пациента, проблем с раздраженным кишечником или риска заражения *Clostridium difficile*, а также из-за превентивных мер чрезмерного воздействия антибиотиков на человека и окружающую среду при производстве пищевых продуктов и т.д. [5].

Исследователями было предложено большое число возможных алгоритмов фаготерапии в полости рта. Бактериофаги активны против планктонных бактерий и, что представляет большой интерес для лечения полости рта и зубов, против бактерий, организованных в биопленки. Однако бактерии в биопленках могут образовывать убежища против бактериофагов, так что бактериофаги и бактерии могут сосуществовать [6]. Бактериофаги могут изменяться и адаптироваться к клеткам, внедренным в биопленку, широко распространенным в их экосистеме. Вирионы могут проникать в плотную биопленку и распространяться через плотно упакованные соседние клетки, ослабляя всю структуру. Кроме того, некоторые бактериофаги используют различные типы деполимераз для проникновения в бактериальную капсулу или матрицу биопленки. Некоторые бактериофаги можно обнаружить в слюне человека, и наиболее распространенными хозяевами являются актинобактерии, бактероидеты, фирмикуты, фузобактерии и протеобактерии. [7].

Возникли препараты на основе бактериофагов, такие как «Фагодент», которые рекомендованы к использованию при лечении зубочелюстных аномалий на протяжении всего ортодонтического лечения, а также при таких воспалительных заболеваниях полости рта, как гингивит, пародонтит, периимплантит.

Исследователи активно изучают структуру бактериофагов, способе действия, применении в гигиене полости рта и возможном будущем применении в стоматологии, связанном с их возможным действием на биопленку, а также преимущества и ограничения фаготерапии. [7].

В ряде исследований описывается механизм действия бактериофагов, описываются доступные в настоящее время бактериофаги и указывается на перспективы применения в стоматологии с учетом преимуществ и ограничений фаготерапии. Кариес зубов: выделение бактериофагов *Streptococcus mutans* является возможным применением для лечения этого заболевания. Однако в клинической практике он пока не применялся. Заболевания пародонта: Различные аэробные и анаэробные патогены связаны с заболеваниями пародонта. Вариации сообществ бактериофагов при заболеваниях пародонта и тот факт, что здоровые люди имеют более богатое сообщество бактериофагов, предполагают возможность разработки методов лечения, основанных на этих сообществах. Эндодонтические поражения: Исследования о влиянии бактериофагов на эндодонтиче-

ские поражения были ограничены *Enterococcus faecalis* [8]. Разнообразное микробное сообщество эндодонтических биопленок предполагает, что в этой области могут быть возможности для дальнейших исследований. Периимплантит: Идентификация бактериофага, который хорошо связывается с поверхностью диоксида циркония, предполагает существование фагов, которые могут воздействовать на биопленки, вызывающие периимплантит; однако еще рано тестировать это клинически. Инфекции слизистой оболочки полости рта: Исследование показало, что пептиды бактериофагов могут способствовать размножению эпителиальных клеток в слизистой оболочке полости рта человека без опухолевой трансформации, что может способствовать заживлению тканей. Фаготерапия может быстро продвигаться в этой области, поскольку фаготерапия кожных ран применяется уже давно [9].

До открытия антибиотиков проводились значительные исследования бактериофагов как средства лечения бактериальных заболеваний человека. Поскольку бактериофаги атакуют только бактерии-хозяева, а не клетки человека, они являются хорошими кандидатами для такого типа лечения. После того как были открыты антибиотики, изучение бактериофагов было в значительной степени прекращено во многих частях мира. Однако фаги продолжали использоваться в медицинских целях в ряде стран, таких как Россия, Грузия и Польша, где они используются до сих пор. Поскольку устойчивые к антибиотикам бактерии стали гораздо более распространенными, растет интерес к возвращению фаготерапии. Инфекционная природа некоторых заболеваний — кариеса, заболеваний пародонта, периапикальных заболеваний, воспалительных заболеваний слизистой оболочки полости рта и инфекций, вызванных процедурами имплантации, — предполагает, что специфические бактериофаги могут использоваться в качестве вспомогательных средств для борьбы с бактериями в стоматологии. Бактериофаги могут разрушать биопленку или ограничивать ее рост или созревание, что может уменьшить воздействие инфекций или контролировать их острые фазы. Фаготерапия имеет некоторые ограничения, и одним из них является необходимость подбора лечения для каждого пациента в соответствии с бактериальным статусом. Однако это также может быть преимуществом, поскольку оно нацелено только на бактерии, вызывающие заболевание. Поскольку стоимость невелика, а процедура выделения бактериофага проста, мы предполагаем, что в будущем будут разработаны более разумные процедуры для предотвращения устойчивости к антибиотикам и укрепления иммунитета пациентов [9].

Используемые в терапии более 100 лет в Восточной Европе и бывшем Советском Союзе, бактериофаги — это вирусы, которые паразитируют на бактерии, вво-

дят свою ДНК в микроорганизм, размножаются в ней с высокой скоростью, что разрушает клеточную стенку бактерии. Хотя данный метод не получил широкого распространения в западной медицине, растет интерес к использованию бактериофагов для уничтожения бактерий, устойчивых к антибиотикам. Тем не менее даже по мере распространения устойчивости к антибиотикам количество вводимых новых антибиотиков сокращается [10].

Целесообразно привести клинический случай, в котором молодая женщина с муковисцидозом в течение многих лет принимала антибиотики. После пересадки легкого произошло быстрое распространение инфекции, которое больше не поддавалось лечению антибиотиками. В результате врачи больницы Грейт-Ормонд-стрит в Лондоне решили лечить этот случай с помощью фагов. Медицинская коллегия кооперировала с исследователями из Питтсбургского университета, чтобы найти фаги, которые могли бы оказаться полезными. Питт был выбран в связи с тем, что у него есть микробиологическая коллекция из более чем 15 000 различных фагов и их индивидуальных генетических особенностей. Из этой группы были выбраны трое. Трехфаговый коктейль вводили внутривенно и местно на протяжении шести месяцев. Симптомы нивелировались, и у пациента врачи наблюдали постепенное улучшение. Успешность применения этой терапии была дополнительно повышена за счет «элиминации» гена, который не позволяет фагам убивать бактерии, тем самым повышая вероятность клеточного уничтожения нежелательных организмов [8]. Отмечено, что современные методы лечения инфекционных процессов полости рта, вызванных биопленками, недостаточно чувствительны; они не являются видоспецифичными и убивают патогенные виды, а также комменсальные виды, которые защищают от патогенных биопленок. Отмечается, что фаги высокоэффективны против патогенных биопленок и их легко изолировать и управлять ими. Исследователь констатирует, что многие авторы по всему миру пришли к выводу, что бактериофаги являются перспективными в стоматологической терапии. Описано выделение бактериофага, который избирательно инфицирует патоген пародонта *Fusobacterium nucleatum*. Продолжаются исследования по использованию других бактериофагов для лечения кариеса зубов и заболеваний пародонта.

Бактериофаги улучшают гигиеническое состояние полости рта, уменьшают воспалительные процессы. Являясь узконаправленными вирусными препаратами, они воздействуют на определенную бактерию, не затрагивая при этом естественную микробиоту человека. Применение бактериофагов перспективно. Подтверждена их эффективность при лечении инфекционно-воспалительных заболеваний пародонта и заболеваний слизистой оболочки полости рта [11].

Таким образом, бактериофаги являются перспективными вирусами, избирательно поражающие бактерии и имеющие предпосылки для применения в медицине и стоматологии, в частности. Важно подчеркнуть, что отдельную актуальность имеет профилактический приём бактериофагов в тех случаях, когда клинические

признаки бактериального инфицирования отсутствуют, а использование антибиотиков нежелательно из-за их побочных эффектов. Защитное действие бактериофагов помогает организму справиться с инфекционным процессом, при этом не нарушая баланс микрофлоры в организме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Vasudeva G., Salil P. (2009). Dentistry in the 21st Century: A Look into the Future. *Journal of Oral Health and Community Dentistry*. 3. 9–14. 10.5005/johcd-3-1-9.
2. Steier L., de Oliveira S., Figueiredo J.A. (2019). dentistry journal Review Bacteriophages in Dentistry-State of the Art and Perspectives. *Dentistry Journal*. Dent. J. 2019, 7, 6. 10.3390/dj7010006.
3. Twort F.W. An investigation on the nature of ultra-microscopic viruses. *Lancet* 1915, 186, 1241–1243.
4. D'Herelle F. Sur un microbe invisible antagoniste des bacilles dysenteriques. *Les Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 1917, 165, 373–375.
5. Szafranski S.P., Winkel A., Stiesch M. The use of bacteriophages to biocontrol oral biofilms. *J. Biotechnol.* 2017, 250, 29–44.
6. Tinoco J.M., Buttarò B., Zhang H., Liss N., Sassone L., Stevens R. Effect of a genetically engineered bacteriophage on *Enterococcus faecalis* biofilms. *Arch. Oral Biol.* 2016, 71, 80–86.
7. Heilmann S., Sneppen K., Krishna S. Coexistence of phage and bacteria on the boundary of self-organized refuges. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2012, 109, 12828–12833.
8. Sulakvelidze A., Alavidze Z., Morris J.G. Jr. Bacteriophage therapy. *Antimicrob Agents Chemother.* 2001 Mar; 45(3):649–59.
9. Ганненко А. С., Мирошниченко В.В., Масимов А.Э. Применение бактериофагов для лечения воспалительных заболеваний пародонта // *Проблемы стоматологии*. 2020. Т. 16. № 1. С. 28–32.
10. Седнева Я.Ю., Пашкова Г.С. Микробиота полости рта. Перспективы использования комплексных средств на основе бактериофагов для профилактики заболеваний полости рта у детей. *Стоматология детского возраста и профилактика* 2018, том 5, стр. 57–60
11. Урядникова В.А., Ипполитов Ю.А., Хелминская Н.М., Фоломеева Д.М. Использование стрептококкового бактериофага у пациентов с несъемной ортодонтической аппаратурой // *Системный анализ и управление в биомедицинских системах*. 2023. Т. 22. №4. С. 72–77.

© Урядникова Валерия Александровна (uryadnikova.96@mail.ru); Ипполитов Юрий Алексеевич; Алешина Елена Олеговна; Михайлова Светлана Анатольевна; Куралесина Виктория Павловна; Рыжкова Юлия Алексеевна; Клепалко Екатерина Андреевна
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНАЦИИ ИНУЛИНА И МАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ В КОМПЛЕКСЕ С ФИЗИЧЕСКИМИ УПРАЖНЕНИЯМИ В ЛЕЧЕНИИ (ВТОРИЧНОЙ ПРОФИЛАКТИКЕ) СИНДРОМА САРКОПЕНИИ ПОЖИЛЫХ: ПРОСТОЕ СЛЕПОЕ РАНДОМИЗИРОВАННОЕ ПЛАЦЕБО-КОНТРОЛИРУЕМОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ

THE USE OF INULIN AND BUTYRIC ACID IN COMBINATION WITH PHYSICAL EXERCISE IN THE TREATMENT (SECONDARY PREVENTION) OF SARCOPENIA SYNDROME IN THE ELDERLY: A SIMPLE BLIND RANDOMIZED PLACEBO-CONTROLLED EFFICACY STUDY

**M. Ushakov
A. Pashkova**

Summary. Objective: To evaluate the efficacy of combined application of inulin and butyric acid in conjunction with physical exercises to enhance the treatment effectiveness of sarcopenia syndrome in the elderly. *Methods:* Within the framework of a single-center, randomized, simple-blind, placebo-controlled parallel study, men and women over the age of 65 diagnosed with sarcopenia and symptoms of gastrointestinal tract (GIT) dysfunction were selected. Participants were randomly divided into two groups: the study group (prebiotic intake and physical exercises) and the control group (placebo and physical exercises). *Results:* The analysis of results showed a statistically significant improvement in the group receiving prebiotics compared to the control group, including an increase in grip strength and an improvement in physical functionality. A reduction in symptoms of GIT dysfunction was also noted. *Conclusions:* The combined application of inulin and butyric acid with physical exercises can be an effective means of improving the condition of elderly individuals with sarcopenia, as well as for reducing gastroenterological symptoms. Further research is needed to confirm these findings.

Keywords: sarcopenia, physical exercises, prebiotics, inulin, butyric acid, gut-muscle axis, elderly, functional ability, gut microbiota, Vivifrail.

Ушаков Максим Александрович

Аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
doct.ush.ma@gmail.com

Пашкова Анна Александровна

проф., д.м.н., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко»
apashkova@vrngtmu.ru

Аннотация. Цель: оценить эффективность комбинированного применения инулина и масляной кислоты в сочетании с физическими упражнениями для улучшения эффективности лечения синдрома саркопении у пожилых людей. *Методы:* В рамках одноцентрового, рандомизированного, простого слепого, плацебо-контролируемого параллельного исследования были отобраны мужчины и женщины старше 65 лет с диагностированной саркопенией и симптомами нарушения работы ЖКТ. Участники были случайным образом разделены на две группы: исследуемую (прием пребиотика и выполнение физических упражнений) и контрольную (плацебо и физические упражнения). *Результаты:* Анализ результатов показал статистически значимое улучшение в группе, принимавшей пребиотик, по сравнению с контрольной группой, включая повышение силы кистевого сжатия и улучшение физической функциональности. Также было отмечено снижение симптомов нарушения работы ЖКТ. *Выводы:* Комбинированное применение инулина и масляной кислоты с физическими упражнениями может быть эффективным средством для улучшения состояния пожилых людей с саркопенией, а также для снижения гастроэнтерологических симптомов. Дальнейшие исследования необходимы для подтверждения этих выводов.

Ключевые слова: саркопения, физические упражнения, пребиотики, инулин, масляная кислота, кишечник-мышцы, пожилые люди, функциональная способность, кишечная микробиота, Vivifrail.

Введение

К 2022 году в России доля лиц старше трудоспособного возраста достигла приблизительно 25 % общей численности населения [15]. В этой демографической группе у каждого третьего [4] или второго [2] человека выявляется старческая саркопения — заболевание, поражающее мышцы скелета и увеличивающее вероятность множества осложнений [7]. Саркопения характеризуется снижением мышечной силы, уменьшением мышечной массы и, в более тяжёлых случаях, существенным ухудшением физической активности [7]. Патогенез саркопении многофакторен и до конца не изучен, что делает поиск эффективных методов её лечения актуальной задачей [1]. Традиционно, для борьбы с саркопенией рекомендуется увеличение потребления белка и регулярные физические упражнения, направленные на преодоление сопротивления [12]. Однако, у пожилых людей может снижаться мотивация к выполнению физических упражнений, а результаты от увеличенного потребления белка и тренировок не всегда оказываются достаточными [11, 12], что подчеркивает необходимость разработки новых подходов к лечению. В последнее время внимание исследователей привлекает потенциальная связь между состоянием кишечного микробиома и здоровьем мышечной системы. Предполагается, что коррекция микробиома кишечника может стать новым направлением в лечении саркопении у пожилых [5]. В данном исследовании мы предположили, что приём пребиотического препарата на фоне регулярных физических упражнений может улучшить эффективность лечения саркопении у пожилых пациентов, проявляясь в увеличении силы кистевого сжатия, аппендикулярной мышечной массы и улучшении физической работоспособности, особенно у лиц с предполагаемыми нарушениями кишечной микрофлоры.

Общая концепция исследования

Исследование было организовано как одноцентровое, рандомизированное, простое слепое, плацебо-контролируемое параллельное исследование. Оно проведено в рамках диссертационной работы аспиранта Воронежского государственного медицинского университета имени Н.Н. Бурденко. Участники исследования — жители Воронежа и Воронежской, Липецкой, Тульской областей, не проживающие в учреждениях здравоохранения.

Участники исследования

Критерии включения: Мужчины и женщины старше 65 лет; Диагноз саркопении как минимум по одному из выбранных критериев саркопении, предложенных Европейским консенсусом [7] (см. таблицу 1); Симптомы нарушения работы ЖКТ (GSR > 15 баллов); Способность

соблюдать требования исследования и дать информированное согласие.

Критерии невключения и исключения: Острые или тяжелые патологии сердца, легких, нервной системы, ЖКТ, ревматологические заболевания; Сахарный диабет, серьезные ограничения подвижности или противопоказания к физическим нагрузкам; Непереносимость компонентов препарата-пребиотика или плацебо; Активная инфекция или использование антибиотиков за последние 4 недели; Операции на ЖКТ за последние 6 месяцев, недостаточность питания (<17 баллов по шкале MNA); Отказ от выполнения рекомендаций и участия в исследовании

Таблица 1.

Некоторые диагностические критерии саркопении. М. — критерий для мужчин; Ж. — критерий для женщин

Критерий	Точка «отсечки»	Роль критерия в диагностике саркопении
Опросник SARC-F [баллов]	> 4 баллов	претестовый скрининг
Сила кистевого сжатия [кгс]	М. < 27	предположение диагноза
	Ж. < 16	
Мышечная масса конечностей (аппендикулярная, ASM) [кг]	М. < 20	подтверждение диагноза
	Ж. < 15	
Краткая батарея тестов физического функционирования (SPPB) [баллов]	≤ 8	выявление тяжелой саркопении

Рандомизация и слепое тестирование

Рандомизация участников между контрольной и исследуемой группами осуществлялась с использованием онлайн-инструмента Research Randomizer [14]. Была создана случайная последовательность из 136 номеров, обозначенных как «1» и «2», распределённых поровну и организованных в 34 блока по 4 значения в каждой группе. Для упрощения, цифры «1» и «2» были заменены на буквы «А» и «Б», соответственно обозначающие контрольную и экспериментальную группы. Каждому из 136 вариантов был присвоен уникальный идентификационный номер (ID) от 001 до 136. Участникам предоставлялась возможность выбрать один из заранее подготовленных и пронумерованных конвертов, содержащих информацию о принадлежности к одной из групп. Конверты содержали инструкции: «Ваша группа 'А', принимайте препарат по 1 таблетке 1 раз в день» (для группы контроля) или «Ваша группа 'Б', принимайте препарат по 1 таблетке 3 раза в день» (для группы исследования). После выбора и вскрытия конверта исследователь выдавал участнику соответствующий препарат (плацебо или

пребиотик), упакованный с обозначением группы 'А' или 'Б'. Таким образом, участники оставались неосведомлёнными о своей принадлежности к контрольной или экспериментальной группе на протяжении всего исследования, в то время как исследователь был информирован. Препараты выдавались на период в среднем 4 недели, что соответствовало продолжительности курса лечения.

Процедуры исследования

На этапе отбора с каждым кандидатом врач-терапевт проводил интервью, включающее сбор анамнеза, ознакомление с медицинской документацией и заполнение кандидатом опросников SARC-F [7], GSRs [13], MNA [10] с использованием специально разработанного программного обеспечения. Также собирались данные о росте, весе, аппендикулярной мышечной массе, силе кистевого сжатия и физической функциональности. Для диагностики саркопении использовалось следующее оборудование и инструменты: электронные весы с функцией биоимпедансометрии Tanita BC-545N (сертификат соответствия: № РОСС JP.МЕ77.В08130), китевой динамометр ДК-50 (регистрационное удостоверение ФСР 2008/02239); краткая батарея тестов физического функционирования SPPB [3]. Для перевода результатов динамометрии в единицу измерения килограмм-сила (кгс) из деканьютон (даН) полученные при измерении значения умножались на 1,02. Продолжительность этапа вмешательства составила 12 недель. В течение этого периода все участники, как в контрольной, так и в исследуемой группах, регулярно выполняли упражнения по программе VIVIFRIL [9]. Отличие заключалось в приеме медикаментов: участники контрольной группы получали плацебо (препарат А), в то время как участникам исследуемой группы назначался пребиотик (препарат Б). Программа VIVIFRIL представляет собой комплекс из шести вариантов упражнений, различающихся по уровню сложности, предназначенных для домашних тренировок пожилых людей. Опираясь на результаты теста SPPB и оценку риска падений, для каждого участника подбирался индивидуальный вариант программы. Участникам предоставлялись наглядные материалы и необходимый инвентарь, а также проводился детальный инструктаж по технике безопасности выполнения упражнений. Все материалы программы были переведены на русский язык для удобства участников. Препарат А (плацебо) в виде белых таблеток-драже, содержащих сахар, сироп глюкозы, мальтодекстрин, лимонную кислоту, стеарат магния, витамин С, ароматизаторы и красители, назначался по одному драже в день. Регистрационный номер декларации о соответствии ЕЭС N RU Д-СН.РА05.В.09224/22 от 25.07.2022. Препарат Б (пребиотик) содержал 307 мг бутирата кальция (эквивалент 250 мг масляной кислоты), 250 мг инулина, а также вспомогательные вещества и назначался по три таблетки в сутки. Свидетельство о государственной регистрации БАДа

№ RU.77.99.32.003.E.000508.01.15 от 20.01.2015г. Всем участникам рекомендовалось соблюдать диету с потреблением не менее 1 грамма белка на килограмм веса тела в день, чтобы поддержать мышечную массу и функцию. Финальная оценка включала повторение начальных измерений и тестов для оценки изменений.

Размер выборки

Размер выборки определен на основе предварительных данных [6] и статистических расчетов с использованием программы G*Power v.3.1.9.4 [8], учитывая мощность исследования 90% и частоту ошибок I рода 5%, соотношение $n_1/n_2=1$ и допущение о том, что d Коэна = 0.6. Исходный размер выборки 116 увеличен на 15% до 136 участников для компенсации потенциального отсева.

Статистический анализ

Применялась программа StatTech v.4.0.6 (разработчик — ООО «Статтех», Россия). Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывались с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95% доверительного интервала (95% ДИ). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1—Q3) или межквартильного размаха [IQR]. Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. Для анализа данных использовались следующие статистические методы: проверка нормальности распределения с помощью критерия Шапиро-Уилка или Колмогорова-Смирнова; Сравнение средних значений между группами с использованием t-критерия Уэлча для данных с нормальным распределением; Сравнение медиан между группами с использованием U-критерия Манна-Уитни для данных без нормального распределения; Анализ категориальных данных с использованием χ^2 -теста или точного теста Фишера; Многофакторный анализ с использованием линейной регрессии для оценки влияния различных факторов на исходные показатели.

Этические соображения

Перед началом исследования каждый участник был проинформирован о целях, потенциальных рисках и преимуществах участия в исследовании. Получено письменное информированное согласие от всех участников. Исследование проводилось в соответствии с принципами Декларации Хельсинки и одобрено локальным этическим комитетом Воронежского государственного медицинского университета имени Н.Н. Бурденко.

Мониторинг исследования

В течение исследования контрольные встречи или созвоны с участниками проводились не реже одного раза в 4 недели для мониторинга соблюдения рекомендаций и возможных побочных эффектов. Систематическое наблюдение за участниками после завершения исследования не осуществлялось.

Первичные и вторичные конечные точки

Первичная конечная точка: Изменение средней силы кистевого сжатия между контрольной и экспериментальной группами через 12 недель.

Вторичные конечные точки: Изменения в аппендикулярной мышечной массе, результаты краткой батареи тестов физического функционирования (SPPB) и симптомы нарушения работы ЖКТ (по опроснику GSRS) через 12 недель.

Результаты

Всего в исследование было вовлечено 136 человек, которые были равномерно распределены между контрольной и исследуемой группами. В процессе исследования 11 участников прекратили участие: 6 из-за приема антибактериальных препаратов, 2 не смогли регулярно выполнять назначенные упражнения, и 3 отказались по личным причинам. Важно отметить, что неблагоприятных эффектов, связанных с вмешательством, не было выявлено. Статистический анализ включал только тех участников, которые полностью завершили курс лечения.

В обеих группах наблюдалось статистически значимое увеличение силы сжатия левой и правой руки к концу исследования ($p < 0,001$ для обеих групп, метод критерия Уилкоксона). Увеличение аппендикулярной мышечной массы ASM было зафиксировано в обеих группах, статистически значимых различий между группами не обнаружено ($p = 0,745$, метод U-критерия Манна-Уитни). Значимое улучшение результатов тестирования функциональных возможностей SPPB наблюдалось в обеих группах ($p < 0,001$ для обеих групп, метод критерия Уилкоксона). В исследуемой группе зафиксировано значимое снижение симптомов со стороны ЖКТ по опроснику GSRS ($p < 0,001$, метод критерия Уилкоксона), в то время как в контрольной группе статистически значимых изменений не обнаружено ($p = 0,090$).

Статистически значимые различия между контрольной и исследуемой группами были выявлены в изменениях силы кистевого сжатия и результатов теста SPPB, а также в уменьшении выраженности симптомов ЖКТ к концу исследования. Различия в изменении ASM не были статистически значимы. Для оценки влияния различных факторов на динамику результатов теста SPPB к концу исследования использовался метод ли-

нейной регрессии, включающий 125 наблюдений. Рассматриваемые факторы включали возраст участников, их пол, начальные результаты теста SPPB и принадлежность к группе исследования. Формула модели линейной регрессии:

$$Y = 4,839 - 0,024 * X_{\text{Возраст}} - 0,201 * X_{\text{Пол}} - 0,354 * X_{\text{SPPB_начало}} + 0,322 * X_{\text{Группа}},$$

где: Y обозначает изменение результатов теста SPPB к концу исследования, $X_{\text{Возраст}}$ — возраст участника на момент начала исследования (в годах), $X_{\text{Пол}}$ — пол участника, где 0 соответствует мужчинам, а 1 — женщинам, $X_{\text{SPPB_начало}}$ — результаты теста SPPB на начальном этапе исследования (в баллах), $X_{\text{Группа}}$ — принадлежность участника к группе, где 0 обозначает контрольную группу, а 1 — исследуемую группу. С каждым годом возраста ожидается уменьшение прироста результата SPPB на 0,024 балла. Женский пол ассоциируется с уменьшением изменения результата SPPB на 0,201 балла по сравнению с мужским. Каждый дополнительный балл в начальном тестировании SPPB связан с сокращением прироста конечного результата на 0,354 балла. Участие в исследуемой группе предполагает увеличение прироста результатов SPPB на 0,322 балла в сравнении с контрольной группой.

Модель демонстрирует сильную корреляцию между переменными (коэффициент корреляции $r_{xy} = 0,833$) и статистическую значимость ($p < 0,001$), объясняя 69,3 % вариации результатов SPPB к концу исследования.

Таблица 2.

Описательная статистика количественных переменных в зависимости от группы исследования

Показатели	Группа исследования	
	Контрольная группа (n=68)	Исследуемая группа (n=68)
Возраст (полных лет), Me [IQR]	74 [69; 78]	74 [69; 79]
Рост (м), M (SD)	1,65 (0,10)	1,65 (0,10)
Вес (кг), Me [IQR]	60,0 [52,0; 67,8]	60,2 [54,2; 65,1]
Индекс массы тела (кг/м ²), Me [IQR]	21,68 [20,21; 23,67]	21,95 [21,03; 23,52]
Опросник SARC-F (баллов), Me [IQR]	6 [5; 7]	6 [5; 7]
Опросник GSRS (баллов), Me [IQR]	33 [25; 39]	34 [25; 39]
Сила сжатия левой рукой (кгс), Me [IQR]	13 [12; 16]	14 [11; 16]
Сила сжатия правой рукой (кгс), Me [IQR]	13 [11; 19]	13 [11; 16]
Аппендикулярная скелетная мышечная масса (ASM) (кг), Me [IQR]	15,6 [13,7; 19,9]	16,6 [14,6; 19,6]
Тестирование SPPB (баллов), Me [IQR]	7 [5; 8]	7 [5; 7]

Таблица 3.

Описательная статистика категориальных переменных в зависимости от группы исследования

Показатели	Категории	Группа исследования	
		Контрольная группа	Исследуемая группа
Вариант программы «Vivifrail», абс. (%)	Вариант «В»	33 (48,5%)	32 (47,1%)
	Вариант «С»	35 (51,5%)	36 (52,9%)
Повышенный риск падений, абс. (%)	Выявлен	18 (26,5%)	15 (22,1%)
	Не выявлен	50 (73,5%)	53 (77,9%)
Пол, абс. (%)	Мужчины	29 (42,6%)	32 (47,1%)
	Женщины	39 (57,4%)	36 (52,9%)
Наличие ожирения, абс. (%)	Имеющие ожирение	8 (11,8%)	5 (7,4%)
	Не имеющие ожирение	60 (88,2%)	63 (92,6%)

Обсуждение результатов и выводы

В рамках проведенного исследования тестировалась гипотеза, предполагающая, что активация полезной микрофлоры кишечника, согласно теории «кишечник-мышцы», может способствовать повышению эффективности лечения саркопении у пожилых людей. Для верификации этой гипотезы были привлечены 125 участников в возрасте старше 65 лет (56 мужчин и 69 женщин) с диагностированной саркопенией. Исследование оценивало изменения в мышечной силе, объеме мышечной массы и физической функциональности после 12-недельного курса тренировок по программе Vivifrail, с применением и без применения диетической добавки-пребиотика (инулин + масляная кислота). В конце исследования

у всех участников было отмечено статистически значимое улучшение показателей силы кистевого сжатия и выполнения тестов на физическую функциональность SPPB, а также увеличение аппендикулярной скелетной мышечной массы (ASM), что подтверждает эффективность физических упражнений в лечении саркопении. [12] Сравнительно небольшая прибавка мышечной массы у участников (в среднем 0.3 кг) может быть объяснена особенностями выбранной программы упражнений и меньшей способностью мышц пожилых людей к гипертрофии на фоне тренировок. Включение пребиотической комбинации инулина и масляной кислоты привело к дополнительному улучшению показателей силы и физической функциональности, расширяя тем самым предыдущие данные об эффектах коррекции кишечного микробиома. [6] Регрессионный анализ показал, что наиболее выраженный эффект от применения программы Vivifrail и пребиотика наблюдается у более молодых мужчин с изначально низкими результатами по SPPB, что может быть обусловлено большим мышечным потенциалом и высокой мотивацией к выполнению рекомендаций в данной подгруппе. Также было отмечено улучшение симптомов со стороны ЖКТ в группе, получавшей пребиотик, согласно опроснику GSRS. Исследование имеет несколько ограничений, которые следует учитывать при интерпретации результатов. Во-первых, из исследования были исключены кандидаты с выраженной саркопенией и сопутствующими серьезными заболеваниями. Во-вторых, не было обеспечено двойное слепое тестирование, что может влиять на результаты. В-третьих, плацебо отличалось по вкусу и режиму приема, что могло повлиять на оценку эффектов. В-четвертых, щадящий характер упражнений и отсутствие внешнего контроля могли снизить общий эффект вмешательства. В-пятых, прямая оценка влияния на кишечную микробиоту не проводилась, а предполагаемый эффект оцени-

Таблица 4.

Анализ изменений объективных показателей в зависимости от группы исследования через 12 недель

Показатели	Группа	Группа исследования			p
		M ± SD / Me	95 % ДИ / Q ₁ — Q ₃	n	
Изменение результатов по опроснику GSRS (баллов)	Контрольная	-0,73 ± 3,22	-1,54 — 0,09	62	< 0,001*
	Исследуемая	-5,00 ± 4,76	-6,20 — -3,80	63	
Изменение силы кистевого сжатия левой рукой (кгс)	Контрольная	1,02	0,00 — 2,04	62	< 0,001*
	Исследуемая	2,04	1,02 — 3,06	63	
Изменение силы кистевого сжатия правой рукой (кгс)	Контрольная	1,02	0,00 — 2,04	62	< 0,001*
	Исследуемая	2,04	1,02 — 3,06	63	
Изменение аппендикулярной мышечной массы (ASM) (кг)	Контрольная	0,30	0,12 — 0,40	62	0,745
	Исследуемая	0,30	0,15 — 0,40	63	
Изменение результатов тестирования SPPB (баллов)	Контрольная	1,00	0,00 — 1,00	62	< 0,001*
	Исследуемая	1,00	1,00 — 1,00	63	

* — различия показателей статистически значимы (p < 0,05)

вался косвенно. Наконец, не были учтены внешние факторы, влияющие на кишечную микрофлору, такие как сопутствующие заболевания, место жительства, диета и прочее, что требует дальнейших исследований.

Выводы

Программа физических упражнений Vivifrail демонстрирует улучшение силовых и функциональных показателей у пациентов с саркопенией, что подчеркивает важность физической активности в управлении этим состоянием.

Добавление пребиотиков, способствующих росту и активности полезной кишечной микрофлоры, таких как инулин и масляная кислота, усиливает эффективность физических тренировок при лечении саркопении у пожилых людей. Это демонстрирует роль коррекции нарушений кишечного микробиома в комплексном подходе к лечению синдрома саркопении пожилых.

Раннее начало комплексной терапии саркопении, включая физические упражнения и пребиотики, связано с улучшением исходов лечения, что подчеркивает важность своевременной диагностики и вмешательства для оптимизации результатов лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьева И.И. [и др.]. Саркопения: особенности патогенеза и диагностики // *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2019. (4).
2. Зуйкова А.А., Добрынина И.С. Распространённость саркопении у пациентов амбулаторно-поликлинического звена // *Актуальные вопросы терапии: Сборник научных трудов к 100-летию Воронежского государственного медицинского университета имени Н.Н. Бурденко*. — Воронеж: Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко. 2018. С. С. 60–62.
3. Общероссийская общественная организация «Российская ассоциация геронтологов и гериатров» Клинические рекомендации: Старческая астения // 2020.
4. Сафонова Ю.А., Торопцова Н.В. Частота и факторы риска саркопении у людей старших возрастных групп // *Клиницист*. 2022. (№2).
5. Ушаков М.А. Роль коррекции нарушений кишечного микробиома в комплексном подходе к лечению саркопении пожилых: нарративный мини-обзор // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки*. 2023. №11. С. 195–199.
6. Buigues C. [и др.]. Effect of a Prebiotic Formulation on Frailty Syndrome: A Randomized, Double-Blind Clinical Trial // *International Journal of Molecular Sciences*. 2016. № 6 (17). С. 932.
7. Cruz-Jentoft A.J. [и др.]. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. // *Age and ageing*. 2019. № 1 (48). С. 16–31.
8. Faul F. [и др.]. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences // *Behavior Research Methods*. 2007. № 2 (39). С. 175–191.
9. Izquierdo M. [и др.]. Multicomponent physical exercise program VIVIFRIL.
10. MNA-International Group [и др.]. Validation of the Mini Nutritional Assessment short-form (MNA[®]-SF): A practical tool for identification of nutritional status // *The Journal of Nutrition, Health and Aging*. 2009. № 9 (13). С. 782–788.
11. Shaw J.F. [и др.]. Predictors of adherence to prescribed exercise programs for older adults with medical or surgical indications for exercise: a systematic review // *Systematic Reviews*. 2022. № 1 (11). С. 80.
12. Shen Y. [и др.]. Effects of Exercise on Patients Important Outcomes in Older People With Sarcopenia: An Umbrella Review of Meta-Analyses of Randomized Controlled Trials // *Frontiers in Medicine*. 2022. (9).
13. Svedlund J., Sjodin I., Dotevall G. GSRS — a clinical rating scale for gastrointestinal symptoms in patients with irritable bowel syndrome and peptic ulcer disease // *Digestive Diseases and Sciences*. 1988. № 2 (33). С. 129–134.
14. Urbaniak G.C., Plous S. Research Randomizer (Version 4.0) [Computer software] // 2013.
15. Численность населения Российской Федерации 2022 // Федеральная служба государственной статистики (Росстат) URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/sp_1.1.xlsx (дата обращения: 04.06.2023).

© Ушаков Максим Александрович (doct.ush.ma@gmail.com); Пашкова Анна Александровна (apashkova@vrngmu.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСОБЕННОСТИ ИНКЛИНАЦИИ И АНГУЛЯЦИИ ПЕРЕДНИХ ЗУБОВ У ПАЦИЕНТОВ С ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ОККЛЮЗИЕЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ ФОРМЫ ЗУБНЫХ ДУГ

FEATURES OF INCLINATION AND ANGULATION OF THE ANTERIOR TEETH IN PATIENTS WITH PHYSIOLOGICAL OCCLUSION IN VARIOUS FORMS OF DENTAL ARCHES

S. Fischev
A. Klimov
M. Rozhkova
S. Pavlova
S. Galstyan
A. Sevastyanov
A. Shtorina
M. Puzdyreva

Summary. Planning orthodontic treatment is the most important task of a doctor. In the treatment of patients with anomalies of the shape and size of the dentoalveolar arches with the edgeways technique, the orthodontist determines the methods of treatment, the prescription of braces and the dimensions of metal arches. The main differences between the braces are the magnitude of mesial-distal angulation and vestibular-lingual incline.

Keywords: orthodontics, edgeways technique, malocclusion, dental arches.

Фищев Сергей Борисович

Д.м.н., профессор, «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ
super.kant@yandex.ru

Климов Андрей Геннадьевич

К.м.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет
Министерства здравоохранения РФ
pstom4@zdrav.spb.ru

Рожкова Мария Геннадьевна

Ассистент, «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет»
Министерства здравоохранения РФ
rozmaria2010@yandex.ru

Павлова Светлана Георгиевна

К.м.н., доцент, «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет»
Министерства здравоохранения РФ
svetap_75@mail.ru

Галстян Самвел Галустович

К.м.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет
Министерства здравоохранения РФ
samvel.galstyan.2012@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., доцент, «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет»
Министерства здравоохранения РФ
nastiya78@mail.ru

Пузырева Маргарита Николаевна

К.м.н., доцент, «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет»
Министерства здравоохранения РФ
seven-spb@yandex.ru

Аннотация. Планирование ортодонтического лечения является наиболее важной задачей врача. При лечении пациентов с аномалиями формы и размеров зубочелюстных дуг техникой эджвайс, врач-ортодонт определяет методы лечения, пропись брекетов и размеры металлических дуг. Основными отличиями прописей брекетов являются величина мезиально-дистальной ангуляции и вестибулярно-язычной инклинации.

Ключевые слова: ортодонтия, техника эджвайс, аномалии прикуса, зубные дуги.

Планирование ортодонтического лечения является наиболее важной задачей врача. При лечении пациентов с аномалиями формы и размеров зубочелюстных дуг техникой эджуайс, врач-ортодонт определяет методы лечения, пропись брекетов и размеры металлических дуг [1, 2, 3, 4, 5].

Основными отличиями прописей брекетов являются величина мезиально-дистальной ангуляции и вестибулярно-язычной инклинации.

Большинство специалистов для медиального резца верхней челюсти рекомендуют величину ангуляции, равную 5 градусам. Данную величину наклона зубов в мезиально-дистальном направлении встречаем в технике прямой дуги Andrews, в технике Roth, в прописях брекетов системы Alexander, Burstone, Hilgers; биопрогрессивной техники Bench. В тоже время в биопрогрессивной технике Ricketts величина ангуляции верхнего медиального резца составляла 0 градусов [1, 2, 3, 4, 5, 6, 8]. Для нижней челюсти ангуляция резцов была нулевой в прописях Alexander, Burstone, Hilgers, Ricketts и состав-

ляла 2 градуса в прописях Andrews, Roth, Bench, Root/Tweed. Ангуляция нижнего клыка была довольно вариабельной. В технике Root/Tweed она составляла «минус» 4 градуса [6, 8].

В тоже время врачи ортодонты отмечают, что варианты формы зубных дуг нередко не отражены в проволочных дугах, изготовленных промышленным способом как отечественными и зарубежными фирмами. Тем не менее, следует помнить, что в динамике ортодонтического лечения при использовании стандартных проволочных дуг их форма и размеры должна рассматриваться в качестве настройки на начальных этапах лечения. В последующие фазы лечения, особенно на заключительных его этапах, требуется надлежащая индивидуализация [9, 10, 11].

Таким образом, анализ литературы показал, что в настоящее время недостаточно изучены особенности расположения зубов при различных формах зубочелюстных дуг, не даны рекомендации по использованию различных прописей брекетов и не показаны размеры металлических дуг, что легло в основу определения цели и задач настоящего исследования.

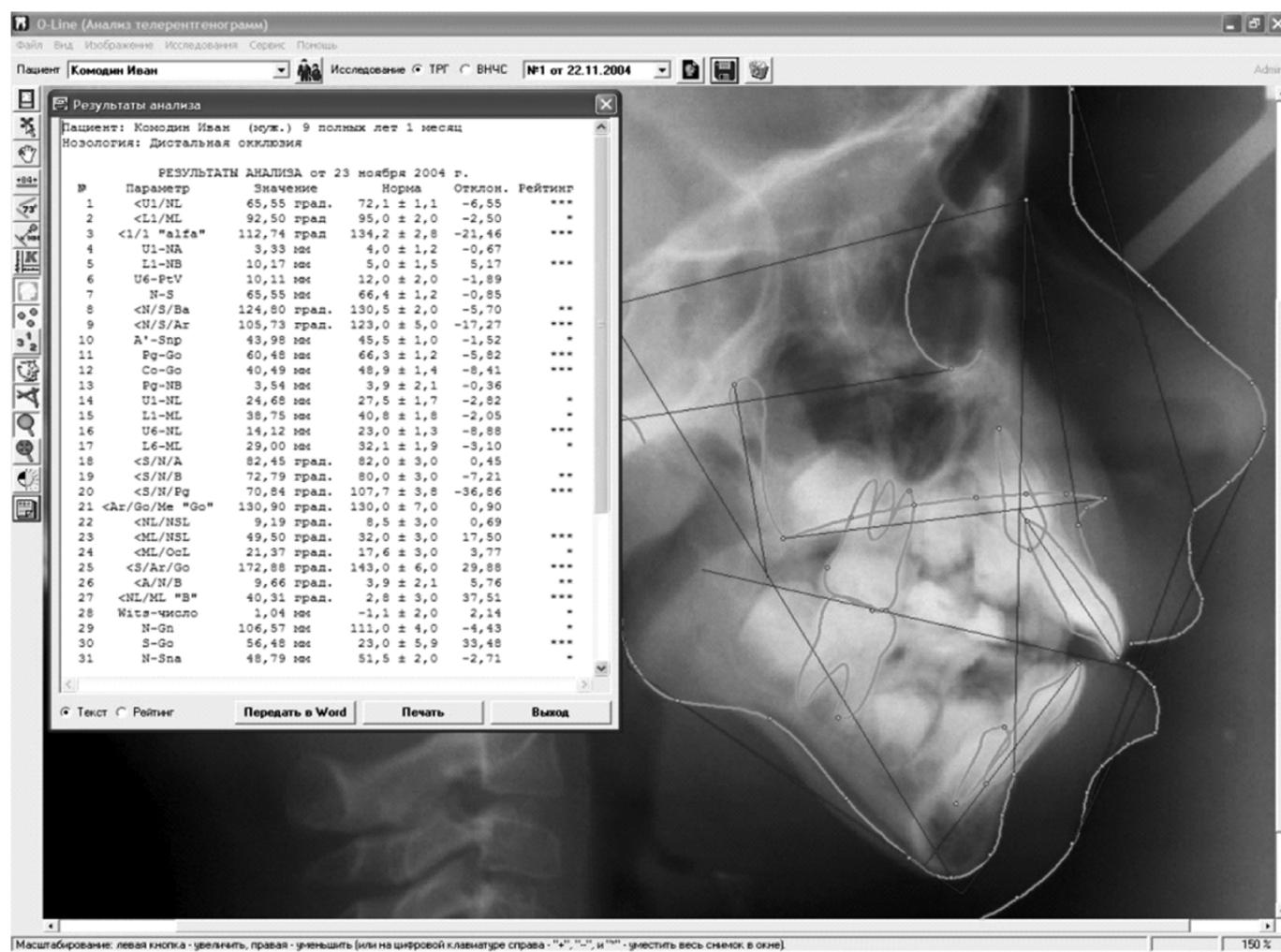


Рис. 1. Схема анализа телерентгенограммы с использованием компьютерных программ

Цель исследования

Повышение эффективности диагностики зубочелюстных аномалий за счет оптимизации методов определения инклинации и ангуляции передних зубов у пациентов при различных вариантах формы зубных дуг.

Материалы и методы исследования

Нами проведено обследование 296 пациентов в возрасте 21–35 лет, жителей г. Санкт-Петербурга, с физиологической окклюзией постоянных зубов.

При анализе телерентгенограмм использовали компьютерную программу фирмы «Ортодент-Т» (рис. 1).

Тип гнатической части лица определяли по процентному соотношению задней высоты лица ($S - Go$) к передней ($N - Me$). Величина от 62 до 65 % свидетельствовала о нейтральном типе гнатической части лица. Увеличение цифровых показателей характеризовала горизонтальный тип, а уменьшение свидетельствовало о вертикальном типе гнатической части лица или роста челюстей.

Величина нижнего гониального угла ($N-Go-Me$) в 69–77 градусов была характерна для нейтрального типа гнатической части лица. Увеличение угла свидетельствовало о вертикальном типе гнатической части лица.

При анализе ортопантомограмм использовали методику тетрасекторального анализа Дмитриенко Д.С., 2011 (рис. 2).

При анализе ортопантомограммы соединяли точки «Т», расположенные на вершинах суставных бугорком и от подбородочной точки «Ме» проводили перпендикуляр к линии «Т — Т», которая, как правило, при физиологической окклюзии совпадала со средней линией лица и делила челюсти на две равные половины. Для определения положения зубов верхней челюсти относительно челюстных костей каждую половину делили на четыре равные части: «передний сегмент»; «боковой сегмент»; «молярный» и «ретромолярный» сегменты. При этом первая линия касалась дистальной поверхности верхнего клыка, вторая — дистальной поверхности первого постоянного моляра, а третья линия ограничивала бугор верхней челюсти.

Форму зубных дуг оценивали по классификации Дмитриенко С.В., которая включала 9 форм: мезогнатическую нормодонтную, мезогнатическую макродонтную, мезогнатическую микродонтную, брахигнатическую нормодонтную, брахигнатическую макродонтную, брахигнатическую микродонтную, долихогнатическую нормодонтную, долихогнатическую макродонтную и долихогнатическую микродонтную.

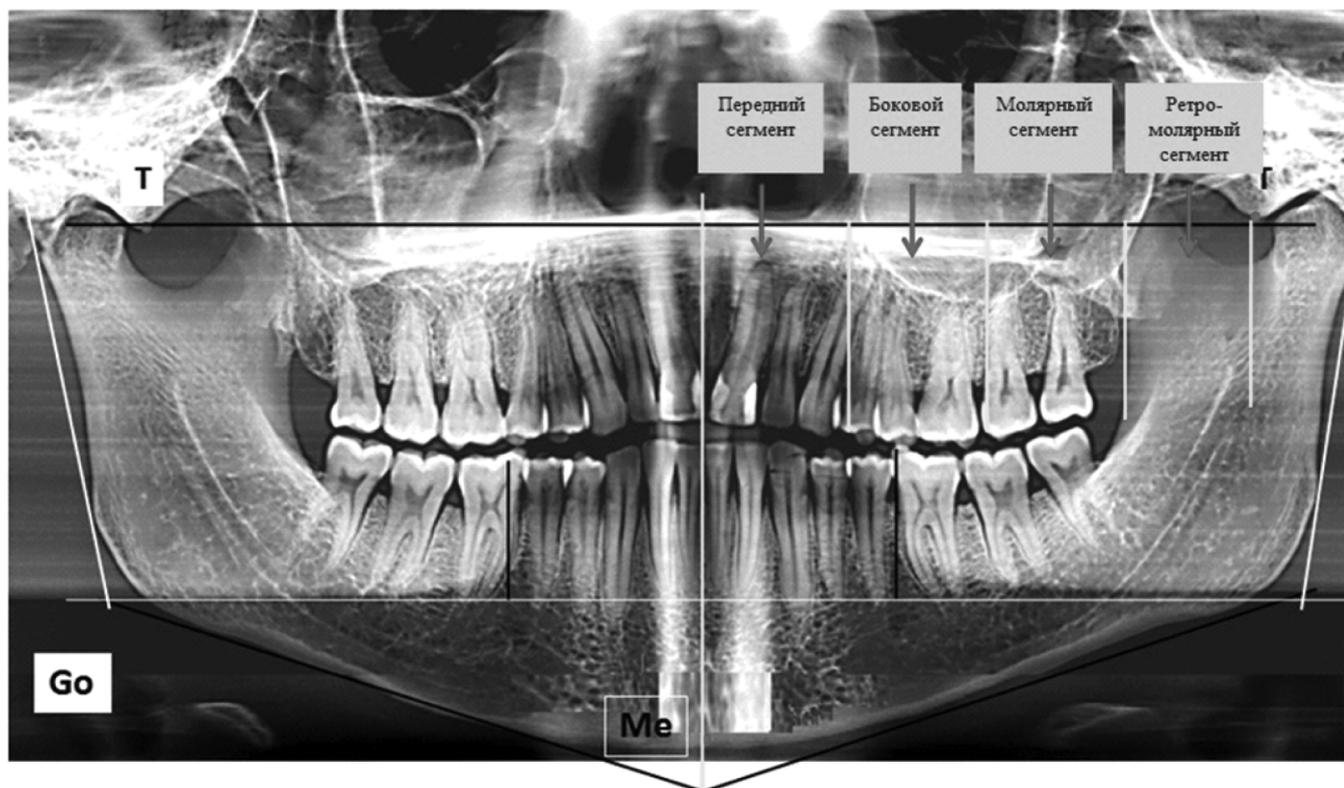


Рис. 2. Схема тетрасекторального анализа ортопантомограммы по Дмитриенко Д.С.

Измерение углов мезиально-дистальной ангуляции и вестибулярно-язычной инклинации оценивали с помощью приборов фирмы ШойДент (рис. 3).

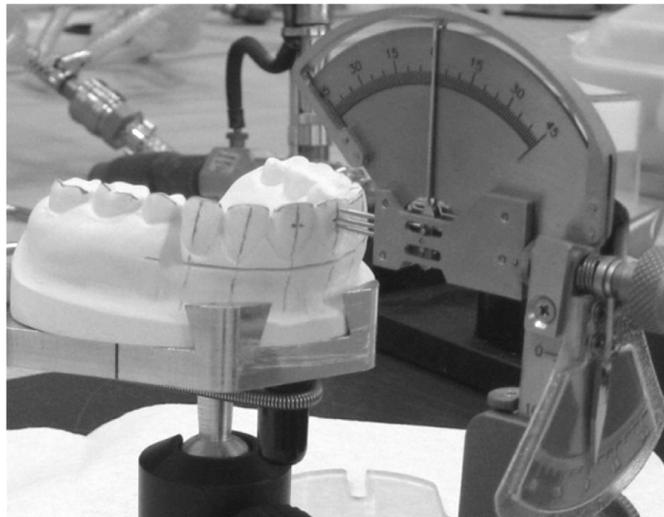


Рис. 3. Метод измерения углов ангуляции и инклинации

Результаты исследования

Варианты углов мезиально-дистальной ангуляции и вестибулярно-язычной инклинации антагонистов у пациентов в зависимости от формы зубочелюстных дуг представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Величина углов мезиально-дистальной ангуляции и вестибулярно-язычной инклинации медиальных резцов у пациентов с различными вариантами формы зубочелюстных дуг

Варианты зубных дуг	Ангуляция зуба		Инклинация (торк) зуба	
	верхнего	нижнего	верхнего	нижнего
мезогнатическая нормодонтная	5,17±0,87	1,38±1,21	11,94±2,67	1,34±1,12
мезогнатическая макродонтная	5,33±0,55	0,94±0,87	18,62±3,44	5,02±2,67
мезогнатическая микродонтная	4,96±0,47	0,98±1,21	6,22±2,34	-2,72±1,34
брахигнатическая нормодонтная	4,84±0,67	1,24±1,33	5,88±2,18	-2,94±1,45
брахигнатическая макродонтная	4,82±1,21	0,94±0,47	12,02±2,12	1,42±1,12
брахигнатическая микродонтная	4,98±0,98	1,23±0,94	5,04±2,11	-3,92±1,71
долихогнатическая нормодонтная	4,72±1,34	1,33±1,09	20,34±2,41	4,52±1,34
долихогнатическая макродонтная	4,67±1,024	1,09±0,78	21,11±2,45	5,22±1,45
долихогнатическая микродонтная	5,12 ± 0,63	1,99 ± 1,56	13,03±2,44	1,44±1,21

Для медиальных резцов верхней челюсти величина ангуляции составляла в среднем около 5 градусов, не зависимо от вариантов зубных дуг. Достоверной разницы нами не отмечено и при исследовании угла мезиально-дистальной ангуляции и у медиальных резцов нижней челюсти, величина которого была в пределах нуля или 1 градуса, что не имело практического значения.

В то же время наклон зуба в вестибулярно-язычном направлении (торк) являлся величиной более вариабельной и, как правило, зависел от формы зубных дуг. Наибольшая величина торка у верхнего медиального резца была у людей с долихогнатическими макродонтными зубными системами и составляла 21,11±2,45 градуса. Такая величина характеризует «высокий» торк этих зубов.

Величина вестибулярно-язычной инклинации медиальных нижних резцов у людей с долихогнатическими макродонтными зубными системами также была наиболее «высокой» и составляла 5,22±1,45 градуса.

Так же «высокий» торк был характерен для людей с мезогнатическими макродонтными и долихогнатическими нормодонтными формами зубных дуг и средняя величина торка медиальных верхних резцов составляла в пределах 20 градусов, а нижних — около 5 градусов.

Наименьшие значения угла инклинации верхних медиальных резцов были у пациентов с брахигнатическими микродонтными зубными системами и величина угла составляла 5,04±2,11 градуса и характеризовала «низкий» торк медиальных резцов.

Аналогичный показатель отмечался при мезогнатической микродонтной и брахигнатической нормодонтной зубных системах. Величина инклинации нижних медиальных резцов у людей с указанными формами зубных дуг была отрицательной и в среднем составляла около «минус» 3 градусов.

Величина торка, близкая к «стандартным» значениям отмечалась у людей с мезогнатическими нормодонтными, долихогнатическими микродонтными и брахигнатическими макродонтными зубными системами и в среднем для верхних зубов составляла в пределах 12 градусов, а нижних — около 1,5 градусов.

В связи с этим межрезцовый угол был наибольший у людей с мезогнатическими микродонтными, брахигнатическими нормодонтными и брахигнатическими микродонтными зубными системами.

Уменьшение межрезцового угла было характерно для людей с высоким торком резцов (таблица 2).

Таблица 2.
Величина углов ангуляции и инклинации латеральных резцов у пациентов группы сравнения с различными вариантами формы зубочелюстных дуг

Варианты зубных дуг	Ангуляция зуба		Инклинация (торк) зуба	
	верхнего	нижнего	верхнего	нижнего
мезогнатическая нормодонтная	8,89±2,01	1,92±1,43	7,98±2,33	1,98±1,94
мезогнатическая макродонтная	7,94±0,87	1,29±1,18	14,01±2,51	4,23±2,31
мезогнатическая микродонтная	8,46±0,78	1,39±1,22	6,84±2,42	-2,54±1,56
брахигнатическая нормодонтная	8,56±1,44	1,96±0,98	2,23±1,74	-2,69±2,22
брахигнатическая макродонтная	6,89±1,31	1,25±1,02	9,84±2,11	2,01±1,92
брахигнатическая микродонтная	7,87±1,94	1,76±1,21	2,03±1,67	-3,88±1,66
долихогнатическая нормодонтная	7,47±2,34	1,94±1,46	15,24±2,03	3,89±1,49
долихогнатическая макродонтная	7,91±1,66	1,23±0,99	16,73±3,12	5,01±2,02
долихогнатическая микродонтная	9,73±2,13	2,81±1,24	8,89±2,31	1,49±1,11

Латеральные резцы верхней челюсти имели больший наклон в дистальную сторону, чем медиальные резцы и величина ангуляции составляла в среднем около 8 градусов, а разница в указанном параметре у пациентов с различными типами зубочелюстных систем не была достоверной.

Достоверной разницы нами не отмечено и при исследовании угла мезиально-дистальной ангуляции и у медиальных резцов нижней челюсти, величина которого была в пределах 1,5 градуса.

Величина угла наклона зуба в вестибулярно-язычном направлении (инклинация или торк) была более вариативной и, как правило, зависела от формы зубных дуг.

Наибольшая величина торка у латерального резца верхней челюсти, так же, как и у медиального резца, была у людей с долихогнатическими макродонтными зубными системами и составляла 16,73±3,12 градуса. Такая величина характеризует «высокий» торк этих зубов.

Величина вестибулярно-язычной инклинации медиальных нижних резцов у людей с долихогнатическими макродонтными зубными системами также была наиболее «высокой» и составляла 5,01±2,02 градуса.

Так же «высокий» торк был характерен для людей с мезогнатическими макродонтными и долихогнатическими нормодонтными формами зубных дуг и средняя величина торка медиальных верхних резцов составляла около 15 градусов, что было несколько меньше, чем у верхних медиальных резцов.

Для нижних латеральных резцов у людей с мезогнатическими макродонтными и долихогнатическими нормодонтными формами зубных дуг величина угла инклинации была в пределах 4 градусов.

Наименьшие значения угла инклинации верхних латеральных резцов были у пациентов с брахигнатическими микродонтными зубными системами и величина угла составляла 2,03±1,67 градуса и характеризовала «низкий» торк исследуемых зубов.

Аналогичный показатель отмечался при мезогнатической микродонтной и брахигнатической нормодонтной зубных системах.

Величина инклинации нижних латеральных резцов у людей с указанными формами зубных дуг была отрицательной и в среднем составляла около «минус» 3 градусов.

Величина торка, близкая к «стандартным» значениям отмечалась у людей с мезогнатическими нормодонтными, долихогнатическими микродонтными и брахигнатическими макродонтными зубными системами и в среднем для верхних зубов составляла около 8 градусов, а нижних — около 2 градусов (таблица 3).

Клыки верхней челюсти, также как и резцы, имеют положительный угол ангуляции. Однако величина угла мезиально-дистального наклона зуба имеет некоторые различия у людей с различными формами зубных дуг. Так, наибольшая величина ангуляции верхнего клыка (около 9 градусов) была при мезогнатической макродонтной, долихогнатической нормодонтной и долихогнатической макродонтной формах зубочелюстных дуг. У людей с мезогнатическими микродонтными, брахигнатическими нормодонтными и брахигнатическими микродонтными формами зубных дуг величина ангуляции верхних клыков была достоверно меньше, чем у людей с ранее описанными формами и составляла в среднем 5,5 градусов. Величина угла ангуляции верхнего клыка при мезогнатической нормодонтной форме составляла 6,79±2,56 градуса, долихогнатической микродонтной форме — 7,06±2,56 градуса, а при брахигнатической макродонтной — 6,98±1,94 градуса. Для клыков нижней челюсти величина ангуляции составляла в среднем около 6 градусов, не зависимо от вариантов зубных дуг.

Наклон зуба в вестибулярно-язычном направлении (торк) варьировал от отрицательных значений вели-

Таблица 3.
Величина углов ангуляции и инклинации клыков
у пациентов группы сравнения с различными
вариантами формы зубочелюстных дуг.

Варианты зубных дуг	Ангуляция зуба		Инклинация (торк) зуба	
	верхнего	нижнего	верхнего	нижнего
мезогнатическая нормодонтная	6,79±2,56	5,53±1,98	1,47±0,73	-3,42±3,12
мезогнатическая макродонтная	10,08±1,66	7,03±1,94	5,49±3,59	4,02±3,62
мезогнатическая микродонтная	5,45±2,21	5,03±2,31	-2,88±1,25	-5,84±4,59
брахигнатическая нормодонтная	5,79±1,62	5,12±1,32	-2,98±1,11	-6,46±1,66
брахигнатическая макродонтная	6,98±1,94	5,37±0,97	2,37±2,02	-3,71±2,03
брахигнатическая микродонтная	5,48±1,52	5,18±1,98	-4,11±1,87	-5,93±1,92
долихогнатическая нормодонтная	8,94±1,76	6,79±1,77	4,35±1,34	4,23±1,86
долихогнатическая макродонтная	9,15±2,04	6,82±1,76	4,98±1,33	4,56±1,83
долихогнатическая микродонтная	7,06±2,56	5,38±2,59	0,93±0,52	-3,52±1,94

чины угла до положительных и, как правило, зависел от формы зубных дуг. Наибольшая величина положительного торка у верхнего клыка была у людей с мезогнатическими макродонтными зубными системами и составляла 5,49±3,59 градуса. Примерно в таких же цифровых значениях была величина угла инклинации верхних клыков при долихогнатической макродонтной и долихогнатической нормодонтной форме зубных дуг. Инклинация верхнего клыка у людей с мезогнатическими микродонтными, брахигнатическими нормодонтными и брахигнатическими микродонтными зубными системами варьировала от 0 до 3 градусов. Отрицательные

значения угла инклинации верхнего клыка были у людей с мезогнатическими микродонтными, брахигнатическими нормодонтными и брахигнатическими микродонтными формами зубочелюстных дуг.

Величина вестибулярно-язычной инклинации нижних клыков у людей с долихогнатическими макродонтными зубными системами также была наиболее «высокой» и составляла 4,56±1,83 градуса. Так же «высокий» торк был характерен для людей с мезогнатическими макродонтными и долихогнатическими нормодонтными формами зубных дуг и средняя величина торка медиальных верхних резцов составляла в пределах 4 градусов. Наименьшие значения угла инклинации нижних клыков (величина угла — отрицательная) были у людей с брахигнатическими нормодонтными зубными системами и величина угла составляла «минус» 6,46±1,66 градуса и характеризовала «низкий» торк клыков. Аналогичный показатель отмечался при мезогнатической микродонтной и брахигнатической микродонтной зубных системах. Величина инклинации нижних клыков у людей с указанными формами зубных дуг была отрицательной и в среднем составляла около «минус» 6 градусов.

Величина торка, близкая к «стандартным» значениям отмечалась у людей с мезогнатическими нормодонтными, долихогнатическими микродонтными и брахигнатическими макродонтными зубными системами и в среднем для нижних клыков составляла около «минус» 3,5 градусов.

Таким образом, к стандартным значениям торка приближались значения, полученные у людей с мезогнатическими нормодонтными, долихогнатическими микродонтными и брахигнатическими макродонтными зубными системами. Полученные данные могут быть использованы в качестве основных критериев выбора прописи брекетов при ортодонтическом лечении пациентов с аномалиями окклюзии, обусловленных нарушениями формы и размеров зубных дуг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильева Н.А. Оценка методов исследования нормодонтных зубных дуг мезогнатического типа / Н.А. Васильева, М.Н. Пузырева, М.Г. Рожкова, С.Б. Фищев и др. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Естественные и технические науки. — 2023. — № 2. — С. 170–174.
2. Кондратюк А.А. Особенности размеров зубов у людей с нормодонтным брахигнатическим типом зубных дуг. / А.А. Кондратюк, М.Н. Пузырева, М.Г. Рожкова, С.Б. Фищев и др. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Естественные и технические науки. — 2023. — № 2. — С. 228–232.
3. Пузырева М.Н., Субботин Р.С., Фищев С.Б., Фомин И.В., Кондратюк А.А., Орлова И.В. Дифференциальная диагностика патологических и физиологических видов резцового перекрытия // Педиатр. — 2019. — Т. 10. — № 4. — С. 39–44.
4. Фищев С.Б. Оценка результатов исследования размеров зубов у людей с нормодонтными долихогнатическими зубными дугами / С.Б. Фищев, А.Г. Климов, А.В. Севастьянов и др. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Естественные и технические науки. — 2023. — № 2-2. — С. 226–230.
5. Dmitrienko S.V., Domenyuk D.A., Kochkonyan A.S., Karslieva A.G., Dmitrienko D.S. Modern classification of dental arches // Archiv EuroMedica. — 2014. — Т. 4. — № 2. — С. 14–16.
6. Dmitrienko S.V., Fomin I.V., Domenyuk D.A., Kondratyuk A.A., Subbotin R.S. Enhancement of research method for spatial location of temporomandibular elements and maxillary and mandibular medial incisors // Archiv EuroMedica. — 2019. — Т. 9. — № 1. — С. 38–44.

7. Fischev S.B., Puzdyryova M.N., Dmitrienko S.V., Domenyuk D.A., Kondratyuk A.A. Morphological features of dentofacial area in peoples with dental arch issues combined with occlusion anomalies // *Archiv EuroMedica*. — 2019. — Т. 9. — № 1. — P. 162–163.
8. Kondratyuk A., Subbotin R., Lepilin A., Puzdrev M., Fischev S., Sevastynov A., Doenyuk D, Rozhkova M. Dependence of facial morphometric parameters from masticatory muscles tone in people with horizontal type of increased dental abrasion // *Archiv euromedica*. — 2019. — vol. 9. Num. 3. — P. 91–96.
9. Puzdyryova M.N., Fischev S.B., Dmitrienko S.V., Domenyuk D.A., Kondratyuk A.A. Morphological features of dentofacial area in people with dental arch issues combined with occlusion anomalies // *Archiv euromedica*. — 2019. — vol. 9, Num. 1. — P.162–163.
10. Shen L. He F, Zhang C. Prevalence of malocclusion in primary dentition in mainland China, 1988–2017: a systematic review and meta-analysis // *Sci. Rep.* — 2018. — Vol. 8. — № 1. — P. 4716.
11. Singh S., Sharma A., Sandhu N. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment needs in school going children of Nalagarh, Himachal Pradesh, India // *J. Dent. Res.* — 2016. — Vol. 27. — № 3. — P. 317–322.

© Фицев Сергей Борисович (super.kant@yandex.ru); Климов Андрей Геннадьевич (pstom4@zdrav.spb.ru);
Рожкова Мария Геннадьевна (rozmaria2010@yandex.ru); Павлова Светлана Георгиевна (svetap_75@mail.ru);
Галстян Самвел Галустович (samvel.galstyan.2012@mail.ru); Севастьянов Аркадий Владимирович (ardy.dkr@mail.ru);
Шторина Анастасия Александровна (nastiya78@mail.ru); Пуздырева Маргарита Николаевна (seven-spb@yandex.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СНЯТИЯ ОТТИСКОВ

MODERN METHODS OF IMPRESSION REMOVAL

A. Khairutdinova
D. Azizova
D. Gaziev
L. Khakimova
E. Shkarlet

Summary. Intraoral scanning is increasingly developing in dental practice. And in order to become an alternative to traditional methods of taking prints, they must match or surpass them in accuracy and convenience. The aim of the work was to compare the advantages and disadvantages of optical prints compared to traditional prints. Five participants had 3 impressions from the lower or upper jaws. For traditional methods, the following were used: A-silicone and alginate mass. From the side of digital methods: 3Shape Trios. A special program Orachek 5.0.0 was used for comparison. The digital prints were identical in accuracy to A-silicone and much more accurate than alginate masses. The accuracy of scanning the entire arc approaches or exceeds the accuracy of some traditional impression materials and this indicates the potential of digital methods.

Keywords: intraoral scanning, impression materials, accuracy, digital impression.

Хаирутдинова Айгуль Рафиковна
Кандидат медицинских наук, доцент,
Казанский федеральный университет
ajgele4ka@mail.ru

Азизова Дина Анваровна
Кандидат медицинских наук, доцент,
Казанский федеральный университет
duim-09@mail.ru

Газиев Динар Фирдусович
Казанский федеральный университет
gazievdinar46@gmail.com

Хакимова Лейсан Даниловна
Казанский федеральный университет
Nabiullina16@list.ru

Шкарлет Егор Викторович
Казанский федеральный университет
Egor.shckarlet@yandex.ru

Аннотация. В стоматологической практике все больше развивается интраоральное сканирование. И для того, чтобы стать альтернативой традиционным методам снятия оттисков они должны соответствовать им по точности и удобству или превосходить. Цель данной работы — сравнение преимуществ и недостатков оптических оттисков по сравнению с традиционными. Пятерым участникам исследования было сделано по 3 оттиска с нижней или верхней челюстей. Для традиционных методов использовались: А-силикон и альгинатная масса. Со стороны цифровых методов: 3Shape Trios. Для сравнения была использована специальная программа Orachek 5.0.0. Цифровые оттиски по точности были идентичны А-силикону и намного точнее альгинатных масс. Точность сканирования всей дуги приближалась или превосходила точность некоторых традиционных оттисковых материалов и это указывало на потенциал цифровых методов.

Ключевые слова: интраоральное сканирование, оттисковые массы, точность, цифровой оттиск.

Интраоральные сканеры — приборы, которые применяются в стоматологии для изготовления цифровых оттисков. Работают они по тому же принципу, что и остальные оптические 3D-сканеры: проецируют свет на объект сканирования, принимают отраженный световой сигнал и передают его на компьютер для получения объемной картинки [1].

По механизму сканирования интраоральные сканеры делятся на две группы: первая — это контактные сканеры, вторая — бесконтактные. Контактные сканеры используют для зондирования специальный щуп, определяя поверхность объекта в каждой его точке, такие аппараты находят свое применение в промышленной инженерии и лабораториях. Бесконтактные делятся на лабораторные и клинические (интраоральные). Лабораторные сканеры обладают высокой точностью за счет

фиксированного фокусного расстояния и отсутствия смещений объекта сканирования [2].

Интраоральные в свою очередь делятся на активные и пассивные. Пассивные системы сканеров не излучают свет, а используют его как отраженный от поверхности, что делает их менее точными. Бесконтактные активные в свою очередь, сами излучают и используют различные виды излучения, чаще всего свет. На примере бесконтактных сканеров в стоматологии используют интраоральные сканеры [3, 4].

Применение интраорального сканирования предполагает более быстрое сканирование с поверхности зубов и слизистых оболочек рта. Этот метод более комфортный при проведении процедуры снятия оттиска, чем традиционная методика для пациентов с повышенным рвотным рефлексом и микростомией [5]. Отмечает-

ся высокая точность, безопасность манипуляции, исключается передача вирусной и бактериальной инфекции в зуботехническую лабораторию. Возможна оценка клинической ситуации, качества оттиска и проектирование будущей конструкции, без изготовления физической модели зубного ряда. Положительным моментом является обработка виртуального оттиска в цифровом формате, в том числе возможность удаленной работы зубного техника и врача [5].

Одним из преимуществ оптических оттисков является возможность непосредственного захвата всей информации о зубной дуге пациента, без использования обычных физических оттисков [6, 9]. На самом деле, обычные физические оттиски могут вызывать кратковременный дискомфорт у пациента из-за неудобств и трудностей, связанных с материалами, расположенными на оттискных ложках [12, 13, 16]. Некоторые пациенты (например, пациенты с сильным рвотным рефлексом или дети), не переносят классическую процедуру [7, 8, 15]. Для таких пациентов замена обычных оттискных материалов на световые является преимуществом [17].

Несколько исследований показали, что оптические оттиски экономят время, так как позволяют сократить рабочее время по сравнению с обычными оттисками. Несмотря на недавние технологические достижения в области IOS основные различия в эффективности по времени связаны не с самим актом создания оттиска (сканирование всей дуги может занять 3–5 минут, аналогично тому, что требуется для обычных оттисков), а скорее от времени, сэкономленного впоследствии, на всех последующих этапах [12]. При оптических оттисках нет необходимости заливать гипс в слепки и получать физические гипсовые модели [10, 11, 13]; возможность отправки по электронной почте виртуальных 3D моделей пациента непосредственно в зуботехническую лабораторию без необходимости доставлять что-либо курьером или обычной почтой [14]. Это позволяет сэкономить значительное количество времени и денег [18, 20, 28,

30]. Стоматологические клиники, оборудованные CAD/CAM системами, могут лечить в одно посещение. Цифровые оттиски, полученные во время сканирования, могут быть импортированы в программное обеспечение компьютерного моделирования (CAD); После завершения реставрационного проекта файлы могут быть переданы в программное обеспечение компьютерного производства (CAM) и помещены в фрезерный станок. Полученные таким образом конструкции будут готовы к клиническому применению [19, 21, 24, 25, 26, 27].

Оптический оттиск является мощным инструментом коммуникации с пациентами и маркетинга [22, 23, 29, 31]. На самом деле, с оптическими оттисками пациенты чувствуют себя более вовлеченными в свое лечение и можно установить с ними более эффективную коммуникацию, эта эмоциональная вовлеченность может оказать положительное влияние на общее лечение, например, путем улучшения соблюдения пациентом гигиены полости рта. Кроме того, пациенты интересуются технологией и рассказывают о ней своим знакомым и друзьям, повышая их интерес к стоматологическим центрам, оснащенным этими современными технологиями. Косвенно IOS стала очень мощным рекламным и маркетинговым инструментом [32, 33, 34, 35, 36, 37, 39].

В настоящее время цифровые технологии давно проникли практически во все отрасли повседневной жизнедеятельности человека. Прогрессирующее развитие тех или иных отраслей напрямую и косвенно тесно связано с достижениями в области программирования. Не является исключением и ортопедическая стоматология [38, 40]. Уже давно в практическую стоматологию внедрены CAD/CAM-системы. Возможности современных CAD/CAM систем — это результат длительной эволюции, которая еще не достигла своего пика.

Материалы и методы исследования

Пять участников с полным прикусом были набраны из добровольного коллектива. Письменное информи-

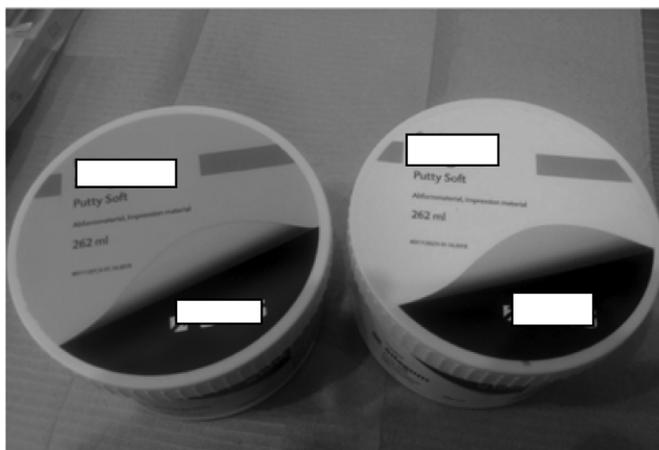


Рис. 1. А-силикон Silagum



Рис. 2. Альгинатная масса



Рис. 3. Оттиск, полученный из А-силикона



Рис. 4. Оттиск, полученный из альгинатной массы

рованное согласие было получено от всех участников исследования. Для проверки всех методов снятия оттисков у каждого участника случайным образом выбиралась верхняя или нижняя челюсть. Для каждой группы оттисков было сделано по 3 оттиска с каждой челюсти.

Традиционные оттиски изготавливались с использованием следующих материалов: А-силикон **** (Рисунок 1) и альгинатными массами (Рисунок 2).

Для изготовления обычных оттисков использовались стандартные перфорированные металлические ложки. Оптимальная ложка была выбрана путем тестирования стандартной ложки в полости рта, при этом было обеспечено достаточное пространство для оттискового материала. При необходимости наносился адгезив. Просушивали оттисковые ложки и вносили слепочные массы в ложку. Ложки ориентировали относительно зубных рядов и накладывали. После структурирования материала оттиск выводили из полости рта. После выведения оттиски промывались под проточной водой и дезинфицировались.

Оттиски сканировались с помощью лабораторного сканера с использованием высокоточного протокола сканирования крупных объектов. Данные сканирования экспортировались в формат данных стереолитографии (STL). Этот протокол позволяет генерировать цифровые данные STL на основе прямого сканирования оттиска без необходимости отливки внутриротового оттиска. Была оценена следующая система цифровых оттисков: 3Shape **** (Рисунок 5).

Сканирование производилось при помощи твердого ретрактора. Поверхности зубов были предварительно высушены. Сканирование нижнего зубного ряда производилось от моляров третьего сектора проходя переднюю группу зубов к четвертому сектору. Далее сканиро-



Рис. 5. Сканер 3Shape ****

вали язычную и окклюзионную поверхность и закончили переходом на щечно-вестибулярную. После оценивали полученный скан, если требовалось локально производили досканирование.

Для сканирования верхней челюсти протокол точно такой же. От второго сектора окклюзионно шли до пер-

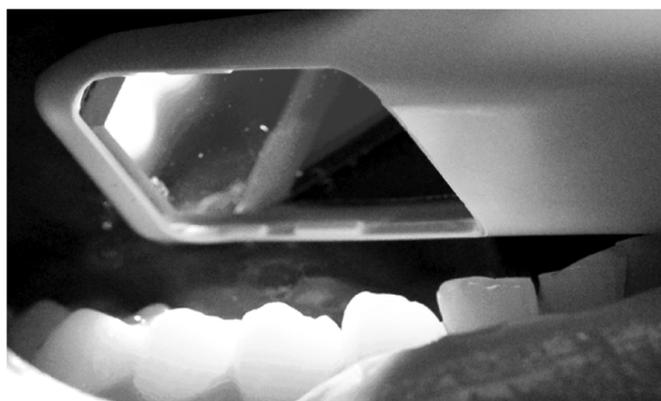


Рис. 6. Процесс сканирования



Рис. 7. Отображение сканированной части на мониторе

вого сектора захватывая фронтальные зубы. Далее сканировали окклюзионно-небные и окклюзионно-щечные поверхности. Также оценивая полученный скан на наличие артефактов. Данные сканирования экспортировались в виде данных STL файла. (Рисунок 7).

После получения всех наборов данных STL отпечатки были обрезаны до зубной дуги и прикрепленной десны на 1 мм. Все артефакты сканирования, относящиеся к мягким тканям, были удалены. Обрезанные оттиски снова сохранялись в формате STL.

Для сравнения отпечатков в каждой тестовой группе данные сканирования были наложены друг на друга с помощью специального диагностического программ-



Рис. 8. Программа Oracheck Результаты и обсуждение

ного обеспечения (Oracheck 5.0.0) (Рисунок 8), которое использует алгоритм наилучшего соответствия для сопоставления двух поверхностей, и были проанализированы различия.

После снятия оттиском А-силиконом произвели сканирования лабораторным сканером для перевода оттиска в формат STL. В программе OraCheck наложили оттиски друг на друга, где цветовая гамма от -100 мм (фиолетовый) до +100 мм (красный). (Рисунок 9).

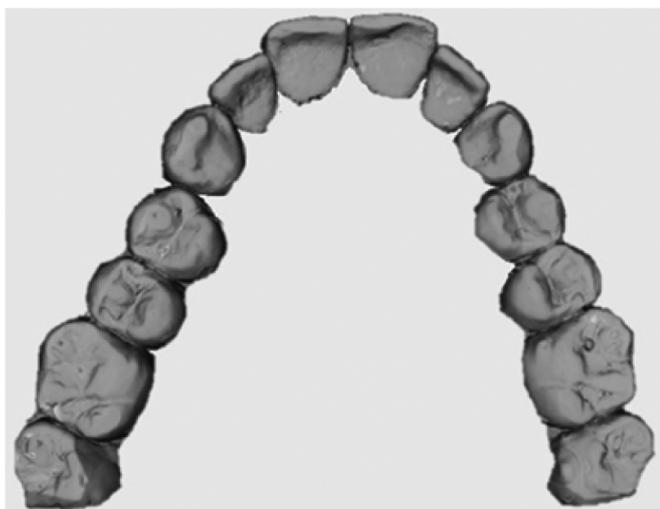


Рис. 9. Картина наложения повторных оттисков для А-силикона

Традиционные оттиски из А-силикона показали минимальное отклонение (40 мкм) по режущим краям передних зубов и на щечной поверхности премоляров. Результат наложения альгинатной массы. Так же мы поступили и с альгинатной массой (Рисунок 10).



Рис. 10. Картина наложения для группы альгинатной массы

Напротив, в группе альгинатной массы наблюдались неравномерные локальные отклонения в разных обла-

стях; отклонения составляли не менее 100 мкм, а на отдельных участках достигали 500 мкм.

Результат наложения сканера 3Shape Trios.



Рис. 11. Картина наложения сканов 3Shape Trios

В группе 3Shape Trios начались отклонения, начиная с области клыков, к дистальному концу, но оставался в районе 100 мкм у дистального зуба (Рисунок 11). Передняя область содержит мало геометрической информации, и ее особенно трудно сканировать с помощью цифровых внутриротных камер. Распространение ошибок в этой области приводит к усилению деформации по направлению к дистальному концу зубной дуги.

Далее опросили испытуемых и врачей: объективные ощущения пациентов во время снятия оттисков, сколько было потрачено времени на снятие оттисков, удобство для врача во время получения оттиска и общее количество потраченного времени (Рисунок 12).

Исследование показало, что цифровые оттиски по точности были идентичны А-силикону и намного точнее альгинатных масс. Также пациенты сообщают о большем комфорте при использовании системы цифрового оттиска, а по некоторым показаниям затраты времени ниже, чем при использовании традиционных методов снятия оттисков. Недостатками использования оптических оттисков являются сложность сканирования малоинформативных участков также в случаях кровотечения, кривая обучения, а также затраты на покупку и управление. Точность сканирования всей дуги приближается или превосходит точность некоторых традиционных оттисковых материалов. Кроме того, цифровые оттиски устраняют необходимость в гипсовых моделях, экономя время и пространство и могут упростить клинические процедуры для врача стоматолога. Это показывает потенциал цифровых внутриротных систем снятия оттисков как эквивалентной или лучшей альтернативы традиционным методам снятия оттисков.

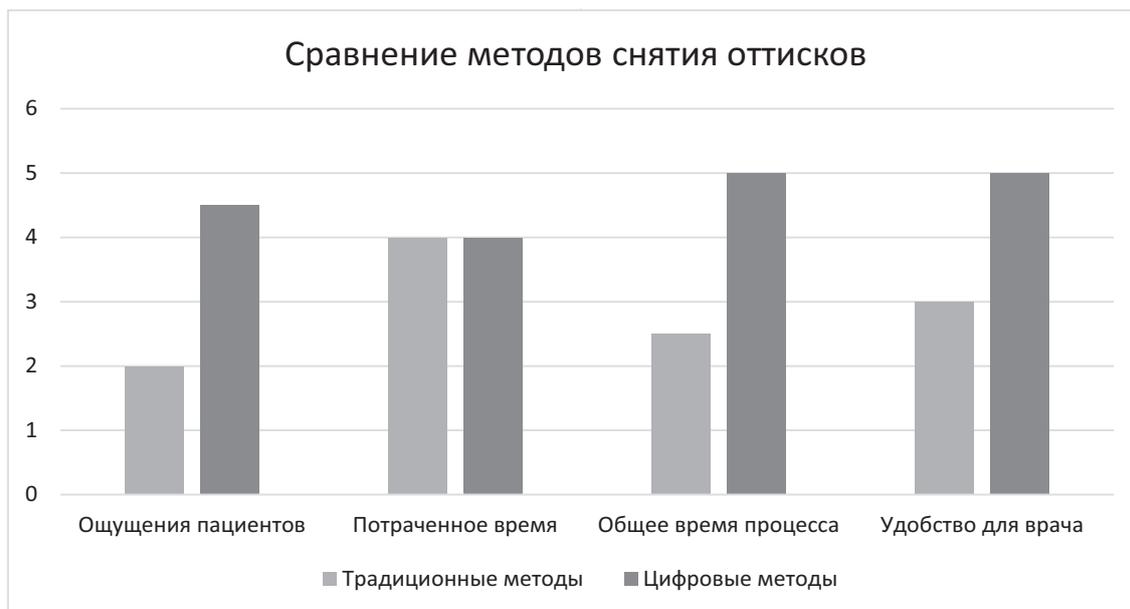


Рис. 12. Данные опроса пациентов и врачей

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефименко А. CEREC 3D новая эпоха керамической реставрации / А. Ефименко // *Зубное протезирование*. — 2004. — Т. 2. — С. 20–27.
2. Birnbaum, N.S. Dental impressions using 3D digital scanners: virtual becomes reality / N.S. Birnbaum, H.B. Aaronson // *Compendium Continuing Education for Dentistry*. — 2008. — P. 498–505.
3. Hart, D.P. inventors: 3-D Imaging System / D.P. Hart, J. Lammerding, J. Rohaly // *US Patent* — 2004. — Aug 12.
4. Костюкова, В.В. Сравнительный обзор внутриротовых трехмерных цифровых сканеров для ортопедической стоматологии / В.В. Костюкова, А.Н. Ряховский, д.м.н., профессор, М.М. Уханов, м.н.с. // *Стоматология*. — 2014. — С. 53–59.
5. Ряховский, А.Н. «Цифровая стоматология» / А.Н. Ряховский // М.: ООО «Авантис». — 2010. — С. 282.
6. Ting-Shu, S. Intraoral Digital Impression Technique / S. Ting-Shu, S. Jian // *J Prosthodont*. — 2015. — P. 313–21.
7. Zimmermann, M. Intraoral scanning systems — a current overview / M. Zimmermann, A. Mehl, W.H. Mörmann, S. Reich // *Int J Comput Dent*. — 2015. — P. 101–29.
8. Martin, C.B. Orthodontic scanners: what's available? / C.B. Martin, E.V. Chalmers, G.T. McIntyre, H. Cochrane, P.A. Mossey // *J Orthod*. — 2015. — P. 136–43.
9. Imburgia, M. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study / M. Imburgia, S. Logozzo, U. Hauschild, G. Veronesi, C. Mangano, F.G. Mangano // *BMC Oral Health*. — 2017. — P. 92.
10. Aragón, M.L. Validity and reliability of intraoral scanners compared to conventional gypsum models measurements: a systematic review / M.L. Aragón, L.F. Pontes, L.M. Bichara, C. Flores-Mir, D. Normando // *Eur J Orthod*. — 2016. — P. 429–34.
11. Goracci, C. Accuracy, reliability, and efficiency of intraoral scanners for full-arch impressions: a systematic review of the clinical evidence / C. Goracci, L. Franchi, A. Vichi, M. Ferrari // *Eur J Orthod*. — 2016. — P. 422–8.
12. Ahlholm, P. Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review / P. Ahlholm, K. Sipilä, P. Vallittu, M. Jakonen, U. Kotiranta // *J Prosthodont*. — 2016. — Aug 2.
13. Chochlidakis, K.M. Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis / K.M. Chochlidakis, P. Pappaspyridakos, A. Geminiani, C.J. Chen, I.J. Feng, C. Ercoli // *J Prosthet Dent*. — 2016. — P. 184–190.e12.
14. Means, C.R. Gagging—a problem in prosthetic dentistry / C.R. Means, I.E. Flenniken // *J Prosthet Dent*. — 1970. — P. 614–20.
15. Rosted, P. The use of acupuncture in controlling the gag reflex in patients requiring an upper alginate impression: an audit / P. Rosted, M. Bundgaard, J. Fiske, A.M. Pedersen // *Br Dent J*. — 2006. — P. 721–5.
16. Muir, J.D. Vomiting during the taking of dental impressions. Two case reports of the use of psychological techniques / J.D. Muir, E.J. Calvert // *Br Dent J*. — 1988. — P. 139–41.
17. Christensen, G.J. Will digital impressions eliminate the current problems with conventional impressions? / G.J. Christensen // *J Am Dent Assoc*. — 2008. — P. 761–3.
18. Yuzbasioglu, E. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes / E. Yuzbasioglu, H. Kurt, R. Turunc, H. Bilir // *BMC Oral Health*. — 2014. — 14:10.
19. Joda, T. Patient-centered outcomes comparing digital and conventional implant impression procedures: a randomized crossover trial / T. Joda, U. Brägger // *Clin Oral Implants Res*. — 2016. — P. 185–9.
20. Burhardt, L. Treatment comfort, time perception, and preference for conventional and digital impression techniques: A comparative study in young patients / L. Burhardt, C. Livas, W. Kerdijk, W.J. van der Meer, Y. Ren // *Am J Orthod Dentofac Orthop*. — 2016. — P. 261–7.

21. Grünheid, T. Clinical use of a direct chairside oral scanner: an assessment of accuracy, time, and patient acceptance / T. Grünheid, S.D. McCarthy, B.E. Larson // *Am J Orthod Dentofac Orthop.* — 2014. — P. 673–82.
22. Wismeijer, D. Patients' preferences when comparing analogue implant impressions using a polyether impression material versus digital impressions (Intraoral Scan) of dental implants / D. Wismeijer, R. Mans, M. van Genuchten, H.A. Reijers // *Clin Oral Implants Res.* — 2014. — P. 1113–8.
23. Schepke, U. Digital versus analog complete arch impressions for single-unit premolar implant crowns: Operating time and patient preference / U. Schepke, H.J. Meijer, W. Kerdijk, M.S. Cune // *J Prosthet Dent.* — 2015. — P. 403–6.
24. Sakornwimon, N. Clinical marginal fit of zirconia crowns and patients' preferences for impression techniques using intraoral digital scanner versus polyvinyl siloxane material / N. Sakornwimon, C. Leevailoj // *J Prosthet Dent.* 2017. — Feb 17. — S0022–3913(16)30598–4.
25. Lee, S.J. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes / S.J. Lee, G.O. Gallucci // *Clin Oral Implants Res.* — 2013. — P. 111–5.
26. Joda, T. Time-efficiency analysis comparing digital and conventional workflows for implant crowns: a prospective clinical crossover trial / T. Joda, U. Bragger // *Int J Oral Maxillofac Implants.* — 2015. — P. 1047–53.
27. Joda, T. Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: a cost/time analysis / T. Joda, U. Bragger // *Clin Oral Implants Res.* — 2015. — P. 1430–5.
28. Patzelt, S.B. The time efficiency of intraoral scanners: an in vitro comparative study / S.B. Patzelt, C. Lamprinos, S. Stampf, W. Att // *J Am Dent Assoc.* — 2014. — P. 542–51.
29. Joda, T. Time efficiency, difficulty, and operator's preference comparing digital and conventional implant impressions: a randomized controlled trial / T. Joda, P. Lenherr, P. Dedem, I. Kovaltschuk, U. Bragger, N.U. Zitzmann // *Clin Oral Implants Res.* — 2016. — Sep 5.
30. Kugel, G. Impression-taking: conventional methods remain steadfast as digital technology progresses / G. Kugel // *Compend Contin Educ Dent.* — 2014. — P. 202–3.
31. Lawson, N.C. Clinicians reaping benefits of new concepts in impressioning / N.C. Lawson, J.O. Burgess // *Compend Contin Educ Dent.* — 2015. — P. 152–3.
32. Lecocq, G. Digital impression-taking: Fundamentals and benefits in orthodontics / G. Lecocq // *Int Orthod.* — 2016. — P. 184–94.
33. Park, H.R. Changes in views on digital intraoral scanners among dental hygienists after training in digital impression taking / H.R. Park, J.M. Park, Y.S. Chun, K.N. Lee, M. Kim // *BMC Oral Health.* — 2015. — P. 151.
34. Lee, S.J. An evaluation of student and clinician perception of digital and conventional implant impressions / S.J. Lee, R.X. Macarthur 4th, G.O. Gallucci // *J Prosthet Dent.* — 2013. — P. 420–423.
35. Marti, A.M. Comparison of digital scanning and polyvinyl siloxane impression techniques by dental students: instructional efficiency and attitudes towards technology / A.M. Marti, B.T. Harris, M.J. Metz, D. Morton, W.C. Scarfe, C.J. Metz, W.S. Lin // *Eur J Dent Educ.* — 2017. — P. 21(3):200–5.
36. Kim, J. Comparison of experience curves between two 3-dimensional intraoral scanners / J. Kim, J.M. Park, M. Kim, S.J. Heo, I.H. Shin, M. Kim // *J Prosthet Dent.* — 2016. — P. 116(2):221–30.
37. Lim, J.H. Comparison of digital intraoral scanner reproducibility and image trueness considering repetitive experience / J.H. Lim, J.M. Park, M. Kim, S.J. Heo, J.Y. Myung // *J Prosthet Dent.* — 2017. — Jul 7. — S0022–3913(17)30350–5.
38. Mandelli, F. Improvement of a Digital Impression with Conventional Materials: Overcoming Intraoral Scanner Limitations / F. Mandelli, F. Ferrini, G. Gastaldi, E. Gherlone, M. Ferrari // *Int J Prosthodont.* — 2017. — 30(4):373–6.
39. Agnini, A. The Digital Revolution: The Learning Curve / A. Agnini, A. Agnini, C. Coachman // 1st edition, Quintessence Publishing. — 2015.
40. Ender, A. In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions / A. Ender, T. Attin, A. Mehl // *J Prosthet Dent.* — 2016. — P. 115(3):313–20

© Хаирутдинова Айгуль Рафиковна (ajgele4ka@mail.ru); Азизова Дина Анваровна (duim-09@mail.ru);
Газиев Динар Фирдусович (gazievdinar46@gmail.com); Хакимова Лейсан Даниловна (Nabiullina16@list.ru);
Шкарлет Егор Викторович (Egor.shckarlet@yandex.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ МЕТОДА ЭЛЕКТРОНЕЙРОСТИМУЛЯЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОН КАВЕРНОЗНЫХ НЕРВОВ У БОЛЬНЫХ, ПЕРЕНЕСШИХ РАДИКАЛЬНУЮ ПРОСТАТЭКТОМИЮ, С ЦЕЛЬЮ ОБЪЕКТИВИЗАЦИИ ФАКТА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОНТРОЛИРУЕМОГО МОЧЕВЫДЕЛЕНИЯ

THE RESULTS OF THE APPLICATION
IN CLINICAL PRACTICE OF THE METHOD
OF ELECTRONEUROSTIMULATION
OF THE FUNCTIONAL ZONES
OF THE CAVERNOUS NERVES
IN PATIENTS WHO UNDERWENT RADICAL
PROSTATECTOMY IN ORDER
TO OBJECTIFY THE FACT
OF RESTORATION OF CONTROLLED
URINATION

K. Chernov
R. Marishin
V. Medvedev
K. Movchan
A. Chernova

Summary. Based on the data of an experimental study conducted on animals (primates), the possibilities of using the method of electrostimulation of tissues of the functional zones of the cavernous and genital nerves, used to objectify the restoration of erectile function, were evaluated in 24 patients with prostate cancer who underwent radical prostatectomy using robotics. In 13 observations, sensors for electrostimulation of tissues of the functional zones of the cavernous nerves after surgery were implanted synchronously with RPrE in order to objectify the restoration of erectile function and voluntary urination (study group). The control group (11 cases) consisted of patients who did not undergo electrode transplantation into the cavernous nerve zones. Information on the results of electrostimulation of the functional zones of the cavernous nerves in patients who underwent EPrE suggests that the possibilities of electrical action on body tissues in the postoperative period in the surgical intervention zone do not allow us to fully judge the elimination of erectile dysfunction. However, based on the indicators of electrical stimulation of tissues in the area of radical prostatectomy, it is possible to objectively judge the restoration of voluntary urination 1.5 months after surgery.

Keywords: prostate cancer, radical prostatectomy, electrostimulation of tissues, urinary incontinence, erectile dysfunction.

Чернов Кирилл Евгеньевич

К.м.н., соискатель, ФГБОУ ВО «Северо-Западный
Государственный медицинский университет
им. И.И. Мечникова», Санкт-Петербург;
ФГБОУ ВО «Кубанский Государственный медицинский
университет», г. Краснодар
chernov_ke@mail.ru

Маришин Роман Игоревич

Соискатель, ФГБОУ ВО «Кубанский Государственный
медицинский университет», г. Краснодар
marishin-urology@mail.ru

Медведев Владимир Леонидович

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский
Государственный медицинский
университет», г. Краснодар
Medvedev_vlad@mail.ru

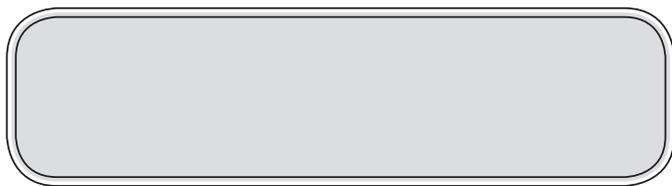
Мовчан Константин Николаевич

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Северо-Западный
Государственный медицинский университет
им. И.И. Мечникова», Санкт-Петербург
tovchanK@spbmiac.ru

Чернова Анна Юрьевна

Соискатель, ФГБОУ ВО «Кубанский Государственный
медицинский университет», г. Краснодар
panasova_anna1309@mail.ru

Аннотация. Основываясь на данных экспериментального исследования, проведенного на животных (приматах), возможности использования метода электростимуляции тканей функциональных зон кавернозных и половых нервов, используемого с целью объективизации восстановления эректильной функции, оценены у 24 больных раком предстательной железы, подвергшихся радикальной простатэктомии посредством робототехники. В 13 наблюдениях синхронно с RPrE имплантировались датчики для электростимуляции тканей функциональных зон кавернозных нервов после операции с целью объективизации восстановления эректильной функции и произвольного мочеотделения (группа исследования). Группу контроля (11 случаев) составили больные, которым имплантация электродов в зоны кавернозных нервов не осуществлялась. Сведения о результатах электростимуляции функциональных зон кавернозных нервов у больных, подвергшихся RPrE, позволяют считать, что возможности электровоздействия на ткани организма в послеоперационном периоде в зоне хирургического вмешательства не позволяют в полной мере судить об устранении эректильной дисфункции. Однако, ориентируясь на показатели электростимуляции тканей



Актуальность исследования

Основными методами лечения больных раком предстательной железы (РПРЖ) в случаях локализованных и местнораспространенных форм онкологического процесса продолжают оставаться хирургические технологии, осуществляемые в объеме радикальной простатэктомии — РПрЭ [1]. Однако, в 16 % наблюдений проведение этой операции сопровождается недержанием мочи, а в 80 % случаев — нарушением эректильной функции [2,3].

Психологические расстройства, возникающие у больных, в связи с послеоперационной инконтиненцией, существенно дезадаптируют пациентов, тогда, как состояние эректильной дисфункции относительно мало беспокоит большинство (80 %) больных [4]. Недержание мочи после РПрЭ обычно начинает нивелироваться через 3 месяца. В настоящее время выяснены некоторые факторы риска, которые могут влиять на регуляцию процесса удержания мочи у больных в послеоперационном периоде: возраст пациентов (59 лет и старше); стадия опухолевого роста; выраженность нарушений мочеиспускания, отмечаемых до операции; параметры лучевой терапии предшествующей РПрЭ; объемы предыдущих операций на ПРЖ; сопутствующие заболевания (сахарный диабет, сердечно-сосудистой системы) и, безусловно, — хирургические факторы: техника и методика проведения операции, опыт хирурга и др. [5]. Отмечаются и другие компоненты, провоцирующие недержание мочи после РПрЭ (избыточность пешеходной нагрузки, бег, неумеренное употребление жидкости, физические перенапряжения и т.д.).

К методикам неинвазивной коррекции недержания мочи после РПрЭ, используемым в практике урологов как амбулаторного так и стационарного этапов оказания медицинской помощи (МедП), относятся: стоп-тест (его положительный результат — произвольное прерывание мочеиспускания), отражающий позитивный прогноз восстановления континенции; поведенческая терапия; тренировка мышц тазового дна; метод биологической обратной связи; электрическая накожная стимуляция; электромагнитная стимуляция мышц тазового дна и сакральной зоны, используются и другие технологии.

В 2009 г. предложена методика имплантации временных электродов с последующей электростимуляцией функциональных зон кавернозных и половых нервов

в зоне проведения радикальной простатэктомии, оказывается возможным объективно судить о восстановлении произвольного мочеиспускания через 1,5 месяца после операции.

Ключевые слова: рак предстательной железы, радикальная простатэктомия, электростимуляция тканей, недержание мочи, эректильная дисфункция.

с целью выявления факта восстановления функций эрекции и удержания мочи [6–8]. Сообщений о масштабном внедрении этой технологии, отражающей реабилитационные возможности организма больных, подвергшихся РПрЭ, в практике урологов России пока встречаются лишь в виде ссылок. Данное обстоятельство оказалось поводом к проведению собственных клинико-экспериментальных изысканий исследований.

Материал и методы исследования

В 2017–2019 гг. на базе клиник экспериментальных животных Научно-исследовательского института медицинской приматологии (ФГБНУ «НИИ МП», г. Сочи) изучены данные о результатах имплантации электродов в зоны функционального влияния половых и кавернозных нервов 12 здоровых самцов обезьян породы Анубис. Возраст животных составил от 3 до 5 лет [9]. Исследование проводилось с соблюдением принципов «Европейской Конвенции о защите позвоночных животных, используемых в экспериментальных и научных исследованиях» 1986 г. в целях бережного отношения к животным.

В ходе эксперимента установлено, что имплантация электродов для электростимуляции функциональных зон локации половых и кавернозных нервов синхронно выполняема с проведением этапов РПрЭ и технически безопасна. Данные хронических опытов на обезьянах позволили также удостовериться, что после имплантации электродов возможна гарантировано объективная оценка процесса сохранения/восстановления/утраты эрекции (ее стабильность в динамике) у экспериментальных животных, а, следовательно, предположительно, — и у больных, подвергшихся хирургическим коррекциям патологии в зонах органов урологической сферы. Возможность технического использования метода электростимуляции (при скрупулёзном соблюдении технологии выполнения операции РПрЭ) в плане прогноза восстановления эрекции без применения дополнительных фармакологических средств, очевидность безопасности предлагаемой манипуляции, а также обоснованность ее диагностической состоятельности, оказались мотивом для продолжения исследования в формате клинической апробации примененной технологии, обнадеживающе зарекомендовавшей себя на этапе экспериментальных изысканий.

С 2019 по 2021 гг. в ГБУЗ «НИИ — Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского» 24 боль-

ным по поводу РПрЖ выполнена РПрЭ с использованием робототехники — РоботассРПрЭ (трем больным ранее проводилась трансуретральная резекция (ТУР) простаты). Средний возраст больных составил $64,1 \pm 4,7$ лет. Выделены 2 группы пациентов: 13 чел., которым при проведении РПрЭ в ткани малого таза синхронно имплантировались конструкции по проведению электро-стимуляции функциональных зон кавернозных нервов с целью объективизации восстановления эректильной функции и произвольного мочеотделения. Группу контроля составили 11 больных, которым имплантация электродов в зоны кавернозных нервов во время РПрЭ не выполнялась.

К критериям включения наблюдений в исследование относили: констатацию факта верификации локализованного РПрЖ; отсутствие признаков недержания мочи перед хирургическим лечением; объективные признаки недержания мочи после операции; положительные результаты выполнения СТОП-теста и отсутствие эректильной дисфункции до оперативного лечения.

Из исследования исключали случаи, когда у пациентов с РПрЖ: отмечалась необходимость в кардиостимуляции; верифицировались сопутствующие неврологические заболевания, сопровождающиеся нейрогенной дисфункции нижних мочевых путей; констатировалась невозможность регулярно посещать медицинское учреждение ввиду его удалённости места жительства; выявлялись признаки эректильной дисфункцией любой степени выраженности.

До выполнения РПрЭ у большинства (50,8 %) пациентов стадия опухолевого процесса диагностирована как

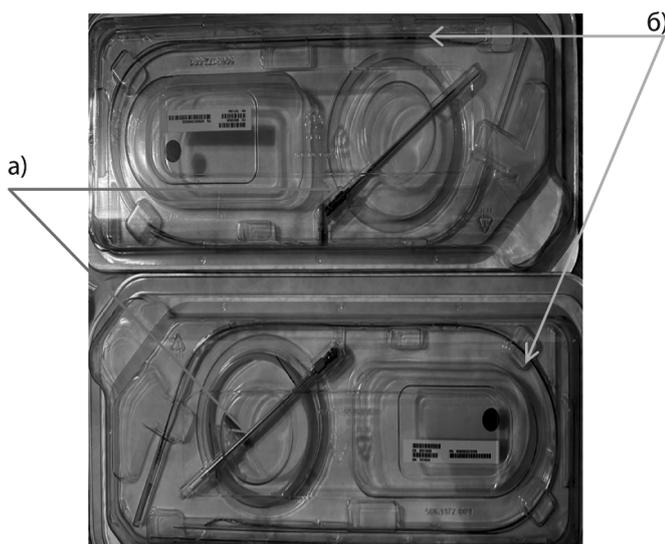


Рис. 1. Комплект электродов Boston Scientific Precision Spectra, используемых для проведения электро-стимуляции
а. иглы для проведения электродов; б. электроды

T2b, в 21,5 % наблюдений — как T1c и в 15,9 % случаев — как T2a.

Всем пациентам РоботассРПрЭ выполнена по стандартной методике [10] с двусторонним (18 случаев) и односторонним (6 наблюдений) нервосбережением без проведения тазовой лимфодиссекции. Обязательный этап операции — выполнение реконструкции (как «передней», так и «задней») анатомических структур малого таза. В 13 случаях из 24 больным в область предполагаемой локализации кавернозных нервов (справа и слева) чрезкожно под визуальным контролем установлены электроды BostonScientific Precision Spectra (рис. 1).

Дистальная контактная группа электродов устанавливалась в области рабдосфинктера, а последующие группы — в зоне предполагаемой физиологической активности кавернозных нервов (рис. 2).

Для исключения миграции электродов они подшивались как интракорпорально (в области оснований сосудисто-нервных пучков) (рис. 3), а проксимальную часть электродов фиксировали к коже на передней брюшной стенке (рис. 4).

Завершение операции РПрЭ осуществлялось стандартно с реконструкцией анатомических структур малого таза, формированием везикоуретрального анастомоза, с дренированием мочевого пузыря уретральным катетером Фоллея Ch20 и установкой в брюшную полость в область пузырьно-прямокишечного пространства «сигнального» дренажа на 1 сутки.

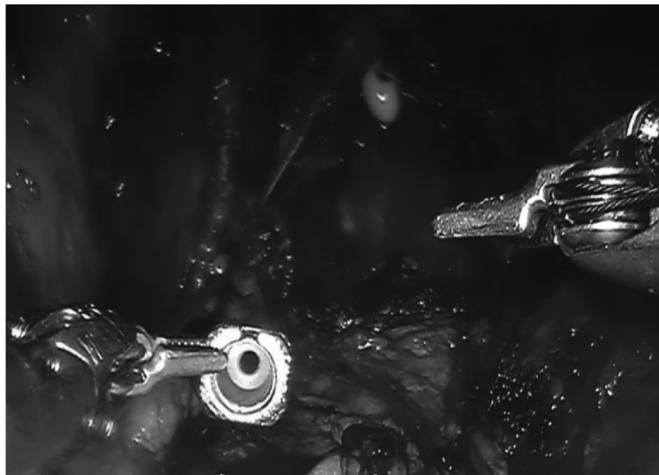
Электростимуляция осуществлялась после подключения электродов к генератору в режиме 2Гц 1мс амплитудой 15мА. Критерием оценки работоспособности системы считался факт сокращения мышц малого таза, что наблюдалось визуально.

Дизайн проведения исследования состоял из трех этапов: технического (выполнение РПрЭ с (или без) постановки электродов для электростимуляции тканей); сбора и регистрации данных в 3-х периодах (через 14, 45 и 90 дней) после операции и анализа сведений по каждому наблюдению и группам (исследования и контроля).

В завершение первого периода наблюдения, проводимого через 14 дней после РПрЭ, осуществлялось: анкетирование больных по шкалам International Conférence on Incontinence Questionnaire Short Form — ICIQ-SF [11] и Международный индекс эректильной функции — МИЭФ-5 [12]; заполнение пациентами данных по контролю за частотой мочеиспусканий в дневник исследования; проведение «подкладочного» (Pad) — теста [13]. Больным РПрЖ осуществляли лабораторный мониторинг с выполнением общего анализа крови (ОАК), био-



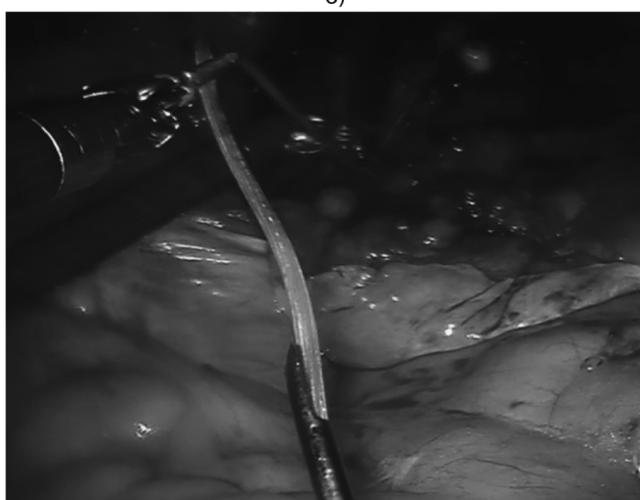
а)



б)



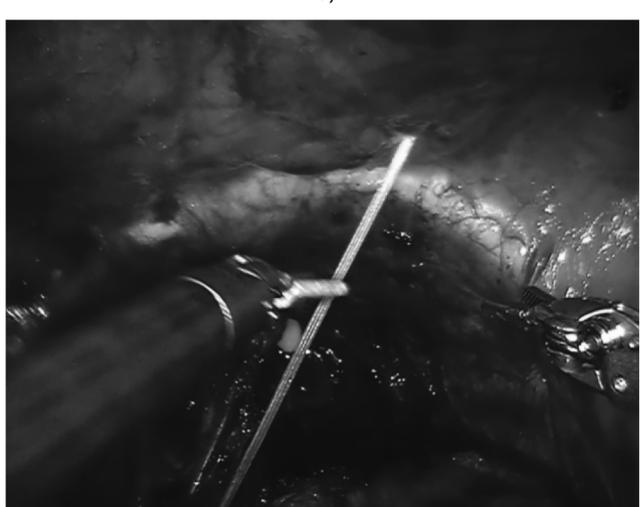
в)



г)



д)



е)

Рис. 2. Последовательность имплантации электростимулирующих конструкций тканей малого таза: а) вид сохраненного сосудисто-нервного пучка слева; б) пункция иглой предполагаемых функциональных зон кавернозных нервов; в) проведение к зоне операции дистальной части контактной группы электрода; г) извлечение иглы из брюшной полости; д) пункция передней брюшной стенки с целью выведения проксимальной части электрода; е) извлечение проксимальной части электрода



Рис. 3. Фиксация электрода в области сосудисто-нервного пучка слева
а) область вкола иглы в точке фиксации; б) укрепление электрода нитью



Рис. 4. Расположение входного отдела электрода для электростимуляции тканей пациента, перенёсшего РПрЭ на передней брюшной стенке

химического анализа крови, общего анализа мочи (ОАМ) и бактериологического посева мочи с целью исключения инфекции мочевыводящих путей (МочВП). Осуществлялись инструментальные исследования: УЗИ почек, мочевого пузыря с определением остаточного объёма мочи, урофлоуметрия и обзорная урография (рис. 5).

После обработки сведений по каждому случаю и интерпритации данных, оценивались состояние эректильной функции и степени недержания мочи. Отдельно анализировались шансы необходимости проведения электростимуляции для восстановления этих функций при их утрате.

В первой группе исследования — (13 больных с имплантированными электродами) из наблюдения были исключены два случая по причине отсутствия призна-



Рис. 5. Обзорная урография пациента с локализацией имплантированных электродов:
а) дистальной и б) проксимальной контактных групп

ков недержания мочи и миграции электродов в раннем послеоперационном периоде. У 11-ти пациентов проводилась электростимуляция функциональных зон кавернозных нервов с частотой 5 раз в неделю на протяжении 6 недель. Время электростимуляции тканей составляло 1ч, в режимах: 10мин с частотой 2Гц и силой тока от 10 до 20мА. В последующем — 10мин 20Гц, 5 мин 2Гц, 5 мин 100Гц, 10мин 5Гц, 10мин 20Гц, 10 мин 2Гц. В дальнейшем режим электростимуляции изменялся (учитывая снижение уровня ответа тканей — мышц таза, рабдосфинктера): амплитуда стимуляции подбиралась индивидуально с 1мА и выше до появления болевых ощущений.

Во втором периоде исследования (через 6 недель после хирургического вмешательства — ХргВм) осу-

ществлялся контроль данных лабораторных анализов, оценка сведений при анкетировании МИЭФ-5 и ICIQ-SF, динамики данных из дневника мониторинга мочеиспусканий. По результатам анализа данных ранжировались (пересматривались) степени недержания мочи и выраженности нарушений эректильной функции. В обязательном порядке у пациентов с имплантированными электродами осуществлялась обзорная урография. По итогам обследования определяли дальнейшую тактику лечения больных.

Через 90 дней после операции проводился сбор данных путем анкетирования больных с заполнением опросников МИЭФ-5 и ICIQ-SF. Определялась степень эректильной дисфункции и недержания мочи и подводились итоги исследования. Электроды, установленные в брюшную полость, удаляли. Эта манипуляция проводилась амбулаторно и в операционной стационара, и без какого-либо обезболивания.

Результаты исследования

Интраоперационных осложнений не отмечено. Время выполнения ХргВм в группе пациентов с имплантированными электродами (группа исследования) в среднем увеличивалось на $15 \pm 4,2$ мин по сравнению с временными параметрами в группе контроля. Объем кровопотери не изменялся и в среднем, для обеих групп, составил $112 \pm 8,6$ мл.

Ранний послеоперационный период у всех больных обеих групп, также как и операция, протекал без осложнений. После цистографии, предварительно выполняемой на 10-е сутки после ХргВм, при отсутствии признаков мочевого затека уретральный катетер удалялся, и пациенты выписывались из стационара для лечения в амбулаторном режиме.

При оценке эректильной функции у больных, перенесших РоботассРПрЭ, через 14 дней после ХргВм, по критериям опросника МИЭФ-5 констатировано, что у большинства пациентов с имплантированными электродами ЭД сохранялась: в тяжелой степени — в 9 наблюдениях, в умеренной — 2 случаях (рис. 6). Схожая тенденция в данных отмечена и среди контрольной группы пациентов (8 наблюдений со значительной ЭД и 3 — с умеренной).

При оценке темпа восстановления эректильной функции у пациентов через 6 недель после РПрЭ, констатированы схожие результаты (как в случаях проведения электростимуляции, так и у пациентов контрольной группы), что и при анкетировании через 2 недели после ХргВм.

По прошествии 90 дней, после ХргВм у 6 пациентов из 11, которым во время РПрЭ осуществлялась имплан-

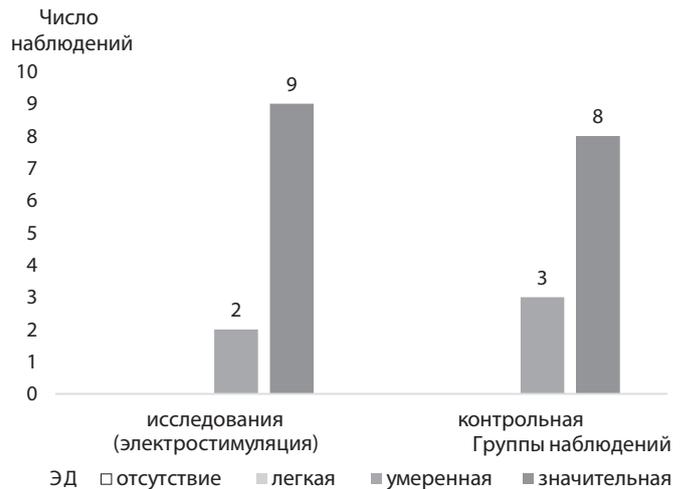


Рис. 6. Распределение пациентов, перенесших РПрЭ, с учетом степени эректильной дисфункции (через 14 дней после ХргВм)

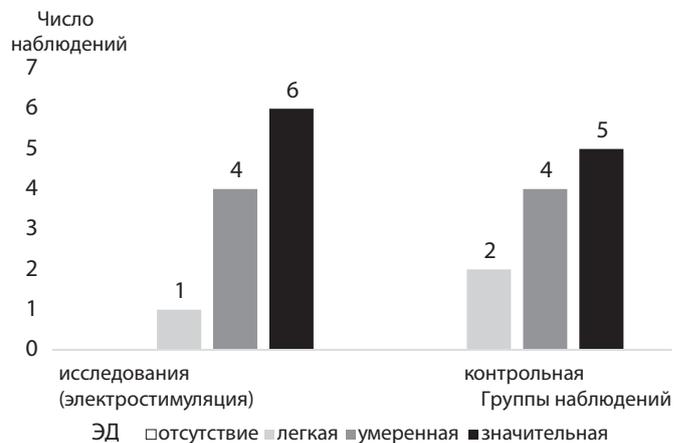


Рис. 7. Распределение по численности групп пациентов, перенесших РПрЭ, с учетом выраженности эректильной дисфункции (через 90 дней после ХргВм)

тация электродов (несмотря на регулярное электростимуляции), явления эректильной дисфункции тяжелой степени сохранялись. В 4 случаях уровень эректильной дисфункции можно было оценивать умеренным и в 1 наблюдении — как ЭД лёгкой степени. Полное восстановление эрекции до исходного уровня не наблюдалось ни в одном случае (рис. 7). Схожая тенденция отмечена и в контрольной группе: у 5 больных констатирована выраженная ЭД, у 4 и 2 пациентов ЭД умеренной и легкой степени, соответственно).

При оценке функциональных результатов удержания мочи у пациентов после выполнения РПрЭ по McGuire et al., 1993 [14], через 2 недели после ХргВм, случаи недержания мочи тяжелой степени диагностированы в большинстве наблюдений случаев (у 7 больных, прошедших курс электростимуляции тканей в зоне ХргВм и у 8 — в группе контроля). У 4 больных (по 2 в каждой из групп

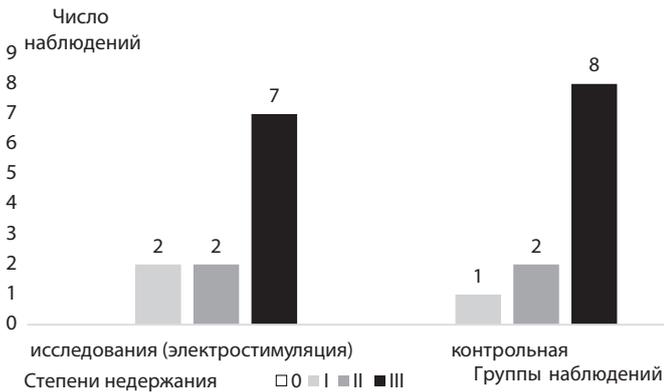


Рис. 8. Распределение пациентов, перенесших РПрЭ с учетом степени выраженности недержания мочи (через 14 дней после ХргВм)

изыскания) констатирована средняя степень недержания мочи. Инконтиненция легкой степени отмечена у 2 пациентов из группы, прошедших курс электростимуляции тканей после РПрЭ и у одного — из группы контроля (рис. 8).

В течение 1,5 месяцев после РПрЭ 11 пациентов осуществляли электростимуляцию тканей в зоне операции самостоятельно (после предварительного обучения). Все пациенты обеих групп также самостоятельно выполняли упражнения по укреплению мышц тазового дна по методике Кегеля [15]. По прошествии 40–45 и 90 дней после РоботассРПрЭ больные осмотрены урологом в амбулаторном порядке.

В группе пациентов, прошедших в послеоперационном периоде курс электростимуляции через 1,5 месяца после РПрЭ в 8 случаях функция удержания мочи восстановилась в полном объеме, у 1 пациента сохранялось недержание мочи II степени и у 2 больных недержание мочи I степени (рис. 9).

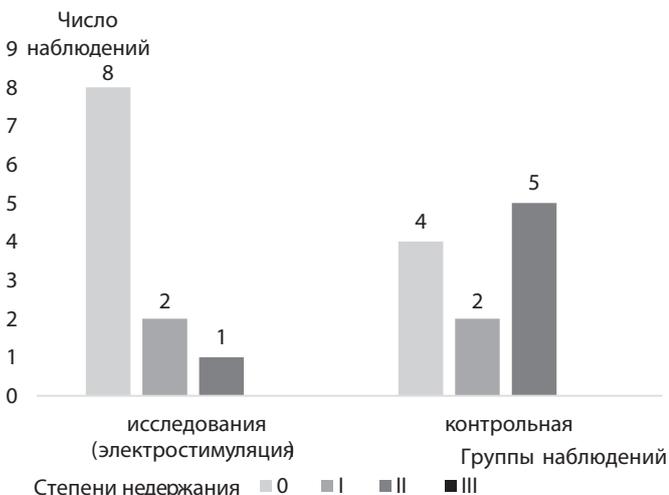


Рис. 9. Распределение пациентов, перенесших РПрЭ с учетом степени выраженности недержания мочи (через 6 недель после ХргВм)

В раннем послеоперационном периоде у 3 больных констатирована миграция одного из электродов в связи с чем стимуляция продолжалась посредством только одного электрода. Осложнений ХргВм в отдаленном послеоперационном периоде не отмечено. Электроды удаляли в амбулаторном порядке без анестезии без каких-либо технических сложностей.

По результатам анкетирования пациентов группы контроля, прошедших через 6 недель после ХргВм, полностью континенция восстановилась только в 4 наблюдениях, в 2 случаях недержание мочи сохранилось в легкой степени и у 5 больных — в средней степени выраженности.

По прошествии 3 месяцев после выполнения РПрЭ в группе 11 больных, пытавшихся восстановительно реабилитировать произвольное мочеотделение курсом электростимуляции тканей в области ХргВм, у 10 пациентов функция удержания мочи восстановилась в полном объеме. У 1 пациента с положительных стоп-тестом сохранилось состояние недержание мочи I ст — больными использовались 2 урологические прокладки в сутки (рис. 10).

У 11 пациентов контрольной группы полная континенция восстановилась в 6 наблюдениях, а в 3 случаях констатировано состояние недержания мочи легкой и в 2 — средней степеней.

В ракурсе оценки так называемых «онкологических» результатов лечения пациентов, нельзя не отметить, что среди 11 больных, осуществлявших после РПрЭ тренинг тканей в зоне ХргВм электростимуляцией, у 1 пациента (с параметрами опухоли суммы Глисон 8) после операции через 2 года диагностирован т.н. биохимический рецидив опухоли. В группе контроля рецидив РПрЖ выявлен также у 1 пациента через 1,5 года после РПрЭ. Этим двум больным с признаками рецидива злокачественной неоплазии назначены агонисты лютеинизирующего гормона-релизинг гормона (ЛгРг) и в настоящее время активности опухолевого процесса не отмечено.

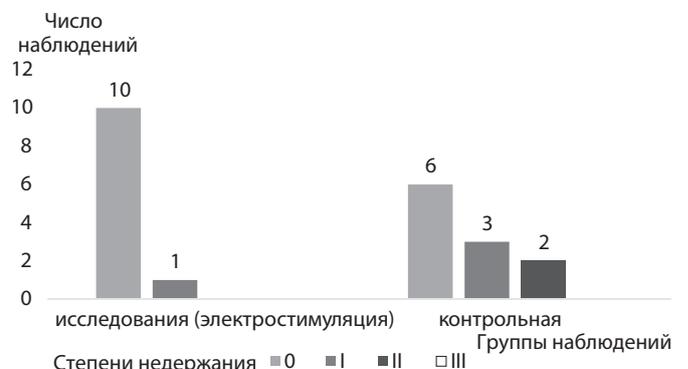


Рис. 10. Распределение пациентов, перенесших РПрЭ с учетом выраженности степени недержания мочи (через 90 дней после ХргВм)

Заключение

Данные о результатах применения в клинической практике метода электростимуляции зон функционального влияния кавернозных нервов на тканевые структуры малого таза у больных, подвергшихся РПРЭ, позволяют считать, что изучение данных о контрольных маркерах этого метода воздействия на ткани в зоне операции не гарантировано судить о полноценности восстановления эректильной функции в послеоперационном периоде. Вместе с тем, нельзя не констатировать, что, ориентируясь на показатели клинического эффекта, сопряженного с электростимуляцией тканей в зоне проведения РПРЭ оказывается возможным объективно судить об устранении признаков непроизвольного недержания мочи в сроки до 1,5 месяца после хирургического

вмешательства. Показатели эффекта электростимуляции тканей после урологических вмешательств можно считать ее основными маркерами восстановления континенции, в разной степени выраженности отмечаемых после РПРЭ. Это особенно значимо ввиду относительной технической несложности выполнения метода и его безопасности. Однако, гарантированной оценки уровня статистической достоверности полученных данных с позиции доказательной медицины необходимо требуется дальнейшее изучение значимости предлагаемого метода для убедительного прогноза возникновения и своевременного устранения функциональных осложнений, отмечаемых у больных, нуждающихся в лечебной хирургической коррекции в связи с негативными последствиями устранения патологии урологического профиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаджиев Н.К., Рыбальченко В.А., Джалилов И.Б. и др. Радикальная простатэктомия в России: особенности периоперационного ведения и нюансы технического исполнения // Онкоурология. — 2023. — №19(3). — С. 45–59.
2. Перепечай В.А., Димитриади С.Н., Алексеев Б.Я. Технические особенности выполнения радикальной простатэктомии для раннего восстановления континенции // Онкоурология. — 2011. — №7(1). — С.37–44.
3. Носов А.К., Рева С.А., Беркут М.В., Петров С.Б. Программа раннего восстановления при радикальном хирургическом лечении больных раком предстательной железы: опыт специализированного стационара // Онкоурология. — 2016. — №12(4). — С.60–69.
4. Шорников П.В. Патолофизиологический анализ состояния нижних мочевыводящих путей у больных раком предстательной железы в до- и послеоперационном периоде. Совершенствование прогнозирования возможных осложнений // автореферат дис. кандидата медицинских наук / Рост. гос. мед. ун-т. — Ростов-на-Дону, 2006. — 26 с.
5. Crivellaro S, Morlacco A, Bodo G, et al. Systematic review of surgical treatment of post radical prostatectomy stress urinary incontinence. *Neurourol Urodyn.* 2016 Nov; 35(8). — P. 875–881.
6. Hunter KF, Glazener CM, Moore KN. Conservative management for post prostatectomy urinary incontinence. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007 Apr 18;(2).
7. Nyarangi-Dix J.N. et al. Konservativ Therapie der postoperativen Harninkontinenz des Mannes // *Urologe.* 2010. Vol. 49. №8. P. 408–503.
8. Mariotti G, Sciarra A, Gentilucci A, et al. Early recovery of urinary continence after radical prostatectomy using early pelvic floor electrical stimulation and biofeedback associated treatment // *J Urol.* 2009 Apr;181(4): P. 1788–93.
9. Александров Б.Ю., Чернов К.Е., Маришин Р.И., Овчинников Р.С. Экспериментальное обоснование использования методики электростимуляции функциональных зон кавернозных и половых нервов с целью констатации факта восстановления эрекции после операций на органах урологической сферы // Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума НАУКА И ИННОВАЦИИ — СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ (г. Москва, 15 февраля 2024 г.). Том 1. / отв. ред. Д.Р. Хисматулин. — Москва: Изд-во Инфинити, 2024. — С.76–83
10. Медведев В.Л. Робот-ассистированная лапароскопическая радикальная простатэктомия // *Вестник урологии.* — 2018. — № 4. — С. 67–76.
11. Hajebrahimi S, Corcos J, Lemieux MC. International consultation on incontinence questionnaire short form: comparison of physician versus patient completion and immediate and delayed self-administration // *Urology.* 2004 Jun;63(6). P.1076–8.
12. Rosen RC, Cappelleri JC, Smith MD, Lipsky J, Peñalva BM. Development and evaluation of an abridged, 5-item version of the International Index of Erectile Function (IIEF-5) as a diagnostic tool for erectile dysfunction. *International Journal of Impotence Research* 1999, 11 (6). P. 319–26.
13. Ferreira CH, Vo K. The Pad Test for urinary incontinence in women. *J Physiother.* 2015 Apr;61(2): P.98. doi: 10.1016/j.jphys.2014.12.001.
14. McGuire E.J., Fitzpatrick C.C., Wan J., et al. Clinical assessment of urethral sphincter function. // *J. Urol.* 1993. V. 150. N 5. Pt. 1. P. 1452–1454.
15. Dorey, G., Speakman, M.J., Feneley, R.C., Swinkels, A., Dunn, C., & Ewings, P. Pelvic floor exercises for treating post-micturition dribble in men with erectile dysfunction: a randomized controlled trial // *Urologic nursing.* 2004. 24(6) P.490–7, 512.

© Чернов Кирилл Евгеньевич (chernov_ke@mail.ru); Маришин Роман Игоревич (marishin-urology@mail.ru);
Медведев Владимир Леонидович (Medvedev_vlad@mail.ru); Мовчан Константин Николаевич (movchanK@spbmiac.ru);
Чернова Анна Юрьевна (panasova_anna1309@mail.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

Наши авторы

Abdrakhmanova A. — PhD, Associate Professor, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Kazan (Volga Region) Federal University»

Aleshina E. — Candidate of Medical Sciences, associate professor, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko Ministry of Health of Russia

Avramenko M. — Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky

Azizova D. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Kazan Federal University

Belyakova A. — Post-graduate student, Moscow City University (MCU)

Beteeva M. — graduate student, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Russian Peoples' Friendship University named after Patrice Lumumba»; dental surgeon, Oral and Maxillofacial Hospital for War Veterans

Buchelnikov M. — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Siberian State University of Water Transport

Budaichiev G. — PhD, assistant, Dagestan State Medical University, Ministry of Health of Russia, Makhachkala

Byalovsky Yu. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Ryazan State Medical University named after academician I.P. Pavlov

Chaus Z. — V. I. Vernadsky Crimean Federal University (Simferopol)

Chernov K. — Northwestern State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg; Kuban State Medical University, Krasnodar

Chernova A. — Kuban State Medical University, Krasnodar

Chernysheva E. — Doctor of Medical Sciences, Astrakhan State Medical University Ministry of Health of Russia

Chiskidov S. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Academy of Civil Protection EMERCOM of Russia, Khimki (Moscow region)

Druzhinina O. — Graduate student, Siberian State University of Water Transport

Our authors

Dudin S. — Candidate of Sciences in Technology, Senior Research Officer Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Institute of Physical Materials Science, Russia, Ulan-Ude

Dzhurov A. — Postgraduate student, Don State Technical University

Ermakova T. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Moscow City University

Fedoseev A. — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia

Filchenkov A. — Ph.D., National Research ITMO University (Saint-Petersburg)

Fischev S. — MD, Professor, «St. Petersburg State Pediatric Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation

Gadzhieva R. — dentist at the Family Dentistry dental clinic in Makhachkala

Galstyan S. — PhD, Associate Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation

Gamm T. — Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Federal State budgetary educational institution higher education «Orenburg State University»

Gayvoronskaya A. — Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky

Gaziev D. — Kazan Federal University

Goryachkin B. — candidate of technical Sciences, associate Professor, Moscow State Technical University names Bauman

Grivko E. — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Federal State budgetary educational institution higher education «Orenburg State University»

Idigenov B. — Postgraduate student, Federal State budgetary educational institution higher education «Orenburg State University»

Ippolitov Yu. — doctor of medical sciences, professor, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko Ministry of Health of Russia

Iureva A. — Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian University of Medicine of the Ministry of Health of the Russian Federation

Iureva S. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Northern State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation

Kaliberdenko V. — Candidate of Medical Sciences, V.I. Vernadsky Crimean Federal University (Simferopol)

Kamenskikh G. — Candidate of Medical Sciences, obstetrician-gynecologist, Regional Clinical Hospital N2, Perinatal Center, Krasnodar city

Kashapov L. — PhD, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Kazan (Volga Region) Federal University»

Khairutdinova A. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Kazan Federal University

Khakimova L. — Kazan Federal University

Klepalko E. — Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko Ministry of Health of Russia

Klimin P. — graduate student, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

Klimov A. — PhD, associate Professor «Saint Petersburg state pediatric medical University» of the Ministry of health of the Russian Federation

Kokina D. — Senior lecturer, Ryazan State Medical University named after Academician I.P. Pavlov

Komarov V. — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia

Kondratyuk A. — PhD, Assistant, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation

Kosova Yu. — Senior lecturer, Ryazan State Medical University named after Academician I.P. Pavlov

Kuralesina V. — Candidate of Medical Sciences, associate professor, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko Ministry of Health of Russia

Kurbanova E. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Dagestan State Medical University, Ministry of Health of Russia, Makhachkala

Kurtmulaeva L. — Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky (Simferopol)

Kuzmichev B. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Astrakhan State Medical University Ministry of Health of Russia

Laksaeva E. — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Ryazan State Medical University named after Academician I.P. Pavlov

Lobanov L. — candidate of medical sciences, associate professor, Chita State Medical Academy

Lobanov S. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Chita State Medical Academy

Lobanov Yu. — candidate of medical sciences, associate professor, Chita State Medical Academy

Lomskov M. — Candidate of biological science, Associate Professor, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Scriabin, Moscow

Makarova E. — Candidate of biological science, Associate Professor, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Scriabin, Moscow

Mamutov R. — V. I. Vernadsky Crimean Federal University (Simferopol)

Marishin R. — Kuban State Medical University, Krasnodar

Medvedev V. — Kuban State Medical University, Krasnodar

Mikhailova S. — Candidate of Medical Sciences, associate professor, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko Ministry of Health of Russia

Mkrtchyan K. — dental surgeon, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Russian Peoples' Friendship University named after Patrice Lumumba»

Moskalenko I. — Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky

Movchan K. — Northwestern State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg

Nichiporova O. — St. Petersburg State Pediatric Medical University

Nikitin A. — Graduate student, Siberian State University of Water Transport

Novoselova D. — candidate of physical and mathematical Sciences, teacher, Kuzbass Institute of the FSIN of Russia

Nozdracheva E. — Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky

Olkhovaya A. — Post-graduate student, Moscow City University

Osloпова Yu. — PhD, Associate Professor, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Kazan (Volga Region) Federal University»

Ovcharenko E. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky (Simferopol)

Parshina S. — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «V.I. Razumovsky Saratov State Medical University», Ministry of Health of the Russian Federation

Pashkova A. — Professor, Doctor of Medical Sciences, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Ministry of Health of the Russian Federation

Pavlova S. — PhD, Associate Professor, «St. Petersburg State Pediatric Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation

Ponomareva L. — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia

Popov E. — Doctor of Medical Sciences, Astrakhan State Medical University Ministry of Health of Russia

Popov V. — PhD, Associate Professor, «St. Petersburg State Pediatric Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation

Popova A. — Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Northern State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation

Prokhorovich T. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University

Puzdyreva M. — PhD, Assistant, «St. Petersburg State Pediatric Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation

Ramazanova Z. — Postgraduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «V.I. Razumovsky Saratov State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation; cardiologist at the Clinical Hospital «RZD-Medicine» in Saratov

Raupova R. — Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky (Simferopol)

Romashkova O. — Doctor of Engineering, Professor, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Moscow

Rossolko D. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University

Rozhkova M. — Assistant, «St. Petersburg State Pediatric Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation

Rukhlyada N. — Doctor of Medical Sciences, Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University

Ryzhkova Yu. — Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko Ministry of Health of Russia

Saitov I. — Ph.D. scholar, National Research ITMO University (Saint-Petersburg)

Saltanova T. — Associate Professor, Tyumen State University

Samokhina A. — doctor of functional diagnostics, CHUZ «CB «Russian Railways – Medicine» Astrakhan»

Sevastyanov A. — MD, Professor, «St. Petersburg State Pediatric Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation

Shapovalov K. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Chita State Medical Academy

Sheret R. — V. I. Vernadsky Crimean Federal University (Simferopol)

Shkarlet E. — Kazan Federal University

Shtorina A. — PhD, Associate Professor, «St. Petersburg State Pediatric Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation

Shultz I. — Cadet, Federal State Educational Institution of THE Kuzbass institute of the Federal Penitentiary Service of Russia

Sultanova O. — Candidate of Medical Sciences, Assistant, Astrakhan State Medical University Ministry of Health of Russia

Sychev I. — Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Ryazan State Medical University named after Academician I.P. Pavlov

Taits A. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University

Tasinov A. — Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky (Simferopol)

Tasinov E. — Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky (Simferopol)

Tereshkov P. — candidate of medical sciences, Chita State Medical Academy

Tonckih V. — Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Northern State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation

Torzhkov M. — Moscow State Technical University names Bauman

Toumassian M. — NWSMU named after I.I. Mechnikov

Tuninsky O. — Head of the Department of Environmental Education and Animal Accounting of the Directorate of Natural Territories «Kuzminki-Lyublino» GPBU «Mospriroda», Moscow

Uryadnikova V. — graduate student, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko Ministry of Health of Russia

Ushakov M. — Correspondence Postgraduate Student, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Ministry of Health of the Russian Federation

Vanina D. — assistant, Ryazan State Medical University named after academician I.P. Pavlov

Veligurov G. — Candidate of Medical Sciences, obstetrician-gynecologist, Regional Clinical Hospital N2, Perinatal Center, Krasnodar city

Volodina T. — Senior Lecturer, Tyumen State University

Zabolotnicova V. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia

Zaderenko I. — Doctor of Medical Sciences, senior researcher of the oncology department of surgical methods for the treatment of head and neck tumors of the Research Institute of Oncology, Federal State Budgetary Institution «National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Blokhin» of the Ministry of Health of Russia

Zaredinova T. — Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky (Simferopol)

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 допускается.
- ◆ 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).