

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 12 2019 (ДЕКАБРЬ)

Учредитель журнала
Общество с ограниченной ответственностью
«НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Журнал издается с 2011 года.

Редакция:

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

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

Издатель:

Общество с ограниченной ответственностью
«Научные технологии»

Адрес редакции и издателя:
109443, Москва, Волгоградский пр-т, 116-1-10
Тел./факс: 8(495) 755-1913
E-mail: redaktor@nauteh.ru
<http://www.nauteh-journal.ru>

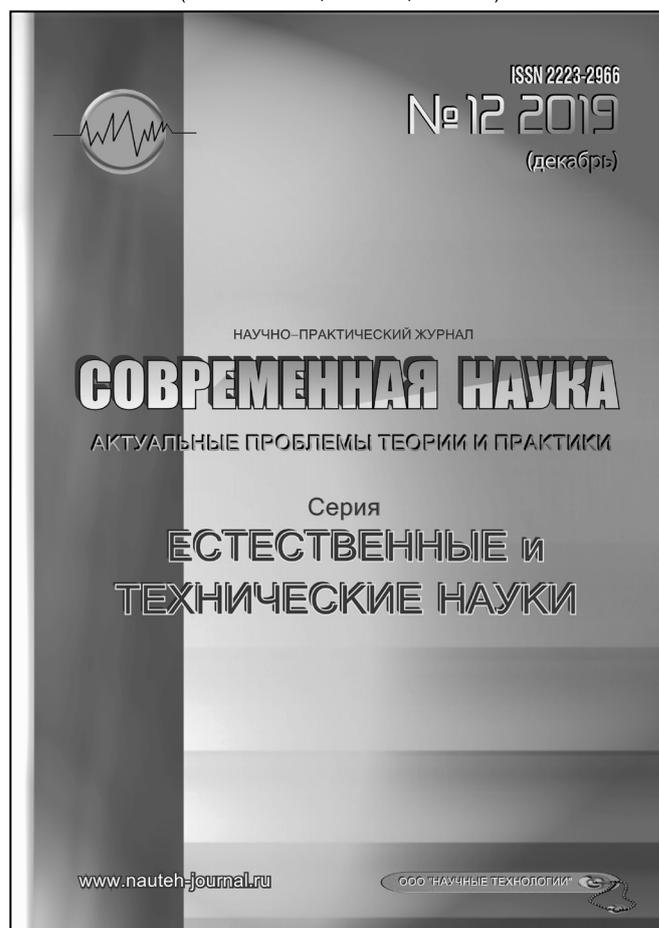
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(БАК 05.13.00, 03.02.00, 14.01.00)



В НОМЕРЕ:

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

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

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

Журнал отпечатан в типографии
ООО «КОПИ-ПРИНТ» тел./факс: (495) 973-8296
Подписано в печать 25.12.2019 г. Формат 84x108 1/16
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.

ISSN 2223-2966



Редакционный совет

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Общая биология

Балтина Т. В., Сабирова Д. Э., Балтин М. Э. — Оценка нейропротекторных эффектов при различных способах доставки метилпреднизолона в нервную ткань при травме спинного мозга у крыс
Baltina T., Sabirova D., Baltin M. — Evaluation of neuroprotective effects at different methods of delivery of methylprednisolone in nervous tissue in spinal cord injury 7

Баранов А. П., Лунев М. И. — Специфика экотоксикологической оценки почв с высоким фоном осадков сточных вод
Baranov A., Lunev M. — Specificity of ecotoxicological assessment of soils with high background of sewage sludge 11

Максимович К. Ю., Максимович Е. Ю. — Эколого-геохимическая оценка загрязнения почв полигонов коммунальных и промышленных отходов на примере г. Рубцовск
Maksimovich K., Maksimovich E. — Ecological-geochemical evaluation of soil pollution of municipal and industrial waste polygons on the example of Rubtsovsk 15

Саед Манас, Запруднова Е. А., Трифонова Т. А. — Антиоксидантные ферменты и хроническая обструктивная болезнь лёгких
Sayed Manas, Zaprudnova E., Trifonova T. — Antioxidant enzymes and chronic obstructive pulmonary disease 20

Солнцева Д. В. — Доочистка смешанных сточных вод от ионов тяжелых металлов сорбентами на примере очистных сооружений города Ульяновска
Solntseva D. — Treatment of mixed waste water from ions of heavy metals by sorbents on the example of cleaning of the city of Ulyanovsk 24

Шаймарданова Г. Ф., Сальников В. В., Васильева А. Р., Гайсин И. А. — Влияние разгрузки задних конечностей на миелинизацию и экспрессию аннексина V и агрина в чувствительной и смешанной ветвях седалищного нерва мыши
Shaymardanova G., Salnikov V., Vasilyeva A., Gaysin I. — Effect of hind limb unloading on myelination and expression of annexin V and agrin in the sensitive and mixed branches of the sciatic nerve of the mouse 29

Информатика, вычислительная техника и управление

Абанин В. С. — Система автоматизированной оценки деятельности парашютиста для управления содержанием учебных сценариев в перспективном облике тренажера
Abanin V. — A system of automated assessment of the paratrooper activity to manage the training process in simulators of the future 35

Али Алдиканджи — Эволюция искусственного интеллекта в компьютерных играх
Ali Alliance — Evolution of artificial intelligence in computer games 41

Астафьев А. Н., Геращенко С. И., Шаранов С. И. — Проектирование медицинской системы поддержки принятия решений
Astafyev A., Gerashchenko S., Sharapov S. — Design of medical decision support system 46

Воронин И. В., Газин А. И., Зияутдинов В. С., Золотарева Т. А., Селищев О. В., Скуднев Д. М. — Система поддержки принятия решений для идентификации состояния локальной вычислительной сети: алгоритмический уровень
Voronin I., Gazin A., Ziyautdinov V., Zolotareva T., Selishchev O., Skudnev D. — The system of support of decision-making to identify the state of the local computer network: an algorithmic level 54

Глебова Н. С. — анализ градирен электростанций как элемент производства тепловой и электрической энергии <i>Glebova N.</i> — Analysis of cooling towers of power plants as an element of heat and electricity production..... 58	Павлов Ю. В., Широков А. И. — Формализация задачи составления оптимального плана обработки водных участков землеснарядами <i>Pavlov Y., Shirokov A.</i> — The construction of the optimal plan to treat water areas with dredgers 92	
Калистратов Д. С. — Перспективные системы мониторинга автотранспортных потоков мегаполисов <i>Kalistratov D.</i> — Perspective systems of megapolises traffic flows monitoring 62	Трегубов А. С. — Интеллектуальный анализ мнений и настроений с использованием нечеткой логической модели <i>Tregubov A.</i> — Intelligent analysis of opinions and moods using fuzzy logic model 96	
Ковалев С. В. — Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента <i>Kovalev S.</i> — Comprehensive research of scientific and technical problems using modern technology of mathematical modeling and computational experiment 66	Юркова О. Н., Слепцова М. А. — Разработка специального программного обеспечения систем управления и механизмов принятия решений для управления студенческими общежитиями <i>Yurkova O., Sleptsova M.</i> — Development of special software of management systems and mechanisms for decision-making for management of student hostels..... 100	
Мешалкин В. А., Викторов В. А., Пилюгин А. А. — Проблема электромагнитной совместимости – следствие научно-технического прогресса <i>Meshalkin V., Viktorov V., Pilyugin A.</i> — The problem of electromagnetic compatibility – a consequence of scientific and technical progress 71	Клиническая медицина	
Мутанна М. С., Лячек Ю. Т., Наср Тарек Мохаммед Абдулджаббар — На пути к ультранизким задержкам и энергоэффективности в сетях LoRaWAN <i>Mutanna M., Lyachek Yu., Nasr T.</i> — On the way to ultra-low latency and energy efficiency in LoRaWAN networks..... 78	Алиева С. П. — Навигация при дефектах костной ткани на нижней и верхней челюсти <i>Alieva S.</i> — Navigation in defects of bone tissue in the lower and upper jaw 106	
Новгородцева Т. Ю., Иванова Е. Н., Лесников И. Н., Дядькин Ю. А., Червинский М. К. — Агентное моделирование как один из подходов к исследованию поведения людей при возникновении чрезвычайной ситуации в образовательной организации <i>Novgorodtseva T., Ivanova E., Lesnikov I., Dyadkin Yu., Chervinskij M.</i> — Agent-based model as one of approaches to research the behavior of people when arising an extremely situation in an educational organization 84	Анненкова Е. И. — Эффективность восстановления фертильности у пациенток с бесплодием, ассоциированным с эндометриодными кистами яичников <i>Annenkova E.</i> — The effectiveness of fertility restoration in patients with infertility and endometrioid ovarian cysyts..... 110	
	Бакаев Ю. А., Файбушевич А. Г., Гительзон Е. А., Абазян М. Д., Какабадзе Н. М., Тодуа Д. М. — Частота встречаемости послеоперационных осложнений при ЛРГ по данным литературного обзора <i>Bakaev Yu., Faibushevich A., Gitelzon E., Abazyan M., Kakabadze N., Todua D.</i> — The incidence of postoperative complications in LSG according to the literature review..... 116	

- Беликова Л. В., Горохов Е. А., Константинова О. Д., Воронцова Н. А., Сенникова Ж. В.** —
Дополнительные методы,
улучшающие результаты ЭКО
Belikova L., Gorokhov E., Konstantinova O., Vorontsova N., Sennikova Zh. —
Additional methods that improve IVF results..... 120
- Губарь Т. К., Алексеева Л. Л.** — Успешный исход
беременности у пациентки с полным
предлежанием плаценты в рамках генетически
детерминированной тромбофилии
Gubar T., Alekseeva L. — Successful pregnancy
outcome in a patient with complete placenta previa
in case of genetically determined thrombophilia 124
- Костенко О. Ю., Пергатый Н. А.** —
Применение современных новогаленовых
лекарственных препаратов в практике
ортопедической стоматологии
Kostenko O., Pergatyy N. — The use
of modern newgalenic drugs
in the practice of orthopedic dentistry..... 127
- Косухин Е. С., Щегольков А. М., Макиев Р. Г., Анучкин А. А., Горнов В. В.** — Наиболее
значимые факторы риска развития
гипертонической болезни у авиационных
специалистов государственной авиации
Kosukhin E., Schegolkov A., Makiev R., Anuchkin A., Gornov V. — The most significant risk factors
for the development of hypertension
in the aviation specialists of the state aviation..... 131
- Кошимбаева Л. А.** — Инвазивная оценка
центрального аортального артериального
давления, дифференциальное влияние
бета-блокаторов против не-бета-блокаторов
и их корреляция с тяжестью ишемической болезни
сердца у больных гипертонической болезнью
Koshimbaeva L. — Invasive assessment
of central aortic blood pressure, differential
effect of beta-blockers versus non-beta-blockers
and their correlation with the severity of coronary
heart disease in hypertensive patients 136
- Малервейн А. В.** — Зубочелюстные аномалии
у пациентов с детским церебральным параличом
Malervein A. — Maxillofacial
abnormalities in patients with cerebral palsy..... 144
- Милицкова А. Д., Мухаметова Э. Р., Балтина Т. В.** — Изменение параметров моторных
вызванных ответов мышц нижних конечностей
в условиях различных поструральных задач
Militskova A., Mukhametova E., Baltina T. —
Variation in motor evoked responses of lower
limb muscles during different postural tasks 148
- Муфазалов Ф. Ф., Мансуров К. В., Занега В. С.** —
Адьювантная лучевая терапия немелкоклеточного
рака легкого, современное направление
Mufazalov F., Mansurov K., Zanega V. —
Adjuvant radiation therapy of non-small
cell lung cancer, modern direction..... 152
- Николаева Л. П.** — Оценка содержания
ГСК и ММСК в костном мозге трубчатых
костей нижних конечностей после ампутации
Nikolaeva L. — Assessment of the content
of HSC and MMSC in the bone marrow of tubular
bones of the lower extremities after amputation 155
- Нуриева Н. С., Делец А. В.** — Использование
цифровых методов в изготовлении
индивидуальной ложки, как первого этапа
сложночелюстного протезирования
Nurieva N., Delec A. — Use of digital methods
in production of the individual spoon, as first
stage slozhnochelyustny of prosthetics 160
- Пилипенко Н. Д., Пилипенко К. Д.** —
Исправление прикуса элайнерами
Pilipenko N., Pilipenko K. — Elite bite correction..... 164
- Ростов А. В., Ростов А. А.** — Изучение
остаточной мощности лазерного излучения
в корневых каналах, подготовленных
под литую культевую вкладку (in vitro)
Rostov A., Rostov A. — Study of the residual
power of laser radiation in the root canals
prepared under a cast stump insert (in vitro) 170

Старкова Л. Н., Пихтилева Н. А., Трусова А. С. — Формирование здорового образа жизни студентов-медиков через информированность и вовлеченность в исследование <i>Starkova L., Pikhteleva N., Trusova A.</i> — Formation of a healthy lifestyle of medical students through awareness and involvement in research. 173	Трусов Ю. А., Зинкина А. А. — Особенности фармакотерапии больных ХСН с сопутствующим сахарным диабетом 2 типа <i>Trusov Yu., Zinkina A.</i> — Features of pharmacotherapy of patients with CHF with concomitant type 2 diabetes. 192
Статовская Е. Е. — Корреляция функциональных характеристик прикуса и формирование вынужденного бокового смещения нижней челюсти у пациентов с синдромом дисфункции височно-нижнечелюстных суставов <i>Statovskaya E.</i> — Correlation of bite functional characteristics and formation of forced lateral displacement of the mandible in patients with temporomandibular joint dysfunction syndrome 179	Шукри А. А. — Результаты лечебно-диагностических мероприятий при черепно-мозговой травме <i>Shukri A.</i> — Diagnosis and treatment results of traumatic brain injury. 196
Тотров И. Н., Амбалова С. А., Еналдиева Р. В., Джикаева З. С., Медоева А. А., Антониади И. В., Улубиева Е. А., Медоева А. С., Купеева А. М., Албегова З. А. — Фактор некроза опухоли- α и липидный спектр у больных ревматоидным артритом <i>Totrov I., Ambalova S., Enaldieva R., Djikaeva Z., Medoeva A., Antoniad I., Ulubieva E., Medoeva A., Kupееva A., Albegova Z.</i> — Tumor- α necrosis factor and lipid spectrum in patients with rheumatoid arthritis. 187	Яцук А. В., Сиволапов К. А. — Исследование заболеваемости мышечно-суставного комплекса у жителей Сибирского региона <i>Yatsuk A., Sivolapov K.</i> — Study of the incidence of muscle-joint complex in the Siberian region. 199
	Информация
	Наши авторы. Our Authors. 204
	Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале 208

ОЦЕНКА НЕЙРОПРОТЕКТОРНЫХ ЭФФЕКТОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ДОСТАВКИ МЕТИЛПРЕДНИЗОЛОНА В НЕРВНУЮ ТКАНЬ ПРИ ТРАВМЕ СПИННОГО МОЗГА У КРЫС

EVALUATION OF NEUROPROTECTIVE EFFECTS AT DIFFERENT METHODS OF DELIVERY OF METHYLPREDISOLONE IN NERVOUS TISSUE IN SPINAL CORD INJURY

**T. Baltina
D. Sabirova
M. Baltin**

Summary. In present article it was shown the effectiveness of local delivery of methylprednisolone by combination with a copolymer in comparison with intravenous administration of methylprednisolone in a treatment of spinal cord injury. The contusion spinal cord injury was modeled in rats according to the Allen method. Assessment of the state of the neuromotor apparatus was carried out with the use of electrophysiological methods by evaluating parameters of evoked responses of rat hind limb muscles during epidural spinal cord stimulation. The state of motor activity was estimated according to the BBB scale in an open field test. All experiments were performed in compliance with bioethical norms. It was shown that the complex of methylprednisolone with the polymer changed the excitability of spinal cord neurons and improved the functional recovery of motor functions. It was found that a single administration of methylprednisolone during the first 6 hours after the injury had a neuroprotective effect. It was demonstrated that local delivery of methylprednisolone in combination with a copolymer could minimize side effects associated with a high dose of systemic delivery of methylprednisolone, providing local and prolonged release of methylprednisolone to the damaged spinal cord. Obtained results may be relevant for the development of optimal treatment protocols in experimental and future clinical studies aimed at improving posttraumatic regeneration of the spinal cord.

Keywords: spinal cord injury, rats, electrophysiology, methylprednisolone succinate, copolymer..

Балтина Татьяна Валерьевна

К.б.н., доцент, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет
tvbaltina@gmail.com

Сабирова Диана Эмильевна

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет
sabirova.dianka@list.ru

Балтин Максим Эдуардович

М.н.с., ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет
Baban.bog@mail.ru

Аннотация. В статье показана эффективность локальной доставки метилпреднизолон в комплексе с сополимером после повреждения спинного мозга в сравнении с внутривенным введением препарата. Использовали модель контузионной травмы спинного мозга у крыс по методу Аллена. Оценку состояния нейро-моторного аппарата проводили с использованием электрофизиологических методов по параметрам вызванных ответов мышц задней конечности крысы при эпидуральной стимуляции спинного мозга. Состояние двигательной активности осуществляли с использованием шкалы БББ в тесте открытое поле. Все эксперименты выполнены с соблюдением биоэтических норм. Показано, что комплекс метилпреднизолон с полимером изменяет возбудимость нейронов спинного мозга и улучшает функциональное восстановление двигательных функций. Определено, что однократное введение метилпреднизолон в течение первых 6 часов после травмы оказывает нейропротекторный эффект. Продемонстрировано, что локальная доставка метилпреднизолон в комплексе с сополимером может минимизировать побочные эффекты, связанные с высокой дозой системной доставки метилпреднизолон, обеспечивая локальное и длительное высвобождение метилпреднизолон в поврежденный спинной мозг. Полученные результаты могут иметь значение для разработки оптимальных протоколов лечения в экспериментальных и будущих клинических исследованиях, направленных на улучшение посттравматической регенерации спинного мозга.

Ключевые слова: травма спинного мозга, крысы, электрофизиология, метилпреднизолон сукцинат, сополимер.

Введение

Метилпреднизолон натрия сукцинат (МПС) в настоящее время является единственным нейропротекторным препаратом, обычно используемый в клинике для лечения острой травмы спинного мозга (ТСМ). МПС имеет давнюю историю применения при широком спектре заболеваний, учитывая его сильное противовоспалительное действие. Однако все больше исследований на животных в модельных экспериментах при ТСМ продемонстрировали неоднозначные результаты в отношении нейропротекторной эффективности МПС [1]. Как и у всех глюкокортикоидов, побочные эффекты МПС зависят как от дозы, так и от продолжительности введения, и могут варьировать от изменения внешнего вида (например, отечность) до тех, которые угрожают жизни пациента. Показана возможность развития сопутствующих заболеваний, которые могут усугубляться при лечении МПС [2].

Неионогенные амфифильные полимеры привлекают все большее внимание исследователей, так как способны обратимо изменять конформацию и активность биологических компонентов — липидных мембран, мембранных транспортеров и ферментов [3]. К числу наиболее изученных амфифильных полимеров относятся блоксополимеры этиленоксида и пропиленоксида. Несмотря на достигнутые в этой области успехи, актуальной задачей остается разработка более активных и менее токсичных эффекторов внутриклеточной доставки биологически активных веществ на основе амфифильных полимеров.

Целью настоящего исследования было оценить функциональные изменения спинальных нейронных сетей в остром периоде травмы спинного мозга электрофизиологическими методами при использовании новых биологически активных сополимеров, проявляющих функцию переносчика лекарственных препаратов в центральную нервную систему и нейропротекторное действие.

Материалы и методы исследования

В ходе экспериментов были обследованы нелинейные лабораторные крысы-самки, массой 160–240 граммов. Все эксперименты были выполнены с соблюдением биоэтических норм и одобрены Локальным этическим комитетом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» протокол № 2 от 29.05.2015 г. Все процедуры выполнялись под комбинированным внутримышечным наркозом с использованием золетила («Zoletil 50» «Virbac», Франция), 1 мг/кг и ксилавета инъекци-

онного (XylaVET, «Pharmamagist Ltd», Венгрия) 0,05 мл/кг — 0,10 мл/кг.

Открытая контузионная позвоночно-спинномозговая травма наносилась на уровне позвонка T8 по модифицированной методике A. R. Allen (1911) [4].

Регистрацию вызванных ответов исследуемых мышц проводили до операции, сразу после операции и через каждый час на протяжении 6 часов после нанесения контузионной травмы. Эпидуральную стимуляцию на уровне L1 проводили одиночными стимулами длительностью 0,5 мс, при интенсивности стимуляции в диапазоне от 0,5 до 10 В (экспериментальная установка со стимулятором и усилителем A-M systems). Проводили анализ изменений максимальной амплитуды вызванных ответов, как среднее из семи ответов и представлены в процентах от контрольной величины.

Для оценки количества МПС в тканях спинного мозга определяли концентрации исходного МПС, так и продукт его гидролиза — метилпреднизолон (МП) в органическом субстрате с использованием хромато-масс-спектрометрии.

Двигательная функция оценивалась в открытом поле, используя систему скрининга БББ (шкала Бассо, Битти и Бреснахан [5]).

Крысы случайным образом, слепо были распределены на группы:

1. Группа животных с травмой спинного мозга без лечения (ТСМ; n=7);
2. Группа животных, которой получали однократную высокую дозу метилпреднизолон сукцината натрия (30 мг / кг) внутривенно сразу после травмы, далее через 8 часов после травмы, с последующим повторным введением через 24 и 48 часов после травмы (МПС Инф; n=8).
3. Группа животных, которой получали однократную высокую дозу метилпреднизолон сукцината натрия (30 мг / кг) внутривенно сразу после травмы (МПС; n=5).
4. Группа животных с лечением МПС в комбинации с полимером, которым апплицировали комплекс МПС и полимера на твердую оболочку травмированной части спинного мозга в течение 6 часов (МПС+L6; n=8).
5. Группа животных, которым апплицировали полимер на твердую оболочку травмированной части спинного мозга в течение 6 часов (L6; n=8).
6. Группа животных, которым апплицировали МПС на твердую оболочку травмированной части спинного мозга в течение 6 часов в нейтральном геле (Аплик. МПС, n=5).

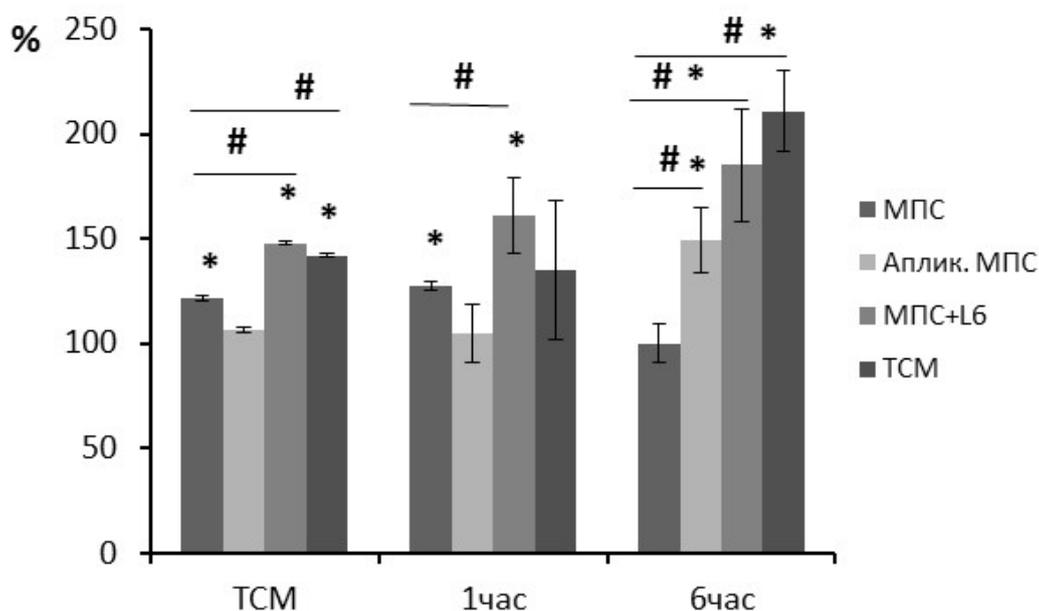


Рис. 1. Изменение амплитуды вызванных моторных ответов икроножной мышцы при эпидуральной стимуляции спинного мозга у крыс с контузионной травмой спинного мозга при различных способах доставки метилпреднизолон сукцината. За 100% приняты значения до оперативного вмешательства. По оси абсцисс обозначено время регистрации ТСМ — сразу после нанесения ТСМ, 1 час — через 1 час после травмы, 6 час — через 6 часов после травмы; по оси ординат — значение максимальной амплитуды моторных ответов икроножной мышцы на эпидуральную стимуляцию спинного мозга в%; различными оттенками показаны группы (см. описание в методах); * — $p < 0.05$ — сравнение с до операционными значениями; # — $p < 0.05$ — сравнение между группами

Статистическая обработка данных производилась в программе Original Lab. Все данные представлены в виде среднего \pm SE. Статистически значимые различия определяли с использованием ANOVA. Уровень критерия статистической значимости был установлен на уровне $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

В нашем исследовании использование МПС для лечения в острой фазе ТСМ у крыс не привело к функциональному восстановлению двигательных функций при оценке моторной функции в открытом поле с использованием шкалы БББ, что было показано и в других исследованиях [6;7]. Кроме того, выживаемость животных в группе МПС Инф была менее 50%. В литературе показано, что при использовании больших доз глюкокортикоидных стероидов у пациентов с повреждением спинного мозга нейропротекторные свойства МПС могут быть компенсированы отрицательным действием высоких доз препарата, которые могут поставить под угрозу неврологическое восстановление и даже выживание больных с острым повреждением спинного мозга [8].

Мы предположили, что большинство побочных эффектов терапии МПС относятся к высокой системной дозировке и связанной с ней токсичности и что плохое восстановление двигательных функций, также является отражением неэффективной дозировки в месте повреждения. Кроме того, как было показано выше, система непрерывного введения МПС может привести к различным побочным эффектам. В научно-исследовательской лаборатории «Биоактивные полимеры и пептиды» КФУ (научный руководитель Абдуллин Т.И., к.н.) проводятся междисциплинарные исследования и разработки системы доставки лекарств. В лаборатории было получено новое средство доставки биологически активных веществ в клетки и ткани организма, представляющее собой двифункциональные и трифункциональные окисленные сополимеры этиленоксида и пропиленоксида (окисленный сополимер L6003-COON) [9;10]. Данная разработка позволила внедрить новый подход для локальной и устойчивой доставки МРС на поврежденную ткань спинного мозга за счет использования сополимера. Наши результаты продемонстрировали, что местная доставка комплекса МПС+L6M после повреждения спинного мозга способствовала восстановлению двигательных функций по шкале БББ в хроническом периоде

травмы, то есть можно говорить о нейропротекторном эффекте использованного сополимера.

Для оценки терапевтических эффектов мы использовали методы электрофизиологии. Мы оценивали возбудимость нейронов спинного мозга в первые 6 часов после травмы.

Максимальная амплитуда вызванного ответа икроножной мышцы после контузионной ТСМ возрастала, достигая максимального значения к 6 часам после травмы, увеличиваясь в 2 раза ($p < 0.05$) (рисунок 1). Как видно из рисунка 1 у животных в группе МПС (первый столбик) максимальная амплитуда ответа икроножной мышцы увеличивалась ($p < 0.05$), однако через 6 часов эффекта не отмечали. В группе с аппликацией МПС амплитуда вызванного моторного ответа не изменялась, однако через 6 часов отмечали увеличение амплитуды. В группе МПС+L6 (третий столбик) происходило повышение максимальной амплитуды ответа икроножной мышцы сразу после нанесения травмы до 150% ($p < 0.05$) и в дальнейшем амплитуда ответа повышалась, достигая минимума к 6 часам (185%, $p < 0.05$).

Анализ среднего содержания МПС и метилпреднизолона (МП) в гидролизатах спинного мозга (0,1г) показал,

что МП ожидаемо не обнаруживался в интактном спинном мозге и пробе только с аппликацией полимера. При аппликации МПС на поверхность спинного мозга и при внутривенном введении МПС через 6 часов концентрация суммарного МП была незначительна ($6,2 \pm 1,5$ мкМ и $5,1 \pm 1,6$ мкМ, соответственно). Использование МПС с сополимером продемонстрировало значительное повышение метилпреднизолона в тканях спинного мозга ($25,2 \pm 3,5$ мкМ, $p < 0,01$).

Заключение

Наши результаты показали, что локальная доставка МПС с сополимером после повреждения спинного мозга у крыс изменяла возбудимость нейронов спинного мозга и улучшала функциональное восстановление двигательных функций. Кроме того, было показано, что в течение первых 6 часов после травмы сополимер обеспечивал локальное и длительное высвобождение МПС в поврежденный спинной мозг. Таким образом местная доставка МПС в комплексе с сополимером может минимизировать побочные эффекты, связанные с высокой дозой системной доставки МПС, в то же время повышая терапевтическую эффективность МПС для лечения повреждения спинного мозга. Исследование выполнено при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-04-01746 А.

ЛИТЕРАТУРА

1. Akhtar A. Z. Animal studies in spinal cord injury: a systematic review of methylprednisolone/ A. Z. Akhtar, J. J. Pippin, C. B. Sandusky//Altern. Lab. Anim. — 2009. — V.37. — P. 43–62.
2. Oejo A. Methylprednisolone/A. Oejo, R. Correa [Updated 2019 Aug 21]. In: Stat Pearls [Internet]. Treasure Island (FL): Stat Pearls Publishing; 2019. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544340/>.
3. Sandanaraj, B. S. Noncovalent modification of chymotrypsin surface using an amphiphilic polymer scaffold: implications in modulating protein function/B.S. Sandanaraj, D. R. Vutukuri, J. M. Simard, A. Klaikherd, R. Hong, V. M. Rotello, S. Thayumanavan//J. Am. Chem. Soc. — 2005. — V. 3. — P. 10693–10698.
4. Anderson, T. E. A Controlled pneumatic technique for experimental spinal cord contusion/T. E. Anderson//J. Neurosci. Methods. — 1982. — V.6, № 4. — P. 327–333.
5. Basso, D.M. A sensitive and reliable locomotor rating scale for open field testing in rats/ D. M. Basso, M. S. Beattie, J. C. Bresnahan//J. Neurotrauma. — 1995. — V.12, № 1. — P. 1–21.
6. Weaver, L. C. Methylprednisolone causes minimal improvement after spinal cord injury in rats, contrasting with benefits of an anti-integrin treatment/ L. C. Weaver, D. Gris, L. R. Saville, M. A. Oatway Y. Chen, D. R. Marsh, E. F. Hamilton, G. A. Dekaban//J. Neurotrauma. — 2005. — V. 22, № 12. — P. 1375–1387.
7. Fehlings, M. G. Efficacy and Safety of Methylprednisolone Sodium Succinate in Acute Spinal Cord Injury: A Systematic Review/ M. G. Fehlings, J. R. Wilson, J. S. Harrop, B. K. Kwon, L. A. Tetreault, P. M. Arnold, J. M. Singh, G. Hawrylyuk, J. R. Dettori//Global Spine J. — 2017. — V.7, № 3. — P. 116–137.
8. Galandiuk, S. The two-edged sword of large-dose steroids for spinal cord trauma/S. Galandiuk, G. Raque, S. Appel, H. C. Jr. Polk/Ann. Surg. — 1993. — V. 218, № 4. — P. 419–427.
9. Абдуллин Т. И. Средство доставки биологически активных веществ в клетки и ткани организма и способ его применения [Текст]: пат. 2637633 РФ: МПК А61К 31/00, А61К 47/34 / Абдуллин Т. И., Камалов М. И., Ергешов А. А., Сираева З. Ю., Лавров И. А., Радыгина А. А., Салахиева Д. В; заявитель и патентообладатель Казанский (Приволжский) федеральный университет. № 2015144417; заявл. 15.10.2015; опубл. 05.12.2017, Бюл. № 34.
10. Kamalov, M. Non-invasive topical drug delivery to spinal cord with carboxyl-modified trifunctional copolymer of ethylene oxide and propylene oxide/ Kamalov, M., I. Lavrov, A. Ergeshov, Z. Siraeva, M. Baltin; A. Rizvanov, S. Kuznetcova, N. Petrova, I. Savina//Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. — 2016. — V. 140, № 1. — P. 196–203.

© Балтина Татьяна Валерьевна (tvbaltina@gmail.com),

Сабирова Диана Эмильевна (sabirova.dianka@list.ru), Балтин Максим Эдуардович (Baban.bog@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СПЕЦИФИКА ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПОЧВ С ВЫСОКИМ ФОНОМ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

SPECIFICITY OF ECOTOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF SOILS WITH HIGH BACKGROUND OF SEWAGE SLUDGE

**A. Baranov
M. Lunev**

Summary. The analysis of the criteria for assessing the safety of sewage sludge application for agricultural crops is given. On the example of long-term experience in the use of sediment, the features of soil bioassay techniques, changes in test reactions of test organisms in conditions correlating with the changing bioavailability of contaminants in the soil matrix are shown.

Keywords: soil, sewage sludge, bioassay, heavy metals, bioavailability.

Баранов Александр Павлович

С.н.с., ВНИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова
baranov.bigis@yandex.ru

Лунев Михаил Иванович

Д.б.н., г.н.с., ВНИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова
milunev@yandex.ru

Аннотация. Дан анализ критериям оценки экологической безопасности применения осадков сточных вод под сельскохозяйственные культуры. На примере долговременного опыта по применению осадка показаны особенности приемов биотестирования почвы, изменения тест-реакций опытных организмов в условиях меняющейся биодоступности контаминантов, коррелирующей с изменениями матрицы почвы.

Ключевые слова: почва, осадки сточных вод, биотестирование, тяжелые металлы, биодоступность.

Материалы и методы

Оценка последствий внесения ОСВ проводилась с почвой вариантов опыта по внесению ОСВ. проводимого на опытном поле ФГБНУ ВНИИОУ во Владимирской области в 2014–2017 гг. Опыт заложен в 1984 г. и занесен в Реестр Географической сети опытов с удобрениями РФ под № 089 «Изучить процесс рекультивации почв, загрязненных тяжелыми металлами, с использованием растений».

Суммарные дозы ОСВ приведены в расчёте на 50% влажность почвы. Повторность опыта 6-ти кратная; размер делянки 1,5 x 2 м; учетная площадь 3 м²; по периметру опыта защитная полоса шириной 0,4 м; общая площадь опыта 300 м². Аэробностабилизированные осадки сточных вод с очистных сооружений г. Владимира вносили ежегодно с 1984 по 1995 гг., а также периодически (в 2000, 2006, 2010 и 2015 гг.) осенью в сочетании с известкованием доломитовой мукой в дозах 3, 6, 9 т/га (в 1984, 1990, 1995, 2006 и 2015 гг.). Суммарные дозы ОСВ составили 180–1440 т/га (при 50% влажности). В результате длительного применения ОСВ в почву стационарного опыта поступило значительное количество тяжелых металлов (ТМ) (табл. 1).

Почва опытного участка дерново-подзолистая, сформированная на двучленных ледниковых отложениях. Пахотный и иллювиальный горизонты находятся в толще супесчаного отложения, перекрывающего тяжелый

В последние десятилетия все больше сточных вод очищается с целью уменьшить выход эвтрофицирующих веществ и ксенобиотиков в водную среду, что приводит к увеличению производства осадка сточных вод (ОСВ). С учетом улучшения технологических способов очистки осадков от сопутствующих токсических веществ и растущей практики применения ОСВ, широко проводятся опыты с многолетним и массивным применением осадков с целью определения токсико-экологических рисков внесения в почву контаминантов, присутствующих в осадках. Однако многочисленные исследования по оценке последствий ОСВ на почвенную биоту дают достаточно противоречивые результаты. Отмечается как положительное влияние на почвенную биоту и культивируемые растения [1–3], так и накопление отдельных тяжелых металлов (ТМ) в растениеводческой продукции [4].

Широкое использование ОСВ на фоне разнообразия таких почвенных показателей, как содержание органического вещества, кислотность, почвенно-поглощающий комплекс, содержание глины, водный режим, обуславливают необходимость комплексной интегральной оценки токсичности для каждой почвенной разности. Для более полной оценки зависимостей между загрязнением среды ТМ и результатами биотестирования нами были проведены исследования по биотестированию почвы, отобранной из полевых опытов по длительному применению ОСВ и дополнительно загрязненной кадмием в лабораторных условиях.

Таблица 1. Валовое содержание ТМ в почве опыта (0–20 см)

Вариант по внесению ОСВ, т/га	Cd	Cr	Cu	Zn	Pb	Ni
	мг/кг					
Контроль	1,95	64,2	47,9	120,5	18,7	8,7
180	3,17	57,6	50,9	111,4	15,6	7,5
360	4,78	60,0	55,2	120,9	15,7	9,2
720	6,51	87,1	86,3	154,0	16,8	12,8
1440	8,02	113,6	123,6	182,4	20,1	21,3

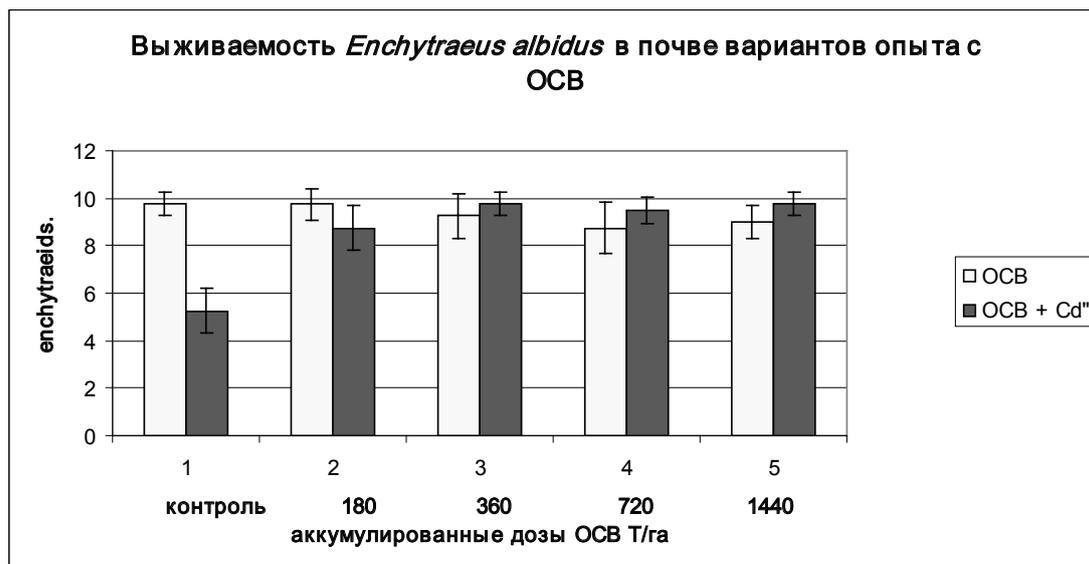


Рис. 1. Выживаемость *Enchytraeus albidus* в почве вариантов опыта с ОСВ.

моренный суглинок. Исходная агрохимическая характеристика слоя почвы

0–20 см в 1984 г. составляла: pH_{col} — 6,0; N_e — 1,05 мг-экв/100г почвы; S — 7,0 мг-экв/100г почвы; P_2O_5 — 95 мг/кг почвы, K_2O — 43 мг/кг почвы, $C_{орг}$ — 0,8%.

Для оценки влияния матрицы почвы, сформировавшейся при регулярном внесении специфического вещества осадка сточных вод, на реакцию подопытных организмов к тяжелым металлам, проводился эксперимент по сравнению чувствительности тест-культур к стандартному токсиканту Cd в почве с осадками и без них.

В образцы почвы по вариантам полевого опыта вносили нитрат кадмия $Cd(NO_3)_2 \cdot 4 H_2O$. Кадмий азотнокислый (производитель ЛенРеактив) вносили в виде водного раствора в тонкий слой почвы (1см) с последующим тщательным перемешиванием и кондиционированием почвы в течение 3 недель. Концентрация кадмия в почвенных образцах составила 50 мг/кг.

Биотестирование почвы из различных вариантов опыта проводили с использованием стандартизированных методик биотестов с энхитреидами *Enchytraeus albidus* [5] и с высшим растением *Brassica rapa*, проведенном в климатической камере [6].

Статистическую обработку результатов биотестирования проводили с помощью программы MS Excel 2003 и прикладного пакета STATISTICA 6.0. Были определены общие статистические показатели: средние величины анализируемых показателей (M), стандартная ошибка среднего (m) и наименьшая существенная разность (НСР). Принятый в работе уровень значимости $b = 0,05$.

Результаты и обсуждение

На рис. 1 показаны результаты биотеста с энхитреидами *Enchytraeus albidus*. Все подопытные организмы выжили в двухнедельном биотесте в почве

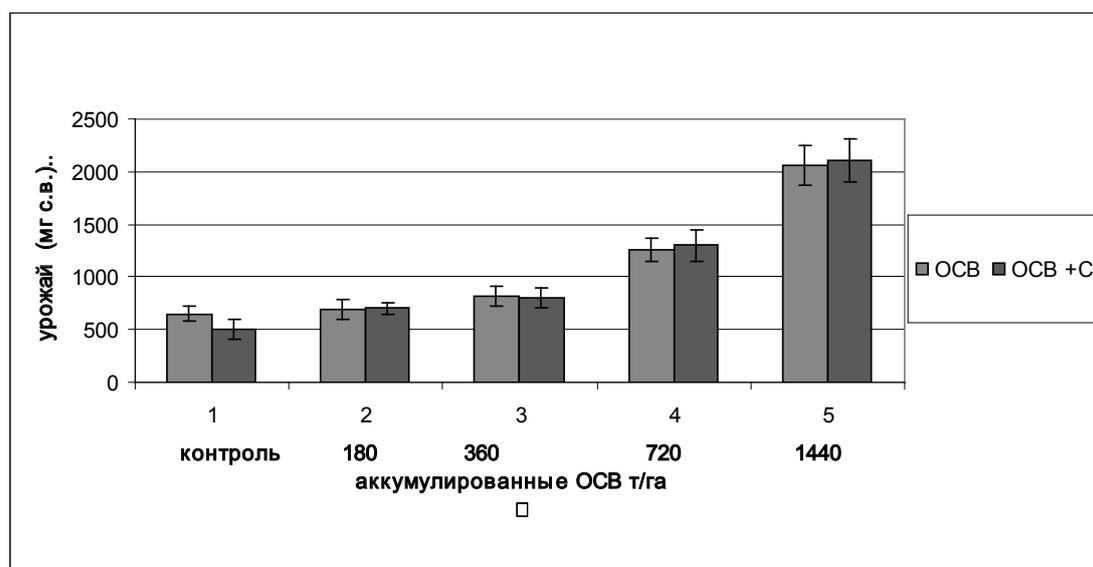
всех вариантов опыта, несмотря на широкую шкалу доз ОСВ, увеличивающую содержание осадка почти

Таблица 2. Урожайность и содержание кадмия в *Brassica rapa*, культивированной на почве вариантов опыта

Вариант, ОСВ, кг/га	Урожайность, мг с.в.	Содержание Cd, мг/кг
контроль	506,4 ± 37,2	0,4 ± 0,03
180	672,7 ± 46,6	0,9 ± 0,07
360	737,5 ± 48,9	1,2 ± 0,05
720	1638,5 ± 123,4	3,6 ± 0,06
1440	2220,5 ± 113,7	4,1 ± 0,08

Таблица 3. Агрохимические показатели почвы контрастных вариантов полевого опыта

Вариант	pH _{KCL}	H ₂	S (Ca+Mg)	ЕКО	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гумус, %	
		мг.-экв./100 г			мг/100 г		0–20см	20–40см
Контроль, без удобрений	6,41	0,66	9,13	9,60	30	5,5	1,69	1,24
ОСВ, 1440 т/га	6,55	0,58	11,62	12,23	189	6,5	2,88	1,77

Рис. 2. Урожайность *Brassica rapa* в почве различных вариантов опыта.

на порядок, и достаточно высокий уровень по кадмию (8,02 мг/кг — табл. 1).

Выживаемость организмов в загрязненной кадмием почве в дозе 50 мг/кг по сравнению с вариантами ОСВ достоверно снизилась только на контроле.

На рис. 2 продемонстрирована возрастающая урожайность культуры на фоне растущих доз ОСВ. Несмотря на увеличение концентраций ТМ культура показывает устойчивый рост урожая. Добавка кадмия не оказывает существенного эффекта на показатель урожайности.

Для определения причин продемонстрированного эффекта и оценки его с точки зрения биодоступности ТМ был проведен анализ содержания кадмия в суммарной массе урожая (корни+листья+побеги) (табл. 2).

Данные, приведенные в табл. 2, демонстрируют пропорциональный внесенным дозам ОСВ рост урожайности культуры с высоким коэффициентом корреляции (0,974). Зависимость «доза-накопление кадмия» характеризуется коэффициентом 0,933. Представленные данные показывают, в какой степени такой показатель биотестирования, как урожайность, соответствует

оценке загрязнения в условиях длительного применения ОСВ.

Известно, что токсичность многих почвенных контаминантов в значительной степени зависит от почвенной матрицы, регулирующей как биодоступность, так и их форму нахождения в почве (степень связанности поглощаемого контаминанта) [7,8].

Данные табл. 3 показывают, как меняется матрица почвы у одного из сравниваемых при биотестировании вариантов (с максимальной дозой ОСВ). Изменение почвенных показателей в результате действия массы питательных веществ и жизнедеятельности биоты, в конеч-

ном итоге, влияет на результат биотестирования, снижая реальный токсический эффект за счет гумифицированного органического вещества.

Выводы

1. Биотестирование почв с длительным применением высоких доз ОСВ может характеризоваться пониженной реакцией тест-культур на токсичность ТМ.
2. Снижение нормы реакции тест-культур на содержание ТМ в почве обусловлено уменьшением биодоступности и закреплением ТМ в матрице почвы с длительным применением ОСВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. J. Jensen. Ecotoxicological effect assessment and risk characterisation of selected contaminants in sewage sludge. PhD Thesis the Danish University of Pharmaceutical Sciences Department of Analytical Chemistry, 2004, 107 p.
2. K. Stöven, A. Al-Issa, J. Rogasik, S. Kratz, J. Kühn. Effect of long term sewage sludge applications on micro-organisms in an arable soil. *Landbauforschung Volkenrode*, 2005, 55(4): p.219–226.
3. A. Charlton, R. Sakrabani, S. Tyrrel, M. Rivas e.a. Long-term impact of sewage sludge application on soil microbial biomass: An evaluation using meta-analysis. *Environmental Pollution*, V. 219, December 2016, p.1021–1035.
4. G. Antonious, J. Snyder. Accumulation of heavy metals in plants and potential phytoremediation of lead by potato. *J. Environ Sci Health A*, 2007, May; 42(6): p.811–814.
5. Горшкова И. А., Гонгальский К. Б., Терехова В. А. Методика измерения токсичности почв по реакциям энхитреид. ФР.1.39.2014.18039. М., MDM print. 2014, 21 с.
6. OECD guideline for the testing of chemicals. 227, 2006, p.1–21.
7. Amorim M. J., Roembke J., Scheffczyk A., Soares A. M. Effect of different soil types on the enchytraeids *Enchytraeus albidus* and *Enchytraeus luxuriosus* using the herbicide Phenmedipham. *Chemosphere*. 2005, V.61 (8). P. 1102–1114.
8. Xanier Domene Casadesus. Methodologies using soil organisms for the ecotoxicological assesment of organic wastes. *Universitat Autònoma de Barcelona*, 2007, 217 p.

© Баранов Александр Павлович (baranov.bigis@yandex.ru), Лунев Михаил Иванович (milunev@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ПОЛИГОНОВ КОММУНАЛЬНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ Г. РУБЦОВСК

**ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL
EVALUATION OF SOIL POLLUTION
OF MUNICIPAL AND INDUSTRIAL
WASTE POLYGONS ON THE EXAMPLE
OF RUBTSOVSK**

**K. Maksimovich
E. Maksimovich**

Summary. In this work, an environmental assessment of the impact on environmental pollution of waste landfills near the city of Rubtsovsk was carried out. For two years, the boundaries of the sanitary zone of municipal and industrial waste landfills have been investigated for soil pollution with heavy metals. Sanitary and hygienic studies of soil samples were carried out.

Keywords: MSW landfill, industrial waste landfill, anthropogenic load, toxicity, heavy metals.

Максимович Кирилл Юрьевич

*Аспирант, Новосибирский Государственный
Аграрный Университет*

Максимович Елизавета Юрьевна

*Новосибирский Государственный Технический
Университет
kiri-maksimovi@mail.ru*

Аннотация. В предоставленной работе проведена экологическая оценка влияния на загрязнение окружающей среды полигонов по работе с отходами вблизи г. Рубцовска. На протяжении двух лет, исследованы границы санитарной зоны полигонов коммунальных и промышленных отходов на предмет загрязнения почвы тяжелыми металлами. Выполнены санитарно-гигиенические исследования образцов почвы.

Ключевые слова: полигон ТКО, полигон промышленных отходов, антропогенная нагрузка, токсичность, тяжелые металлы.

Введение

Ежегодно повышается уровень негативного воздействия остаточных продуктов производства на экосистемы различного уровня. Благодаря высоким темпам промышленности и производства, антропогенная нагрузка достигла своего пика в 21 веке. Природные комплексы подвергаются воздействию ежедневно, что влечет за собой некие изменения и перестройки в естественных природных процессах. Это обусловлено несколькими причинами: большая накопительная способность полигонов ТКО; отсутствие эффективной системы по переработки и утилизации отходов, которые часто не совпадают с физико-химическими свойствами отходов; слабое развитие вторичного сырьевого рынка.

Атмосфера, почва, вода — компоненты природного комплекса, которые сегодня наиболее подвержены влиянию со стороны деятельности человека и нуждаются в постоянном экологическом контроле. Одними из самых опасных и токсичных для биологических организмов и природной среды, являются тяжелые металлы, которые обладают мутагенными свойствами, имеют накопительный эффект и могут нанести непоправимый вред для природных сообществ различного уровня. Чаще всего, мы можем встретить сведения о таких элементах, как: ртуть, цинк, кадмий, свинец, мышьяк, селен

и т.д. Многие исследователи и ученые приводят множество характеристик-классификаций ТМ, однако суммируя опыт прошлых лет, можно сделать некоторый вывод, например: к биологическим элементам чаще всего относят такие металлы, как (Zn, Mn, Fe), необходимым для живых организмов и в первую очередь человека. У других групп металлов замечено противоположное действие, попадая в биоту, оказывают негативное действие и приводя к ее гибели. Это чаще всего: медь, мышьяк, никель, цинк и хром, а ртуть, свинец и кадмий являются одними из самых токсичных. Данные элементы отличаются высокой мобильностью и в процессе естественных реакций (превращений), могут свободно мигрировать в природных системах и компонентах систем, вступать в реакции, изменять свои свойства, тем самым оказывая негативный эффект. Если говорить о почве, то она одним из первоначальных звеньев в биогеохимическом круговороте элементов природы. Формирование современных почв осуществляется в тесной взаимосвязи не только с геологическими особенностями территории, но и с учетом антропогенного фактора. В г. Рубцовске городе ранее проводились исследования, касающиеся радиационного загрязнения и загрязнения грунтовых вод, однако не было комплексного анализа загрязнения почв. Рассмотрение таких вопросов является не маловажным, поскольку почва — индикатор загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами. В связи с этим, исследу-

дование почвенного покрова вблизи площадок по работе с отходами является актуальным и необходимым.

Специализированные площадки по работе с отходами — полигоны — представляют собой целые комплексы природоохранных сооружений, предназначенные для вторичной работы с отходами, а именно: размещение, складирование, обезвреживание, обеспечение безопасного захоронения, обеспечивающие защиту от загрязнения атмосферы, почвы, грунтовых вод. Важным элементом является внешнее обустройство такой площадки, которое должно отвечать соответствующим требованиям и препятствует распространению насекомых, болезнетворных микроорганизмов и вредных веществ. Исследования, которые проводились в последние 15–20 лет показали, что многие такие площадки по работе с отходами не отвечают природоохранным и санитарным требованиям [3,9]. Данное исследование направлено на детальное изучение, анализ и оценку почвы на границе санитарно-защитных зон при полигонах коммунальных и промышленных отходов. Санитарно-защитная зона — специальная территория с особым режимом использования, которая устанавливается вокруг объектов и производств, являющихся источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека. Размер данной зоны обеспечивает уменьшение воздействия загрязнения (биологического, химического) на окружающую среду, до допустимых значений, которые установлены определенными гигиеническими нормативами (ПДК) [1,2]. СЗЗ является неким стратегически важным для населения объектом, так как это своего рода барьер для локализации вредных факторов и негативного воздействия, которые оказывает сама площадка по работе с отходами на окружающую среду. Важным компонентом экологического надзора является контроль ПДК вредных веществ и микроорганизмов как на самом полигоне, так и на границах санитарно-защитной зоны. По своему назначению санитарно-защитная зона должна обеспечить высокий уровень безопасности населения при эксплуатации объекта размещения отходов в штатном режиме. Границы таких зон представляют огромный интерес для детального изучения, с целью составления прогноза и возможности уменьшения негативного влияния, так как большинство полигонов располагается если не в самом населенном пункте, то непосредственно рядом с ним. Если многие полигоны носят закрытый характер, то СЗЗ имеют особый режим и изучение и проведение исследования не составит труда для рабочей группы. Санитарно-гигиеническим критерием качества природного объекта может служить предельно допустимая концентрация (ПДК) химических веществ в объектах окружающей среды. ПДК несет в себе информацию по максимальному содержанию изучаемого вещества в природных объектах, которое не оказывает негативно влияния на здоровье человека и его потомство. Опре-

деление степени загрязнения почвы и присвоение уровня проводят по (ПДК) химических веществ в почвах и их фоновому содержанию [6]. По степени загрязнения почвы разделяют на: 1) сильнозагрязненные; 2) среднезагрязненные; 3) слабозагрязненные. К сильнозагрязненным относят почвы, содержание загрязняющих веществ в которых в несколько раз превышает ПДК. Среднезагрязненные — почвы, почвы, в которых установлено небольшое превышение ПДК без видимых изменений в составе почв. Слабозагрязненные — почвы, содержание химических веществ в которых не превышает ПДК.

Материал и методы исследований

В основе исследования заложены данные по двухгодичному мониторингу площадок по работе с отходами и их границ санитарно-защитной зоны, вблизи г. Рубцовска. Объектом нашего исследования выступили такие площадки, как: полигон ТКО «ООО Благоустройство» поселок Мичуринский, полигон промышленных отходов «Рубцовский филиал ОАО «Алтайвагон»» и городская свалка № 3 (ГС Юго-Запад). Акцент делался на оценку состояния почвы (загрязнение тяжелыми металлами) на границе санитарно-защитной зоны — это целый комплекс физико-химических, биологических свойств почвы, которые определяют качество и степень ее безопасности в эпидемическом и гигиеническом отношении. В процессе 2-х годичного исследования, было отобрано более 80 проб. Места отбора проб предварительно отмечались на картосхеме, отражающей структуру местного ландшафта. Отбор проб осуществлялся согласно ГОСТ 17.4.4.01–83 «Общие требования к отбору проб почвы»; ГОСТ Отбор почвенных образцов проводился точно, с помощью лопаты с глубины 0–20 и 20–40 см почвы, по 250–300 г почвы каждого выделенного горизонта, методом конверта. Химический анализ почв с границ СЗЗ проведен по ФР.1.31.2005.02119 ПНД Ф 16.1:2:2:3.48–06 «Методика выполнения измерений массовой концентрации цинка, кадмия, свинца, меди, марганца, мышьяка и ртути в почвах, тепличных грунтах, сапропелях, илах, донных отложениях, твердых отходах методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА». Отобранные образцы помещались в стерильную посуду и доставлялись в лабораторию для дальнейшего изучения. Анализ полученных образцов был проведен на базе ФЛ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае в г. Рубцовске». Фактическое содержание металлов в почве не дает в полной мере сделать выводы о степени загрязнения природного объекта [1]. Для определения степени загрязнения почвенного покрова нами был рассчитан коэффициент концентрации — $K, \%$, который выразили в отношении фактической концентрации исследуемого элемента (из данных химического анализа по металлам) к его фоновой концентрации в почве. Данные по фоновому содержанию валовых форм сое-



Рис. 1. Средние значения фактического содержания твердых металлов в почве по трем площадкам работы с отходами за 2018г

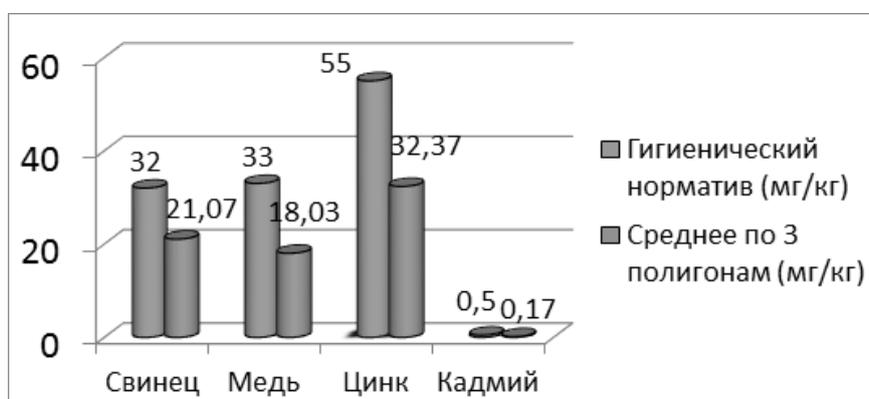


Рис. 2. Средние значения фактического содержания твердых металлов в почве по трем площадкам работы с отходами за 2019г

динений тяжелых металлов в почвах черноземов взяты по Г.В. Мотузовой и равны: Zn=68 мг/кг, Cd=0,24 мг/кг, Pb=20 мг/кг, Cu=25 мг/кг.

Результаты и их обсуждение

По данным результата химического анализа проб на тяжелые металлы, превышений ПДК за исследуемый промежуток времени — не обнаружено (Табл. 1–2).

Можно отметить, что показатели на полигоне промышленных отходов «Алтайвагон» для Zn, Pb, Cu в 2018 г. приближались к соответствующим границам допустимой концентрации, однако в 2019 г. можно увидеть спад концентраций данных элементов, что создает положительную для окружающей среды динамику уменьшения негативного влияния. Пробы с городской свалки юго-западного направления от города, не выявили превышения допустимых норм в течение 2-х лет.

Однако необходимо обратить внимание на достаточно высокий показатель по уровню свинца и кадмия

в образцах за 2 года. Гигиенический норматив в пробах почв вблизи поселка Мичуринский не был превышен. Следует обратить внимание, что в 2019 г. концентрация Cu выросла. Полученные результаты оказались ниже предельно допустимого значения.

Превышение фактического содержания ТМ почв над фоновыми значениями (коэффициент концентрации) присуще таким элементам, как: Pb, Cu, Cd, в образце за 2018 г. на полигоне промышленных отходов «Алтайвагон», а так же превышение по Pb на территории СЗЗ ГС Юго-Запад. Вероятнее всего, повышенные концентрации металлов Табл. 1. Результаты санитарно-гигиенического исследования образцов почвы за 2018 г. по 3 полигонам на территории СЗЗ полигона «Алтайвагон» носили локальный характер загрязнения и связано это с повышенной антропогенной нагрузкой на почву, особенностями предприятия и спецификой производства. Средние значения фактического содержания твердых металлов в почве по трем площадкам работы с отходами за 2018–2019 гг. не выявили серьезных повышений концентраций веществ (Рис. 1–2). В качестве рекомендации,

Таблица 2. Результаты санитарно-гигиенического исследования образцов почвы за 2019г по 3 полигонам

Проба / Образец	Pb		Cu		Zn		Cd	
	мг/кг	К*	мг/кг	К*	мг/кг	К*	мг/кг	К*
П. Мичуринский	17	0,85	20	0,8	31	0,45	< 0.1	-
П. Алтайвагон	28.1	1,04	23.3	0,93	45.1	0,66	< 0.1	-
ГС Юго-Запад	20.08	1,004	10.8	0,43	21	0,3	< 0.1	-
Норматив ПДК	32		33		55		0.5	

можно рассмотреть каждую площадку индивидуально, средние значения позволяют оценить общий фон загрязнения по тем или иным веществам. Как и в предыдущие годы, в 2019 г. приоритетными для наблюдения загрязнителями почв остаются: Zn, Pb, Cu.

Выводы

Таким образом, химический анализ почвы с границ СЗЗ полигонов по работе с отходами показал:

- ◆ превышений ПДК за исследуемый промежуток времени — не обнаружено;
- ◆ превышение фактического содержания ТМ почв над фоновыми значениями было зафиксировано для таких элементов, как: Pb, Cu, Cd, в образце за 2018 г. на полигоне промышленных отходов «Алтайвагон», а также превышение по Pb на территории СЗЗ ГС Юго-Запад;
- ◆ средние значения фактического содержания твердых металлов в почве по трем площадкам

работы с отходами за 2018–2019 гг. не выявили серьезных повышений концентраций веществ;

- ◆ приоритетными для наблюдения загрязнителями почв остаются: Zn, Pb, Cu.

Анализ динамики загрязнения почв СЗЗ полигонов вблизи г. Рубцовска показал, что в целом удельный вес проб, превышающих гигиенические нормативы по санитарно-химическим показателям за период 2018–2019 гг. существенно снизился. Нами был сделан вывод, что вблизи г. Рубцовска, границы СЗЗ полигонов по работе с отходами, в наименьшей степени подвержены влиянию загрязняющих веществ и их можно отнести к слабозагрязненным. Экологическое состояние почв вблизи города нуждается в более углубленном исследовании, которое позволило бы установить причинно-следственные связи между конкретными очагами загрязнения, а также проанализировать динамику изменения концентраций различных веществ во временном промежутке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водяницкий Ю. Н. Загрязнение почв тяжелыми металлами и металлоидами и их экологическая опасность (аналитический обзор) // *Агрохимия*. — 2013. — № 7. — С. 872–881.
2. ГОСТ 17.4.3.01 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб». — М.: ИПК изд-во стандартов, 2004. — 4 с.
3. ГОСТ 17.4.4.02–84 «Охрана природы. Почвы. Метод отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа» — М.: Стандартинформ, 2003. — 8 с.
4. Контрольно-надзорная деятельность в Российской Федерации: аналитический доклад — 2015 / С. М. Плаксин, А. Г. Зуев, А. В. Кнутов, С. И. Максимова [и др.]. — М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2016. — 126 с.
5. Лим Т.Е., Бек А. В., Аликбаева Л. А. Оценка воздействия на население Санкт-Петербурга загрязнений почвы канцерогенными веществами // *Профилактическая и клиническая медицина*. — 2013. — Т. 47, № 2. — С. 11–15.
6. Мотузова Г. В. Принципы и методы почвенно-химического мониторинга. — М.: Изд-во МГУ, 1988. — 101 с.
7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: Государственный доклад. — М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. — 219 с.
8. Онищенко Г. Г. Критерии опасности загрязнения окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2003; 82(6): 3–4.
9. Попова Л. Ф., Наквасина Е. Н. // *Экология и промышленность России*. — 2013. — № 1. — С. 47.
10. Постановление Правительства Российской Федерации № 426 «Об утверждении Положения о социально-гигиеническом мониторинге». М.; 2000.
11. Романова, Е. М. Экологический мониторинг свалок и полигонов ТБО на примере Ульяновской области / Е. М. Романова, В. Н. Намазова. *Вестник УГСХА // Научно-теоретический журнал* № 2 (5). Август-ноябрь 2007. 58–61 с.
12. Садовникова, Л. К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении: учеб. пособие / Л. К. Садовникова, Д. С. Орлов, И. Н. Лозаловская. 3-е изд., перераб. М.: Высш. шк., 2006. 334 с.: ил.

13. Унгурияну Т.Н., Гудков А. Б., Никанов А. Н. Оценка риска для здоровья городского населения при воздействии контаминантов почвы // Профилактическая и клиническая медицина. — 2012. — № 1. -С. 101–105.
14. Alexander van Geen, Carolina Bravo, Vladimir Gil, Shaky Sherpa & Darby Jack. Lead exposure from soil in Peruvian mining towns: a national assessment supported by two contrasting examples // Bulletin of the World Health Organization. — 2012. — Vol. 90, № 12. — P. 869–944.
15. Ministry for the Environment. 2011. Methodology for Deriving Standards for Contaminants in Soil to Protect Human Health. Wellington: Ministry for the Environment [Электронный ресурс]. Publication number: ME1055. — 2011. — 219 p.
16. Singh Jiwan and Kalamdhad Ajay S. Effects of Heavy Metals on Soil, Plants, Human Health and Aquatic Life // International Journal of Research in Chemistry and Environment. — 2011. — Vol. 1, № 2. — P. 15–21.

© Максимович Кирилл Юрьевич, Максимович Елизавета Юрьевна (kiri-maksimovi@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Новосибирск

АНТИОКСИДАНТНЫЕ ФЕРМЕНТЫ И ХРОНИЧЕСКАЯ ОБСТРУКТИВНАЯ БОЛЕЗНЬ ЛЁГКИХ

ANTIOXIDANT ENZYMES AND CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

**Sayed Manas
E. Zaprudnova
T. Trifonova**

Summary. In this article, we study antioxidant enzymes and their relationship with the protection against oxidation of free radicals associated with a chronic disease. Since time immemorial, the mechanisms and concept of antioxidants have been expanded. Stress is the cause of 80% of diseases. Moreover, chronic diseases themselves are stress for a person. In recent years, free radical processes that start in stressful conditions have been actively studied. Oxidative stress is the molecular mechanism of disease development. Protection against the damaging effects of free radicals is provided primarily by special antioxidant enzymes: superoxide dismutase (SOD), catalase, enzymes of the redox system of glutathione and others. Normally, the oxidant-antioxidant system maintains equilibrium. Violation of this balance in favor of oxidants and leads to the development of oxidative stress. In the course of the work, the degree of free-radical characteristics was determined in the EBC for painful COPD during an exacerbation of the disease and subsequent healing, the energies of catalase and superoxide dismutase in the EBC in healthy people and in painful COPD were determined. The results obtained made it possible to assess the position of the oxidizing — antioxidant system in painful COPDs in the Vladimir Region.

Keywords: antioxidant enzymes, free radical, catalase, superoxide dismutase (SOD), COPD, exhaled breath condensate (CVB).

Саед Манас

Аспирант, Владимирский Государственный университет

Manas.saed@gmail.com

Запруднова Елена Александровна

К.б.н., доцент, Владимирский Государственный университет

eazaprudnova@mail.ru

Трифонова Татьяна Анатольевна

Профессор, Владимирский Государственный университет

kaf_bie@mail.ru

Аннотация. В этой статье изучаем антиоксидантные ферменты и их связь с защитой от окисления свободных радикалов, связанных с хронической болезнью. Со времён механизмы и само понятие антиоксидантные были расширены. Стресс является причиной 80% заболеваний. Причём хронические заболевания сами являются стрессом для человека. В последние годы активно изучаются свободнорадикальные процессы, запускающиеся в стрессовых состояниях. Окислительный стресс представляет собой молекулярный механизм развития заболеваний. Защиту от повреждающего действия свободных радикалов обеспечивают в первую очередь специальные антиоксидантные ферменты: супероксиддисмутаза (СОД), каталаза, ферменты редокс-системы глутатиона и другие. В норме в системе оксиданты-антиоксиданты сохраняется равновесие. Нарушение этого баланса в пользу оксидантов и приводит к развитию оксидативного стресса. В ходе работы был определён уровень свободнорадикальных характеристик в КВВ у больных ХОБЛ во время обострения болезни и впоследствии исцеления, определена энергичность каталазы и супероксиддисмутазы в КВВ у здоровых людей и у больных ХОБЛ. Приобретенные итоги позволили оценить положение системы оксиданты — антиоксиданты у больных ХОБЛ Владимирской области.

Ключевые слова: антиоксидантных ферментов, свободнорадикального, каталазы, супероксиддисмутазы (СОД), ХОБЛ, конденсат выдыхаемого воздуха (КВВ).

Введение

«Антиоксиданты» — понятие собирательное и, подобно таким понятиям, как «антибиотические средства» и «иммуномодуляторы», не подразумевает принадлежности к какой-либо определенной химической группе веществ. Спецификой их является теснейшая связь со свободнорадикальным окислением липидов вообще и свободнорадикальной патологией в частности. Это свойство объединяет разные антиоксиданты, каждому из которых присущи свои особенности действия [3,1].

Основные антиоксиданты в жидкостях для облитерирования дыхательных путей включают муцин, GSH, мочевую кислоту, белки (особенно альбумин) и аскорбиновую кислоту. Информация об антиоксидантной защитной системе в респираторном эпителии курильщиков и пациентов с ХОБЛ остается недостаточной. Хронические курильщики представляют повышенные уровни GSH в бронхоальвеолярной лаважной жидкости. Однако этого увеличения уровня GSH может быть недостаточно для нейтрализации чрезмерной нагрузки окислителей во время острой фазы курения, поскольку снижение уровня GSH наблюдается во время воздействия сигарет-

ного дыма в зависимости от времени и в зависимости от дозы [11].

Мелатонин, основной продукт шишковидной железы, также обладает значительной антиоксидантной активностью и заслуживает внимания благодаря некоторым его характеристикам. Известно, что мелатонин удаляет реактивные виды, включая синглет O_2 , $O_2 \cdot -$, H_2O_2 , $OH \cdot$ и гидропероксид липидов, и в некоторых случаях мелатонин оказался более эффективным, чем GSH и витамин E. Антиоксидантный эффект мелатонина, по-видимому, особенно актуален из-за способности мелатонина пересекать все морфофизиологические барьеры и распространяться по тканям, клеткам и субклеточным компартментам [9]. Субклеточное распределение мелатонина позволяет ему взаимодействовать с токсичными молекулами во всей клетке, уменьшая окислительные повреждения в липидах и водных средах. Мелатонин также действует как косвенный антиоксидант за счет увеличения активности основных антиоксидантных ферментов, включая COD, каталазу и GPx [1].

В отличие от других антиоксидантов, мелатонин не участвует в окислительно-восстановительном цикле, который позволяет молекуле подвергаться многократному окислению и восстановлению.

Окислительно-восстановительный цикл позволяет антиоксиданту, такому как витамин C, действовать в качестве прооксиданта и, следовательно, способствовать образованию свободных радикалов. После окисления мелатонин не может быть восстановлен до своего прежнего состояния, поскольку он образует стабильные конечные продукты. Из-за этой характеристики мелатонин иногда называют терминальным или суицидальным антиоксидантом [2].

Хроническая обструктивная болезнь лёгких сейчас выделяют как самостоятельную болезнь нетяжелых и отграничивают от ряда приобретенных процессов дыхательной системы, протекающих с обструктивным синдромом (обструктивного бронхита, вторичной эмфиземы нетяжелых, бронхиальной астмы и др.). Сообразно эпидемиологическим сведениям, ХОБЛ почаше поражает мужиков впоследствии 40 лет. Большинство из них курильщики, занимает фаворитные позиции между оснований инвалидности и 4 пространство между оснований летальности интенсивной и трудоспособной части населения. На нынешний денек заболевание стоит на 6-м пространстве между оснований смертности в мире, по мониторингам ВОЗ в 2020 г. ХОБЛ займёт уже 3-е пространство. табачный дым сам по для себя считается массивным источником оксидантов. Улучшение способов диагностики и терапии ХОБЛ считается одной

из более трудных задач прогрессивной пульмонологии [11]. В реальное время тест конденсата выдыхаемого воздуха (КВВ) — район для интенсивных изучений лёгочной патологии, например как считается безвредным, неинвазивным, информативным, экономически легкодоступным способом, не оказывает воздействия на состав получаемого эталона и функцию лёгких, не повреждает слизистую респираторного тракта, несложен в выполнении и считается высокоинформативным [5].

Целью работы является исследование воздействия антиоксидантных ферментов в конденсате выдыхаемого воздуха у болезненных ХОБЛ Владимирской области.

Материалы и методы исследования

В опыте воспринимали роль больные пульмонологического филиала Владимирской областной медицинской поликлиники, страдающие приобретенной обструктивной болезнью лёгких (ХОБЛ), оказавшиеся на излечении по основанию обострения болезни, и в кафедре биологии и экологии.

Исследование характеристик свободнорадикального окисления проводилось с внедрением конденсата выдыхаемого воздуха (КВВ). Сбор КВВ является неинвазивным первым способом в пульмонологии, который сам по для себя не оказывает воздействия на собираемые эталоны. Его с лёгкостью можно проводить у детишек, тяжело нездоровых и пациентов, которые находится на Искусственная вентиляция лёгких (ИВЛ).

Нездоровым были проведены клинические, лабораторно-инструментальные и многофункциональные способы анализа согласно Федеральной программе по ХОБЛ (2004). Клиническое обследование нездоровых включало в себя детализированный расспрос жалоб, анамнеза, физикальное исследование всех органов и систем [6].

Испытуемая группа состояла из лиц мужского пола, возрастом от 35 до 70 лет. У всех пациентов наблюдалось обострение ХОБЛ, а сроки болезни составляют от 3 до 7 лет, продолжительность курения от 20 до 40 (До и после лечения). Контрольную группу составляли относительно здоровые мужчины.

В работе проводилась оценка активности антиоксидантных ферментов, супероксиддисмутазы (по методу Сироты Т.В) и каталазы (по методу Баха и Зубковой).

Результаты и обсуждение

Активность супероксиддисмутазы в КВВ у здоровых людей и больных ХОБЛ.

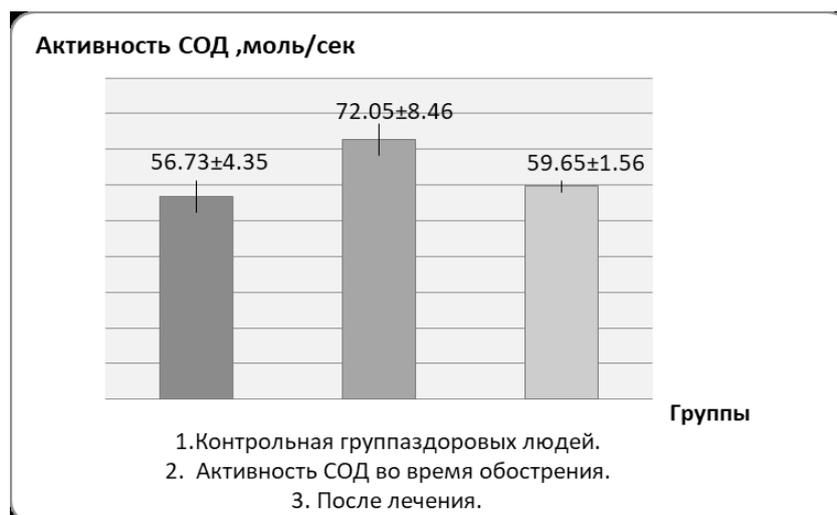


Рис. 1. Активность СОД при лечении пациентов с ХОБЛ

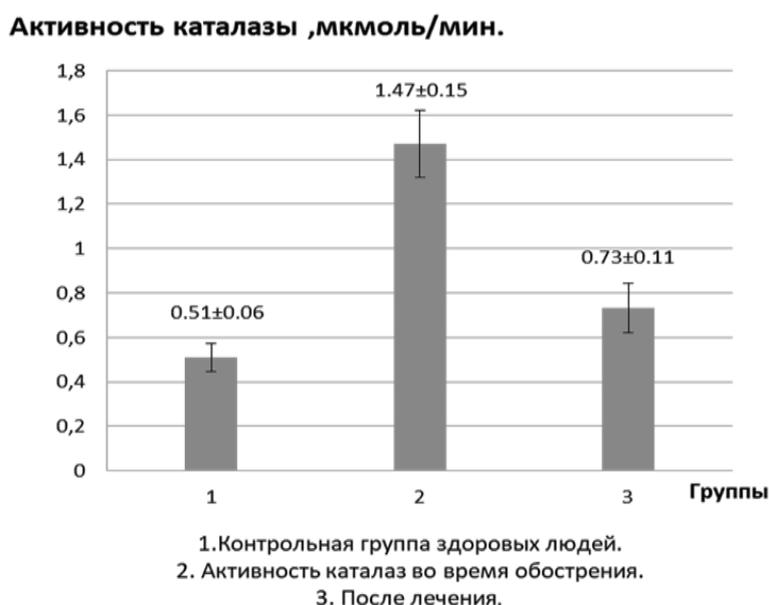


Рис. 2. Активность каталазы при лечении пациентов с ХОБЛ

Во всех аэробных клеточках в процессе присоединения 1-го электрона к молекуле воздуха образуются супероксидный анион-радикал — O_2^- и его протонированная конфигурация — гидроперекисный радикал — HO_2^* ; оба они порождают ряд иных интенсивных форм воздуха. В качестве регуляторов образования АФК выступают антиоксиданты, между коих антиоксидантные ферменты — супероксиддисмутаза и каталаза.

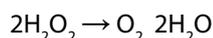
На Рисунке (N1) показано, При обострении еще растет энергичность СОД по сопоставлению с контрольной груп-

пой в 1.23 раза, ($P < 0,05$). Впрочем, идет по стопам обозначить, собственно, что интенсификация свободнорадикальных характеристик случается в большей степени.

Впоследствии исцеления энергичность активность СОД только не слишком заметно выше характеристики контрольной группы (в 1.05 один более по сопоставлению с контрольной группой буквально здоровых людей, $P < 0,05$). При данном энергичность СОД в КВВ во время обострения у больных с ХОБЛ в 1.20 один более, чем в КВВ впоследствии исцеления.

Активность каталазы в КВВ у здоровых людей и больных ХОБЛ.

Фермент каталаза находится в большом числе в эритроцитах, а еще во всех тканях и жидкостях организма. Био роль каталазы заключается в обезвреживании пероксида водорода (H₂O₂) методом его разложения на молекулярный воздух и воду:



На Рисунке (N2) показано, Во время обострения ХОБЛ у больных, в одном ряду с интенсификацией свободно-радикального окисления случается важное наращивание энергичности каталазы в 2.88 раза ($p < 0,05$ по сопоставлению с контрольной группой).

Впоследствии исцеления энергичность каталазы в 1.43 раза остаётся выше показателя здоровых людей ($p < 0,05$ по сопоставлению с контрольной группой). Энергичность каталазы в КВВ во время обострения у больных ХОБЛ в 2.01 один более, чем в КВВ впоследствии исцеления.

Выводы

1. Антиоксидантная система (ферменты каталаза и СОД) активируется в ответ на подъем числа свободных радикалов при ХОБЛ. Энергичность каталазы возрастает при обострении в 2.88 раз ($P < 0,05$), а энергичность СОД в 1.23 раза ($P < 0,05$). Энергичность антиоксидантных ферментов поддерживается на большем уровне, по сопоставлению с бодрствующими испытуемыми и впоследствии исцеления СОД в 1.05 один и каталазы в 1.43 раза ($P < 0,05$).
2. Наращивание энергичности СОД случается в недостаточной степени по сопоставлению с интенсификацией окислительных процессов. Энергичность СОД в КВВ во время обострения у больных ХОБЛ возрастает только в 1.23 раза по сопоставлению с контрольной группой буквально здоровых людей, собственно, что говорит о дефицитности антиоксидантной обороны у больных с приобретенным болезнью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агеева Т.С., Букреева Е. Б. Внутрибольничная эндобронхиальная суперинфекция у больных неспецифическими воспалительными заболеваниями легких // Актуальные вопросы военной медицины.-Материалы юбилейной конференции, посвященной 200-летию Российской Военно-медицинской академии. — Томск. — 1999.-С. 324–336.
2. Болотских В.И., Черных Ю. Н., Макеева А. В. Динамика показателей оксидативного стресса у больных ХОБЛ с сопутствующей ИБС на фоне комплексного лечения с применением низкоинтенсивного лазерного излучения и триметазида // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2013. — № 10–2. — С. 157–160.
3. Болотских В.И., Черных Ю. Н., Макеева А. В. Динамика показателей оксидативного стресса у больных ХОБЛ с сопутствующей ИБС на фоне комплексного лечения с применением низкоинтенсивного лазерного излучения и триметазида // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2013. — № 10–2. — С. 157–160.
4. Волкова Л.И., Букреева Е. Б., Боярко В. В., Польша Н. Г., Геренг Е. А. Эффективность эреспала при обострении хронического бронхита // Материалы VIII Российского национального конгресса «Человек и лекарство», Москва, 2001, С. 126–127.
5. Гусев В. А., Брусов О. С., Панченко Л. Ф. Супероксиддисмутазы радиобиологическое значение и возможности. // Вопр. мед. химии. — 1980. -Т.26, № 3. — С. 291–301.
6. Эмануэль Н. М., Денисов Е. Т., Майзус З. К., Цепные реакции окисления углеводов в жидкой фазе, М., 1965.
7. Andenaes R, Moum T, Kalfoss MH, et al. Changes in health status, psychological distress, and quality of life in COPD patients after hospitalization. *Qual Life Res* 2006; 15: 249–57.
8. Eisner MD, Blanc PD, Yelin EH, et al. Influence of anxiety on health outcomes in COPD. *Thorax* 2010; 65: 229–34.
9. Demmig-Adams, B.; Adams Ww, 3rd (2002). «Antioxidants in Photosynthesis and Human Nutrition». *Science* 298 (5601): 2149–53.
10. Klein M, Gauggel S, Sachs G, et al. Impact of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) on attention functions. *Respir Med* 2010;104:52–60.
11. Sies, Helmut (1997). «Oxidative stress: Oxidants and antioxidants». *Experimental physiology* 82, p 291.
12. Traber, Maret G.; Atkinson, Jeffrey (2007). «Vitamin E, antioxidant and nothing more». *Free Radical Biology and Medicine* 43, p. 4–15.
13. Vertuani, Silvia; Angusti, Angela; Manfredini, Stefano (2004). «The Antioxidants and Pro-Antioxidants Network: An Overview». *Current Pharmaceutical Design* 10, p. 1677.

ДООЧИСТКА СМЕШАННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ СОРБЕНТАМИ НА ПРИМЕРЕ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГОРОДА УЛЬЯНОВСКА

TREATMENT OF MIXED WASTE WATER
FROM IONS OF HEAVY METALS
BY SORBENTS ON THE EXAMPLE
OF CLEANING OF THE CITY
OF ULYANOVSK

D. Solntseva

Summary. This article discusses a method for the treatment of mixed wastewater from heavy metal ions with sorbents on the example of treatment facilities in the city of Ulyanovsk, using spreadsheets and MS Excel charts.

Keywords: wastewater treatment, heavy metals, zeolite, activated carbon, diagrams.

Солнцева Дарья Валерьевна

ФГБОУ ВО «Ульяновский ГАУ имени П. А. Столыпина»
zvok73@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматривается способ доочистки смешанных сточных вод от ионов тяжелых металлов сорбентами на примере очистных сооружений города Ульяновска (Правобережья), с использованием оборудования учебной лаборатории и обработкой дополнительным программным обеспечением.

Ключевые слова: доочистка сточных вод, тяжелые металлы, цеолит, активированный уголь, диаграммы.

Одной из самых острых проблем в наступившем столетии, по оценкам Организации Объединенных Наций, может стать обеспечение населения качественной питьевой водой. Специфика этой проблемы для России заключается не в дефиците водных ресурсов, а в их загрязнении.

В настоящее время в числе основных и опасных веществ, оказывающих негативное влияние на окружающую среду и здоровье человека, в крупных промышленных центрах все чаще рассматривают химические элементы с атомной массой более 50 и их соединения — это соли (или ионы) тяжелых металлов.

К тяжелым металлам относят более 40 химических элементов с относительной плотностью более 6 г/см³. Приоритетными загрязнителями признаны: Hg, Pb, Cd, As, Cu, V, Sn, Zn, Sb, Mo, Co, Ni и др. Опасность загрязнения среды тяжелыми металлами объясняется тем, что они вечны, ибо в отличие от органических загрязнителей они не разрушаются, а лишь переходят из одной формы существования в другую, в частности, включаются в состав солей, оксидов, металлоорганических соединений, хелатов и др.

Поверхностные водные ресурсы Ульяновской области формируются Куйбышевским водохранилищем, 2033 реками, речками и ручьями общей протяженностью 10320 км, 1223 озерами, около 700 прудами и водохранилищами, более чем 1200 родниками и около 500 болотами.

Состояние воды Куйбышевского водохранилища за последние 5 лет оценивается как «очень загрязненная» и вода относится к 3«Б» классу опасности.

Город Ульяновск, располагается в акватории Куйбышевского водохранилища, которое является источником питьевого водоснабжения для жителей правобережья города. Рассматривается вопрос об организации свободы выбора источника водоснабжения населения из артезианского источника.

В связи с этим, для обеспечения населения города качественной питьевой водой, и улучшения экологической обстановки Куйбышевского водохранилища в целом, требуются решения вопросов по доочистке сбрасываемых вод с городских очистных сооружений в данный водный объект. В настоящее время руководство области рассматривает данный вопрос, подбор материалов и внедрение новых средств и методов дополнительной доочистки смешанных сточных вод от ионов тяжелых металлов городских очистных сооружений требует особого внимания.

В данной статье проведена сравнительная оценка эффективности доочистки смешанных сточных вод от ионов тяжелых металлов (железа, марганца и меди). Объектами исследований являлись сорбенты: цеолит трех видов (марка NaX, мелкой (марка ZT-1) и крупной фракции (d=5 мм)) и активированный уголь марки ДАК. Для проведения анализа произведен отбор проб про-

Таблица 1. Концентрации ионов тяжелых металлов в сточных водах

Металл	Исходная сточная вода, $C_{исх.}$, мг/л	Цеолит мелкий, C_{Mf} , мг/л	Цеолит крупный, C_{Kf} , мг/л	Цеолит NaX, $C_{и}$, мг/л	Активированный уголь, $C_{угл.}$, мг/л
Проба 1					
Fe	2,400	2,152	2,283	2,368	1,634
Mn	0,528	0,430	0,419	0,425	0,501
Cu	0,363	0,242	0,227	0,313	0,312
Проба 2					
Fe	3,435	3,080	3,268	3,389	2,339
Mn	0,560	0,457	0,445	0,451	0,532
Cu	0,302	0,201	0,189	0,261	0,260
Проба 3					
Fe	3,180	2,851	3,025	3,138	2,165
Mn	0,578	0,471	0,459	0,465	0,548
Cu	0,248	0,165	0,155	0,214	0,213

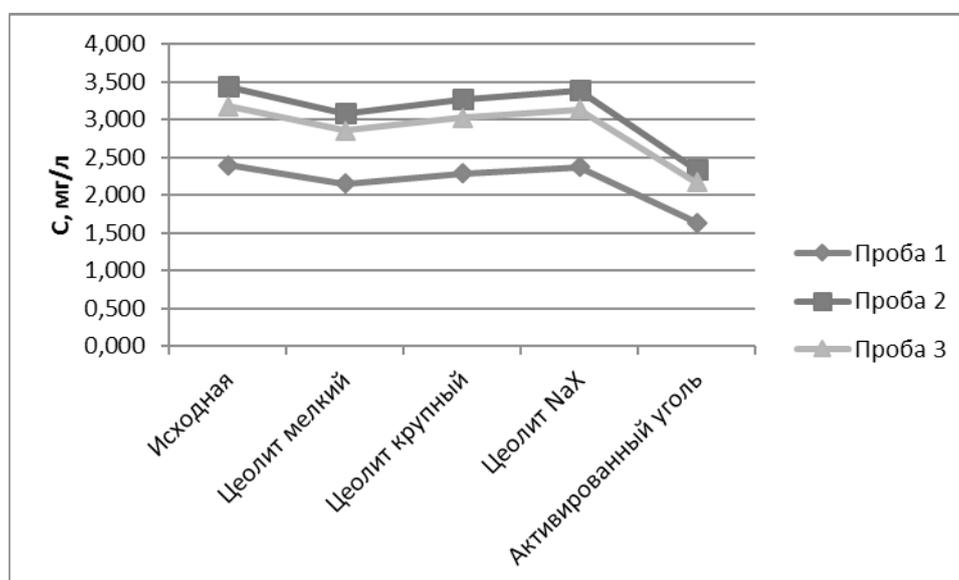


Рис. 1. Динамика концентрации ионов железа в смешанной сточной воде

шедших три стадии очистки сточных вод с очистных сооружений города Ульяновска в разные сезоны (с ноября 2018 года по апрель 2019 года) с различной концентрацией загрязняющих веществ.

Исследование в анализируемых пробах проводилось на КФК-3 с измерениями в учебной лаборатории оптической плотности и определение концентрации ионов тяжелых металлов в исследуемых пробах смешанной сточной воды. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Все измерения по нахождению массовой концентрации ионов тяжелых металлов в анализируемых пробах проводились в соответствии с методиками измерения ПНД Ф.

Для более наглядного представления эффективности доочистки смешанных сточных вод сорбентами (активированный уголь марки ДАК, цеолит марки NaX, цеолит крупной фракции ($d=5$ мм), цеолит ZT-1 (мелкой фракции)), полученные результаты по изменению концентрации ионов железа, марганца и меди рассмотрим на примере диаграмм и графиков.

Рассмотрим динамику концентрации ионов железа в смешанной сточной воде по результатам, которые приведены в таблице 1 и отражены на рисунке 1. Наилучший результат по трем пробам показал сорбент — активированный уголь марки ДАК. Уровень концентрации ионов железа снизился на 31,9% — с 2,400 мг/л до 1,634 мг/л (проба 1). Сорбент цеолит ZT-1 (мелкой

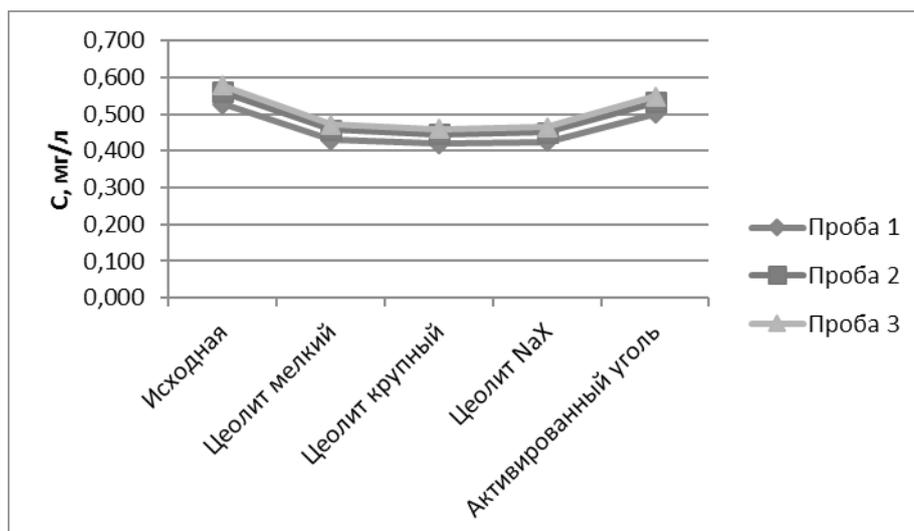


Рис. 2. Динамика концентрации ионов марганца в смешанной сточной воде

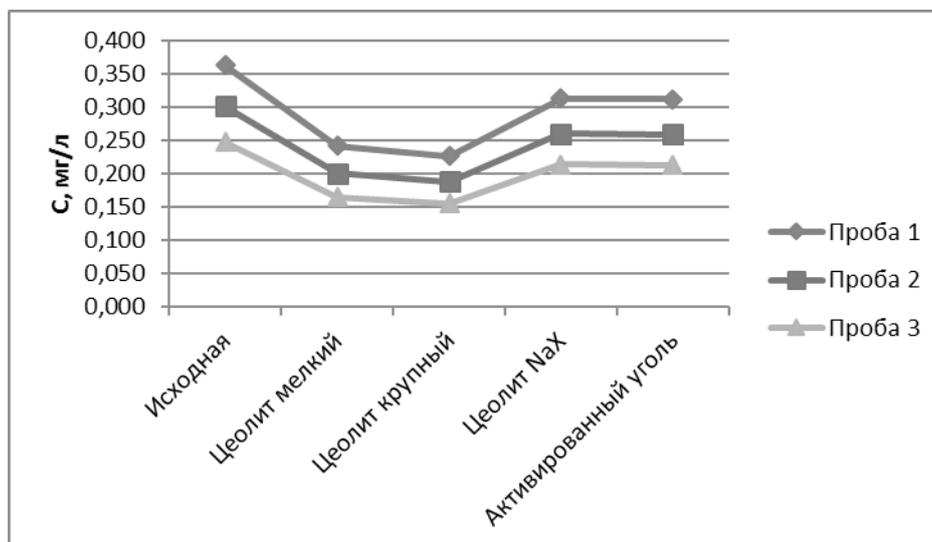


Рис. 3. Динамика концентрации ионов меди в смешанной сточной воде

фракции) снизил уровень концентрации ионов железа на 10,3%.

Проанализируем динамику концентрации ионов марганца в смешанной сточной воде с помощью рисунка 2. Диаграмма показывает, что наибольший процент снижения уровня концентрации ионов марганца во взятых трех пробах сточных вод, составил 20,5% — с 0,528мг/л до 0,419мг/л (проба 1), при использовании сорбента цеолита крупной фракции (d=5мм) в доочистке сточных вод.

Уровень концентрации ионов марганца: при использовании цеолита марки NaX снизился на 19,5% — с 0,560мг/л до 0,451мг/л (проба 2); при использовании

цеолита ZT-1 (мелкой фракции) снизился на 18,4% — с 0,528мг/л до 0,430мг/л (проба 1). Активированный уголь марки ДАК показал низкие сорбционные свойства при доочистке сточных вод от ионов марганца. Эффект очистки составил 5,1%.

Результаты исследования наличия ионов меди в пробах сточных вод предоставлены на рисунке 3. Рассмотрим более подробно.

Наилучшие сорбционные свойства показал сорбент — цеолит крупной фракции (d=5мм). Уровень концентрации ионов марганца с его использованием снизился на 37,4% — с 0,302мг/л до 0,189мг/л (про-

Таблица 2. Степень извлечение ионов тяжелых металлов из смешанных сточных вод очистных сооружений города Ульяновска

Сорбенты	Степень очистки сточных вод от тяжелых металлов, %			
	Тяжелые металлы			Средний%
	Fe	Mn	Cu	
Цеолит ZT-1 (мелкой фракции)	10,3	18,5	33,4	20,7
Цеолит крупной фракции	4,9	20,5	37,4	20,9
Цеолит марки Na X.	1,3	19,5	13,7	11,5
Активированный уголь марки ДАК,	31,9	5,1	14,0	17,0

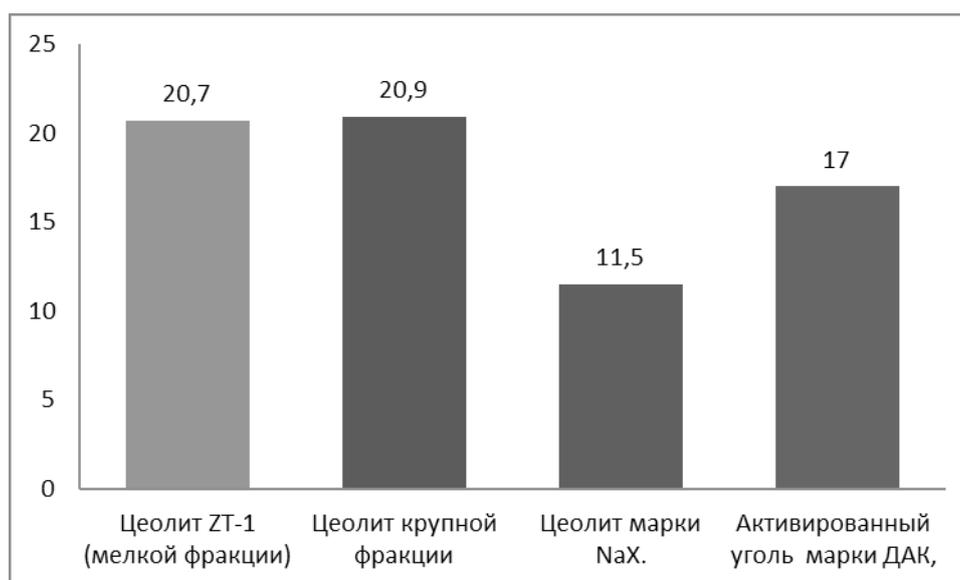


Рис. 4. Средний процент степени извлечения по сорбентам

ба 2). Цеолит ZT-1 (мелкой фракции), снизил уровень концентрации ионов марганца на 33,5% — с 0,248 мг/л до 0,165 мг/л (проба 3). Сорбенты, активированный уголь марки ДАК и цеолит марки NaX показали минимальную эффективность по отношению к ионам меди.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что максимальный эффект доочистки сточных вод от тяжелых металлов: меди — 37,4%, марганца — 20,5%, получен при использовании сорбента — цеолит крупной фракции.

Наиболее эффективно доочистил от наличия ионов железа пробы сточных вод активированный уголь марки ДАК. Эффективность очистки составила 31,9%.

Минимальный эффект в доочистке проб сточных вод от ионов железа — 1,3% показал синтетический сорбент цеолит марки Na X. Если сравнивать цеолиты мелкой и крупной фракции, то наилучший результат по доочистки сточных вод от ионов железа, показал цеолит мелкой фракции.

Экспериментальные исследования проводились в динамическом режиме. Проанализировав полученные данные, произведен сводный расчет степени извлечения (формула 1) ионов тяжелых металлов из смешанных сточных вод очистных сооружений представлен в таблице 2.

Степень извлечения (α) химических элементов рассчитывалась по формуле (1):

$$\alpha = \frac{(C_{\text{исх}} - C_{\text{равн}})}{C_{\text{исх}}} * 100\% \quad (1)$$

где α — степень извлечения, %;

$C_{\text{исх}}$ и $C_{\text{равн}}$ — исходная и конечная (равновесная) концентрация ионов в растворе, мг/л.

Средний процент степени извлечения по природным и синтетическим сорбентам отображен на рисунке 4.

На основании проведенных исследований и полученных итоговых результатов, можно сделать вывод, что

наиболее эффективным природным сорбентом по доочистке сточных вод от тяжелых металлов является цеолит крупной фракции. Эффект доочистки составил 20,9%. Данный сорбент проявил высокие сорбционные свойства по отношению к ионам меди. Эффект доочистки составил 37,4%. Уровень концентрации ионов меди после доочистки 0,227мг/л, при исходных данных — 0,363мг/л. По отношению к ионам железа сложился очень низкий

сорбционный показатель цеолита крупной фракции — 4,9%. Уровень концентрации ионов железа после доочистки 2,283мг/л, при исходных данных — 2,400мг/л.

Максимальную эффективность доочистки сточных вод от ионов железа показал активированный уголь — 31,9%. Уровень концентрации ионов железа после доочистки 1,634мг/л, при исходных данных — 2,400мг/л.

ЛИТЕРАТУРА

1. Порядин А. Ф. Развитие водоснабжения в России XX век. М.: Издательский дом НП, 2003. — С. 18–25.
2. Кораблева А. Н. Введение в экологическую токсикологию / А. Н. Кораблева, Л. Г. Чесанов, А. Г. Шапарь. — Д. Центр экономического образования, 2001. — 308 с.
3. Доклад департамента природопользования и охраны окружающей среды Ульяновской области «О состоянии и об охране окружающей среды Ульяновской области в 2018 году».
4. ПНД Ф 14.1:2:50–96. Методика измерений массовой концентрации общего железа в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой. — М.: 1996 г. (Издание, 2011 г.)
5. ПНД Ф 14.1:2:61–96. Методика измерений массовой концентрации марганца в природных и сточных водах фотометрическим методом с персульфатом аммония. — М.: Издание, 2013 г.
6. ПНД Ф 14.1:2:48–96. Методика измерений массовой концентрации ионов меди в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с диэтилдитиокарбаматом свинца. — М.: 1996 г. (Издание, 2011 г.).

© Солнцева Дарья Валерьевна (zvok73@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Ульяновский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина

ВЛИЯНИЕ РАЗГРУЗКИ ЗАДНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ НА МИЕЛИНИЗАЦИЮ И ЭКСПРЕССИЮ АННЕКСИНА V И АГРИНА В ЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ И СМЕШАННОЙ ВЕТВЯХ СЕДАЛИЩНОГО НЕРВА МЫШИ

EFFECT OF HIND LIMB UNLOADING ON MYELINATION AND EXPRESSION OF ANNEXIN V AND AGRIN IN THE SENSITIVE AND MIXED BRANCHES OF THE SCIATIC NERVE OF THE MOUSE

**G. Shaymardanova
V. Salnikov
A. Vasilyeva
I. Gaysin**

Summary. Data were obtained on shifts in the state of myelinated fibers of the sciatic nerve of the mouse after 30-day anti-orthostatic hanging in comparison with the control group under normal vivarium conditions. The response of the sensitive and mixed nerve branches to the experimental conditions is characterized by Transmission Electron microscopy. Changes affect both types of nerves and are qualitatively similar, consisting in a relative decrease in the number of fibers with thin myelin and the appearance of fibers with excessive myelination. The results of quantitative immunohistochemistry also indicate differences in the expression of agrin and annexin V — proteins involved in the regulation of membrane processes. Pronounced decrease in agrin expression was noted in the sensory branch, relative to increase in the mixed branch. At the same time, differences in the expression of annexin V between the functionally different sciatic nerve compartments, as well as in the comparison of control and experience, are within the error.

On average, changes in the sensitive branch are more pronounced compared to the mixed branch, which may be a consequence of the advanced response of sensitive neurons to hypogravity.

Keywords: immunoelectron microscopy, myelin, agrin, annexin, sciatic nerve.

Шаймарданова Гульнара Фердинантовна

Д.б.н., в.н.с., Казанский институт биохимии и биофизики — обособленное структурное подразделение ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»
gulnara-f-kzn@mail.ru

Сальников Вадим Владимирович

Д.б.н., профессор, Казанский институт биохимии и биофизики — обособленное структурное подразделение ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»; Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Васильева Алина Рустемовна

ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Гайсин Ильшат Альбертович

ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Аннотация. Получены данные о сдвигах в состоянии миелинизированных волокон седалищного нерва мыши после 30-суточного антиортостатического вывешивания в сравнении с контрольной группой, находившейся в обычных условиях вивария. Охарактеризована реакция чувствительной и смешанной ветвей нерва методом трансмиссионной электронной микроскопии. Изменения затрагивают оба типа нервов и носят качественно сходный характер, заключающийся в относительном уменьшении числа волокон с тонким миелином и появлении волокон с избыточной миелинизацией. Результаты количественной иммуногистохимии свидетельствуют также о различиях в экспрессии агрина и аннексина V — белков, вовлеченных в регуляцию мембранных процессов. В сенсорной ветви отмечено уменьшение экспрессии агрина, а в смешанной — увеличение. В то же время, различия в экспрессии аннексина V между функционально разными компартментами седалищного нерва, а также при сравнении контроля и опыта находятся в пределах погрешности.

В среднем, изменения в чувствительной ветви более выражены по сравнению со смешанной, что может быть следствием опережающей реакции чувствительных нейронов на гипогравитацию.

Ключевые слова: иммуноэлектронная микроскопия, миелин, агрин, аннексин, седалищный нерв.

Введение

Одним из проявлений воздействия невесомости на человека является развитие гипогравитационного двигательного синдрома (ГДС), который характеризуется нарушениями во всех звеньях двигательной системы. Но если мышечный аспект ГДС исследован всесторонне и подробно, то изменения в центральной (ЦНС) и периферической нервных системах изучены недостаточно. Лишь относительно недавно получены существенные свидетельства того, что ЦНС играет ключевую роль в запуске и развитии ГДС [Islamov 2015, Nagatomo 2014]. Однако конкретные механизмы этого влияния и источники адаптивных реакций со стороны периферической нервной системы остаются неясными. Первые исследования морфологии аксонов седалищного нерва мыши в условиях разгрузки задних конечностей появились только в 2009 году [4].

Необходимость в раздельном изучении морфологических характеристик двигательных и сенсорных волокон периферических нервов возникает при анализе причин различных двигательных расстройств. Имеющиеся данные показывают, что нарушения движений, силы и точности мышечных сокращений связаны с нарушениями «мышечного чувства» — ощущения положения частей собственного тела относительно друг друга и в пространстве, что указывает на вовлеченность в ГДС сенсорных нейронов. В этой связи представляет интерес сопоставительное изучение морфологических характеристик двигательных и сенсорных волокон периферических нервов.

В ряде недавних работ [Wang 2011, Meng 2011] был поставлен вопрос о специфичности экспрессии аннексина V и агрина в чувствительных и двигательных волокнах седалищного нерва. Аннексин V выполняет множественные функции в организме и вырабатывается различными тканями, проявляя высокое сродство к мембранным липидам, в особенности фосфатидилсерину. Агрин, согласно данным ряда исследований, синтезируется в нейрональных телах двигательных нейронов и транспортируется к нервным окончаниям, где затем секретируется во внеклеточное пространство, участвуя в образовании и поддержании целостности синаптических контактов. Методами световой микроскопии и иммуногистохимии было показано, что агрин присутствует в волокнах обоих типов, а аннексин V — преимущественно в чувствительных [Saito 1995]. Данные об ультраструктурной локализации аннексина V и агрина в литературе отсутствуют. В настоящей работе мы изучили возможность использования этих белков для маркирования чувствительных и двигательных волокон в смешанной ветви седалищного нерва мыши при электронномикроскопических исследованиях.

Для исследования использовали участки большеберцовой и кожной ветви седалищного нерва. Мы исходили из того, что в кожной ветви представлены исключительно чувствительные волокна, а в большеберцовой — и двигательные, и чувствительные [Badia 2010].

Материалы
и методы

Эксперименты выполнены на белых мышах самцах массой 25 ± 3 г. Все процедуры с животными проводили в соответствии с правилами, рекомендованными Физиологической секцией Российского Национального комитета по биоэтике. Животные были разделены на две группы: контрольную ($n = 12$) и опытную ($n = 12$). У животных подопытной группы моделировали гипогравитацию методом антиортостатического вывешивания задних конечностей [5]. Животных контрольной группы содержали в стандартных условиях вивария. На 30-е сутки эксперимента животных наркотизировали, перфузировали 4% раствором параформальдегида (pH 7,4). Для исследования использовали участки большеберцовой и кожной ветви седалищного нерва. Нервы выделяли и фиксировали в 2,5% глутаровом альдегиде и 1% растворе OsO₄ на фосфатном буфере с добавлением сахарозы и заливали в Epon 812 (Fluka) для морфометрии, и в LRWhite — для иммуногистохимии. Поперечные срезы изготавляли на ультрамикротоме LKB-III, контрастировали насыщенным водным раствором уранил-ацетата и цитратом свинца и просматривали с помощью трансмиссионного электронного микроскопа JEM-1200 и Hitachi HT 7700. Измеряли наружный диаметр миелиновых волокон и аксональных цилиндров.

Проведение иммуногистохимических реакций осуществляли по классической схеме для работы с первичными и вторичными антителами с собственными модификациями [1; 2]. В качестве первичных антител использовали коммерческие поликлональные антитела, специфичные к Агрину (Rabbit anti-mouse polyclonal Agrin antibody, ab85174, Abcam), и к Аннексину V (Rabbit anti-mouse polyclonal Annexin V antibody, ab14176, Abcam). Использовали вторичные антитела, конъюгированные с коллоидным золотом (Anti-Rabbit Goat, Sigma, размер частиц 5 нм). Для усиления сигнала коллоидного золота применяли процедуру усиления метки серебром [3], для чего сетки со срезами инкубировали 4 минуты в растворе (BBInternational Silver Enhancing Kit, Ted Pella, Inc., Redding, CA).

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью пакета прикладных программ Origin 8.0 с использованием t-критерия Стьюдента. Уровень достоверности был принят меньше 0,05 ($p \leq 0,05$).

Таблица 1. Средние значения отношения g в большеберцовой и кожной ветвях седалищного нерва контрольной и опытной групп мышей.

	$g = d / D$
Контроль, большеберцовая ветвь	$0,829 \pm 0,018$
Опыт, большеберцовая ветвь	$0,802 \pm 0,036$
Контроль, кожная ветвь	$0,788 \pm 0,029$
Опыт, кожная ветвь	$0,656 \pm 0,046$

D — внешний, d — внутренний (аксональный) диаметры миелинового волокна.

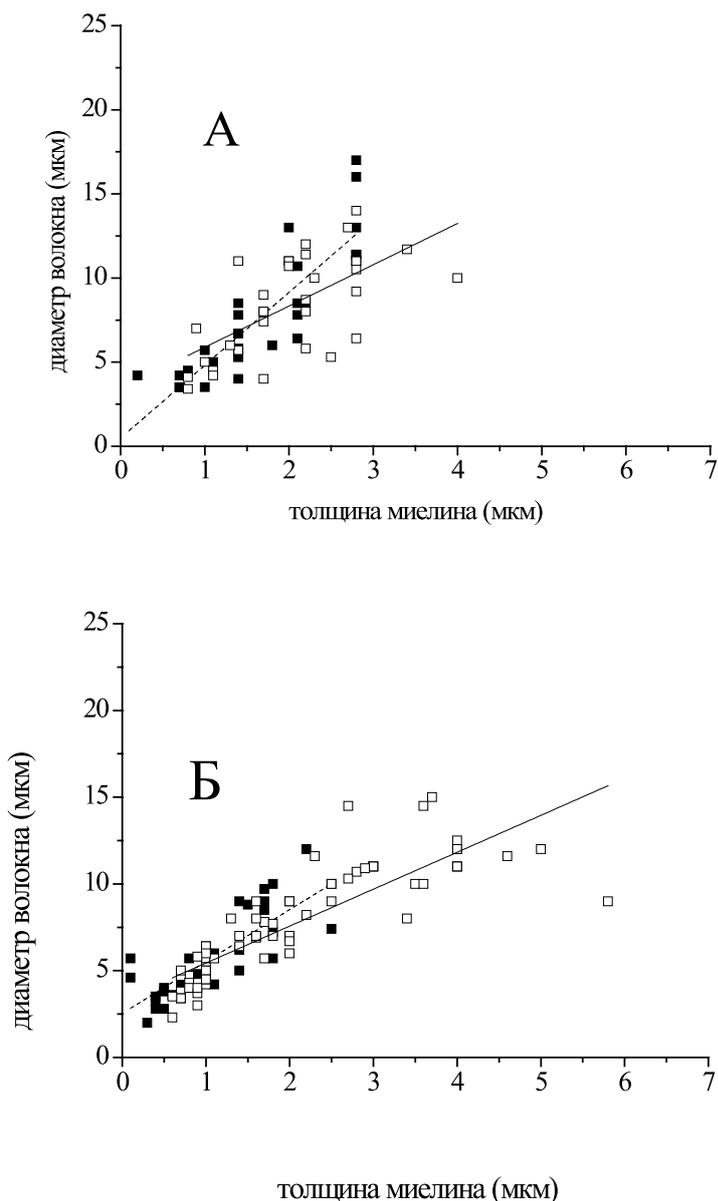


Рис. 1. Корреляция между толщиной миелиновых оболочек и диаметром миелинизированного волокна в большеберцовой (А) и кожной (Б) ветвях седалищного нерва. Темные символы — контроль, светлые — опыт. По оси абсцисс — толщина миелина, по оси ординат — диаметр миелиновых волокон. Значения коэффициентов Пирсона для А: $R = 0,73$ (контроль, штриховая линия), $R = 0,64$ (опыт, сплошная линия); для Б: $R = 0,8$ (контроль, штриховая линия), $R = 0,72$ (опыт, сплошная линия).

Таблица 2. Плотность точек иммунопреципитата по агрину и аннексину V в кожной и большеберцовой ветвях седалищного нерва мыши.

	Плотность точек, мкм^{-2}	
	Опыт	Контроль
Агрин, большеберцовая ветвь	$25,54 \pm 5,46$	$14,93 \pm 1,85$
Агрин, кожная ветвь	$19,81 \pm 3,01$	$34,33 \pm 4,63$
Аннексин V, большеберцовая ветвь	$5,84 \pm 1,26$	$4,88 \pm 1,09$
Аннексин V, кожная ветвь	$3,19 \pm 0,96$	$4,38 \pm 1,35$

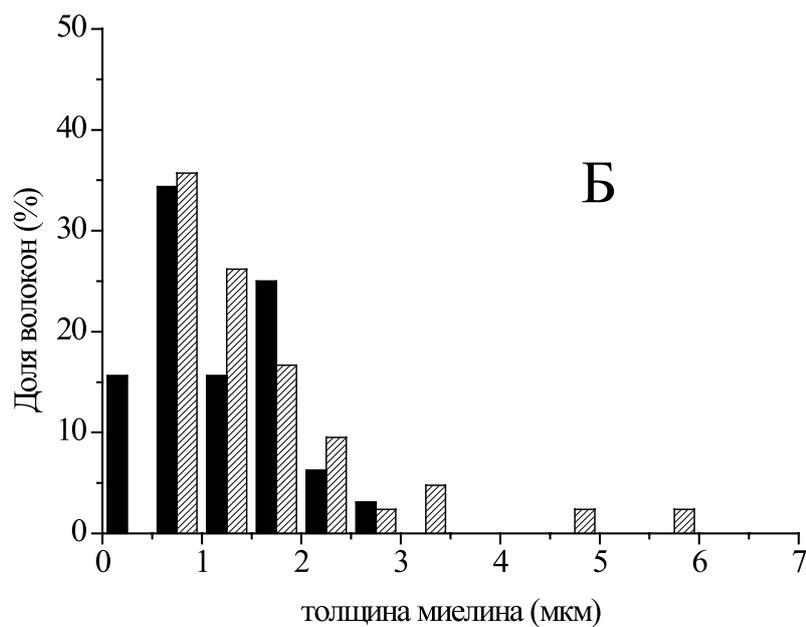
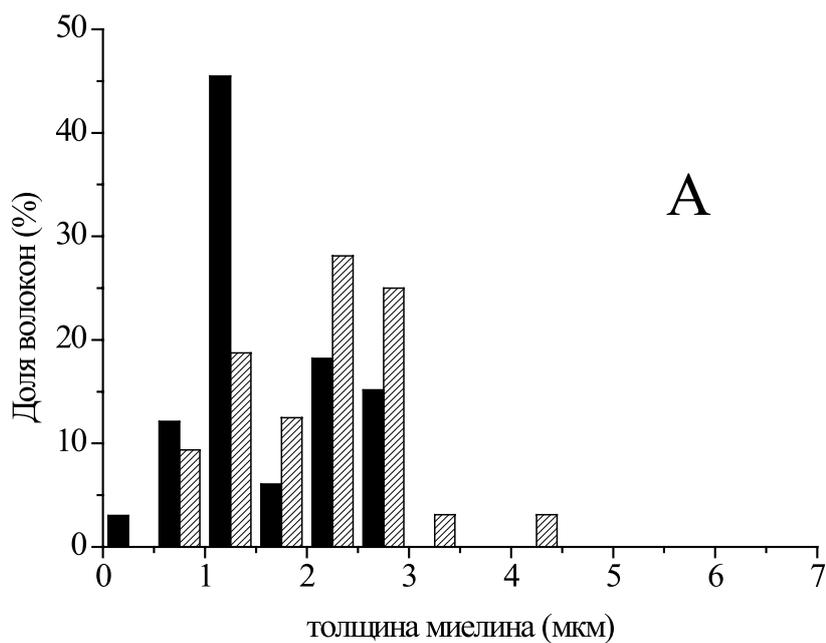


Рис. 2. Распределение волокон по толщине миелина в большеберцовой (А) и кожной (Б) ветвях седалищного нерва. Контроль — темная штриховка, опыт — светлая.

Результаты

Морфологически волокна опытных образцов обеих ветвей выглядят достаточно сохранными, не обнаруживая заметных качественных различий с образцами от животных контрольной группы. В образцах от интактных животных наблюдается пропорциональность между диаметром волокна и толщиной миелина: волокна большего диаметра имеют и более толстый миелин (Рис. 1). Однако в опытных образцах появляется пул волокон с очень толстым миелином при сравнительно малом диаметре волокон. Число таких волокон особенно велико в чувствительной ветви, что приводит к достоверному снижению среднего значения индекса g , характеризующего относительную толщину миелиновой оболочки (Табл. 1).

Под влиянием вывешивания меняются не только средние значения индекса, но и характер распределения индивидуальных волокон по толщине миелина (Рис. 2). В контрольных образцах основное количество волокон имеет толщину миелина около 0,8–2 мкм, при этом имеется значительное число волокон с более тонким миелином. В опытных образцах волокна с миелином тоньше 0,5 мкм не наблюдаются вообще, зато появляется длинный хвост в сторону больших значений — от 3 до 5,5 мкм. Подобный характер изменений позволяет сделать вывод, что толщина миелина увеличивается во всех волокнах, но в разной степени. При этом, в кожной ветви относительный прирост существенно больше, чем в большеберцовой.

Результаты иммуногистохимии свидетельствуют, что антитела к агрину и аннексину V сорбируются предпочтительно на миелиновых оболочках нервных волокон. Плотность преципитации максимальна на плотных слоях миелина и незначительна на участках расслоения миелина. В то же время, иммуносорбция в аксональных цилиндрах, в безмиелиновых волокнах, а также на коллагене отсутствует или незначительна. Сравнение контрольных образцов большеберцовой и кожной ветвей по плотности и равномерности распределения осадка показало, что осадок по аннексину V распределяется равномерно по миелиновым оболочкам волокон в обеих ветвях (Табл. 2). Сравнение между контролем и опытом также показало незначительные отличия по аннексину V. В то же время, по агрину наблюдается существенная разница в плотности осадка — в кожной ветви плотность более чем в два раза выше по сравнению с большеберцовой. Под влиянием вывешивания экспрессия агрина в кожной ветви уменьшается, а в большеберцовой увеличивается.

Обсуждение

Проблема гистохимического маркирования чувствительных и двигательных волокон в составе смешанного

нерва актуальна в связи с необходимостью изучения их раздельной реакции на внешние воздействия. Для ультраструктурных исследований эта проблема остается нерешенной. В настоящей работе мы изучили специфичность экспрессии агрина и аннексина V в волокнах чувствительной (кожной) и смешанной сенсорно-моторной (большеберцовой) ветвях седалищного нерва, адаптировав методику электронной иммуногистохимии применительно к нервной ткани. Полученные нами результаты свидетельствуют, что экспрессия агрина в значительной мере определяется функциональной принадлежностью волокна, тогда как для аннексина V такой специфичности не обнаружено. Кроме того, и общий уровень окрашивания по аннексину V в волокнах обоих типов оказался существенно ниже, чем по агрину. Несмотря на то, что по агрину имеется существенная количественная разница в интенсивности окрашивания, агрин не может быть использован для селективного мечения чувствительных и двигательных нервных волокон, по причине высокой вариативности его экспрессии. Согласно полученным данным, в опытных образцах сенсорной и смешанной ветвей седалищного нерва изменения средней величины экспрессии имеют значительную величину и носят разнонаправленный характер. При этом реакция сенсорной ветви значительно более выражена по сравнению со смешанной.

Существенной чертой изменений характера миелинизации аксонов седалищного нерва в результате длительной разгрузки задних конечностей является избыточный рост толщины миелина, что выводит миелиновый индекс за пределы оптимальных значений [6]. Авторы ряда работ сообщали об увеличении толщины миелина различных отделов центральной нервной системы в процессе старения у мышей [7], крыс [8, 9] и приматов [10]. Высказывается мнение, что утолщение миелиновых оболочек является приспособительной реакцией в ответ на уменьшение числа нервных волокон путем увеличения проводимости оставшихся.

В предыдущей работе мы выявили, что в результате аналогичного по длительности вывешивания миелинизированные волокна в белом веществе поясничного отдела спинного мозга демонстрируют разрушение миелина [11]. Данные, полученные на текущем этапе исследований, показывают, что в отличие от ЦНС миелиновые оболочки периферических нервов остаются сохранными, однако изменяется соотношение между волокнами с толстым и тонким миелином. Мы отдельно охарактеризовали реакцию чувствительных и смешанных ветвей седалищного нерва на разгрузку задних конечностей. Во-первых, морфологические изменения затрагивают оба типа нервов и имеют качественно сходный характер, заключающийся в уменьшении количества волокон с тонким миелином и появлении волокон с избыточной миелинизацией. Во-вторых, количественно реакция

чувствительной ветви более выражена по сравнению со смешанной. Отмеченные различия в интенсивности изменений в чувствительных и смешанных ветвях могут быть следствием более ранней реакции чувствительных нейронов на гипогравитацию.

Таким образом, результаты настоящего исследования подтверждают вовлеченность в гипогравитационный

синдром периферических сенсорных нейронов и дают основания предполагать их опережающее реагирование по сравнению с двигательными.

Благодарности

Работа частично поддержана грантом РФФИ 17-04-01404А

ЛИТЕРАТУРА

1. Salnikov V.V., Lukyanenko Y. O., Lederer W. J., Lukyanenko V. I. Distribution of ryanodine receptors in rat ventricular myocytes. *J Muscle Res Cell Motil.* 2009, 30, 161–170.
2. Salnikov V.V., Lukyanenko Y. O., Frederick C. A., Lederer W. J., Lukyanenko V. I. Probing the Outer Mitochondrial Membrane in Cardiac Mitochondria with Nanoparticles. *Biophys J.* 2007, 92, 1058–71.
3. Baude A., Nusser Z., Molnár E., McIlhinney R.A., Somogyi P. High-resolution immunogold localization of AMPA type glutamate receptor subunits at synaptic and non-synaptic sites in rat hippocampus. *Neuroscience* 1995, V. 69, P. 1031–55.
4. Canu MH, Carnaud M, Picquet F, Goutebroze L. Activity-dependent regulation of myelin maintenance in the adult rat. *Brain Res.* 2009. V. 1252. P. 45–51.
5. Morey-Holton ER, Globus RK. Hindlimb unloading rodent model: technical aspects. *J Appl Physiol* 2002. V. 92. P. 1367–1377.
6. Chomiak T., Hu B. What Is the Optimal Value of the g-Ratio for Myelinated Fibers in the Rat CNS A Theoretical Approach. *PLoS One.* 2009. V. 4(11). P. e7754.2009.
7. Shepherd M. N. et al. Paranodal reorganization results in the depletion of transverse bands in the aged central nervous system. *Neurobiol Aging.* 2012. V. 33. № 1. P. 203.e13–203.e24.
8. Xie F. Et al. Effects of normal aging on myelin sheath ultrastructures in the somatic sensorimotor system of rats. *Mol Med Rep.* 2014. V. 10. № 1. P. 459–466.
9. Sugiyama I. et al. Ultrastructural analysis of the paranodal junction of myelinated fibers in 31-month-old-rats. *J Neurosci Res.* 2002. V. 70. № 3. P. 309–317.
10. Peters A. The Effects of Normal Aging on Myelinated Nerve Fibers in Monkey Central Nervous System. *Front Neuroanat.* 2009. V. 3. № 11. P. 459–466.
11. Chelyshev Y. A., Muhamedshina Y. O., Povysheva T. V., Shaymardanova G. F., Rizvanov A. A., Nigmatzyanova M. V., Tiapkina O. V., Bondarenko N. I., Nikolskiy E. E., Islamov R. R. Characterization of spinal cord glial cells in a model of hindlimb unloading in mice. *Neuroscience*, 2014, V 280, 7 Nov, P 328–339.

© Шаймарданова Гульнара Фердинантовна (gulnara-f-kzn@mail.ru), Сальников Вадим Владимирович, Васильева Алина Рустемовна, Гайсин Ильшат Альбертович.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Казань

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПАРАШЮТИСТА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЕМ УЧЕБНЫХ СЦЕНАРИЕВ В ПЕРСПЕКТИВНОМ ОБЛИКЕ ТРЕНАЖЕРА

A SYSTEM OF AUTOMATED ASSESSMENT OF THE PARATROOPER ACTIVITY TO MANAGE THE TRAINING PROCESS IN SIMULATORS OF THE FUTURE

V. Abanin

Summary. The problematic issues in the development of automated assessment system are considered. The algorithmic diagram for controlling the training process is presented. The mathematically expressed inequality characterizes the fact of leaving the cone of the canopy capabilities by a trained paratrooper.

Keywords: automated assessment system, objective control system, prospective simulator, mastering of the planning special-purpose parachute system, training process.

Абанин Владислав Сергеевич

К.т.н., профессор, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище
vlad-ac@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены проблемные вопросы при разработке системы автоматизированной оценки, представлена алгоритмическая схема управления содержанием тренажей, математически выражено неравенство, характеризующее факт выхода обучаемого парашютиста из конуса возможностей купола.

Ключевые слова: система автоматизированной оценки, система объективного контроля, перспективный тренажер, освоение планирующей парашютной системы специального назначения, содержание тренажей.

Введение

Процесс подготовки парашютиста (П) с использованием тренажерного средства при освоении планирующей парашютной системы специального назначения (ППС СпН) можно рассмотреть как сложную систему, направленную на эффективное использование времени работы учебного средства. В последнее время широкое использование мультимедийных средств в учебном процессе значительно упрощают подготовку в целом. Широко применяются так называемые симуляторы [1]. Однако, их отличие от тренажеров заключается в том, что перед симулятором не ставится задача контроля качества обучения специалиста. Следовательно, для тренажеров требуется разработка системы автоматизации оценки и управления учебными сценариями. Вопросам повышения эффективности работы моделирующих устройств и посвящена данная статья.

Обобщенную структуру исходных данных о любом упражнении, отрабатываемом на тренажере освоения ППС СпН с позиции общей теории систем можно описать следующим отношением [195 2]:

$$U_u^S = U_u^{ymp} \times U_u^{zl} \times U_u^{yc} \times U_u^{on} \quad (1)$$

где U_u^{ymp} — множество формальных отношений (МФО), характеризующие упражнения в целом;

U_u^{zl} — МФО, характеризующие элементы упражнения;
 U_u^{yc} — МФО, характеризующие участки элементов;
 U_u^{on} — МФО, характеризующие параметры, оцениваемые на участках элементов упражнения.

Принцип целостности требует организации ее структуры на основе подсистем, каждая из которых обладает системным свойством.

В данном случае, под системным свойством понимается такое свойство, при потере которого система не способна выполнять возложенные на нее функции. С точки зрения динамического описания системы объективного контроля (СОК) эти принципы могут быть соблюдены, если множества состояний входящих элементов будут удовлетворять следующему принципу организации ее структуры: при сохранении целостности состояния СОК, как конечного автомата, ее структурная организация должна обеспечивать такое конструирование текущего состояния автомата, при котором реализуется конкретно необходимые в данный момент функции. Такой принцип структурной организации называют функционально-модульным, а метод, реализующий данный принцип называется функционально-модульным методом организации структуры СОК. Данный метод предполагает построение структуры СОК на основе автономных модулей, каждый из которых ориентирован на реализацию

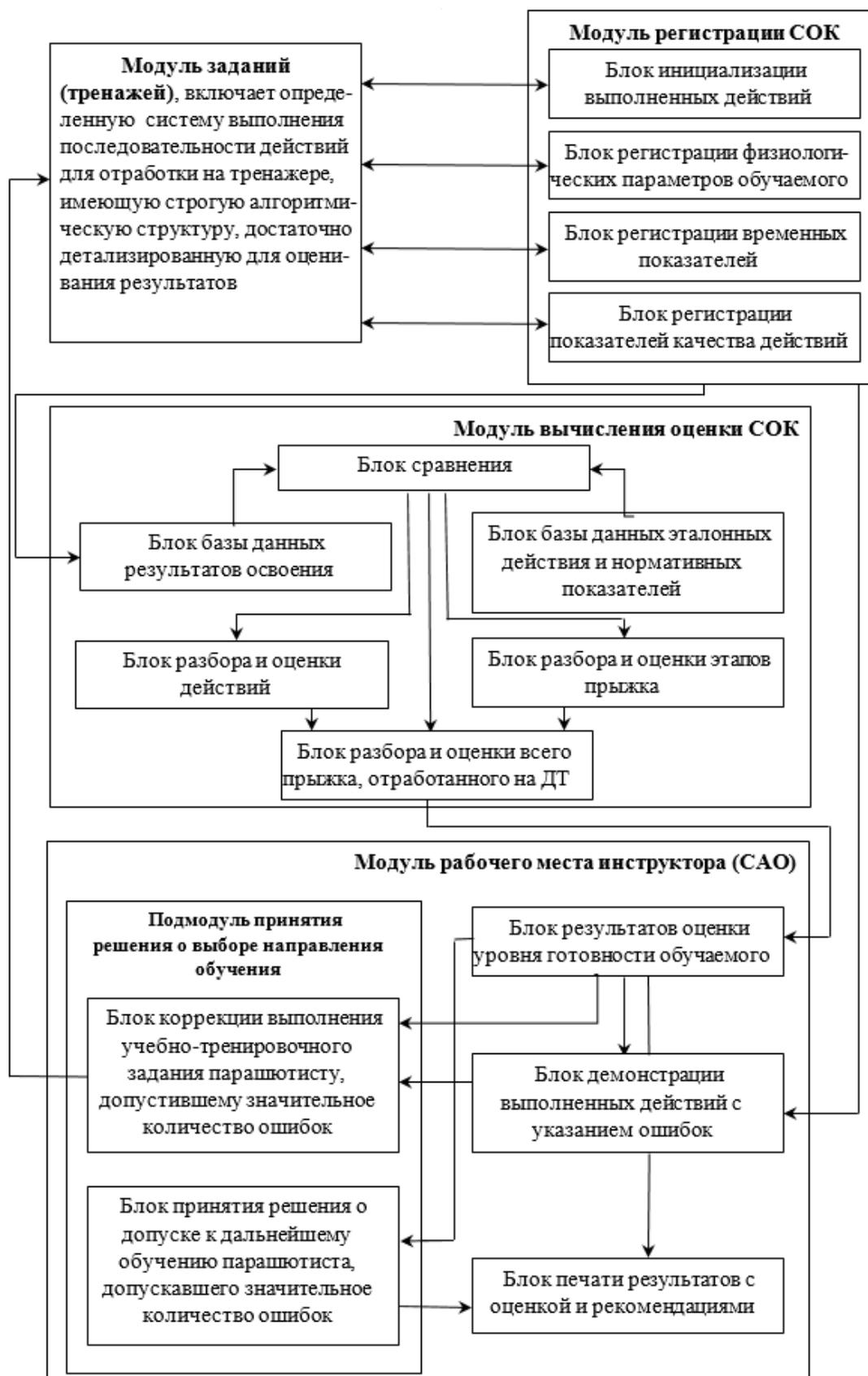


Рис. 1. Принципиальная модульная структура взаимосвязей СОК и САО при отработке учебно-тренировочных заданий на тренажере

одного из методов, применяемых для автоматизированного решения СОК задач.

В постоянном взаимодействии с СОК функционирует и система автоматизированного обучения (САО). Обычно ее роль выполняет инструктор, управляющий общим планом подготовки П. В смежных отраслях существуют автоматизированные системы управления сценариями подготовки, например, в тренажерах и симуляторах летного состава. Все это существенно понижает роль человеческого фактора специалиста на рабочем месте инструктора тренажера при неэффективном выборе дальнейшего плана подготовки П.

Графически можно представить иерархию уровней оценивания подготовки П на динамическом тренажере (рис. 1).

При отработке учебно-тренировочных заданий (УТЗ) на тренажере (содержание, структура их и уровень сложности задается в модуле заданий (тренажей); модуль регистрации системы объективного контроля фиксирует через соответствующие блоки ход выполнения действий, физиологические параметры П, временные показатели действий и прочие показатели качества действий (к ним относятся и данные о интенсивности перемещений частей тела П).

Далее, вся эта получаемая информация с рабочего места обучаемого (после выполненного упражнения П) поступает на блок базы данных результатов освоения модуля вычисления оценки СОК.

В блоке базы данных эталонных действий и нормативных показателей размещены сведения об эталонной деятельности П при управлении ППС СпН, допустимые показатели временных отклонений в зависимости от уровня готовности обучаемого. Методика формирования сведений и об эталонной деятельности более подробно представлена в работах [3,4,5].

В блоке сравнения модуля вычисления оценки СОК сопоставляются показатели и принимается решение о допущенных ошибках при выполнении действий, этапов и всего прыжка в целом.

Полученные данные от модуля вычисления оценки СОК поступают на блок результатов оценки уровня готовности обучаемого модуля рабочего места инструктора (САО). В этом блоке определяется уровень успешности подготовки, степень влияния допущенных ошибок на формируемый уровень готовности. При превышении допустимого количества ошибок информация поступает на блок демонстрации выполненных действий с указанием ошибок и блок коррекции выполнения УТЗ парашю-

тисту, допустившему значительное количество ошибок (подмодуль принятия решения о выборе направления обучения). Коррекция выполнения задания заключается в изменении темпа отработки этапов прыжка, добавление голосового сопровождения при комментировании действий, при необходимости остановки моделируемого прыжка и объяснения природы допущенных ошибок. Также возможно изменения времени отработки проблемных вопросов (выделяется больше времени при тренажах на отработку навыков действий).

Демонстрация выполненных действий с указанием ошибок позволяет на основе обобщения данных представить интерактивную модель совершенных действий с комментариями виртуального инструктора. Это, по сути, способствует подкреплению формируемых навыков, а для лиц, допустивших значительное количество ошибок, является обязательным элементом коррекции плана подготовки.

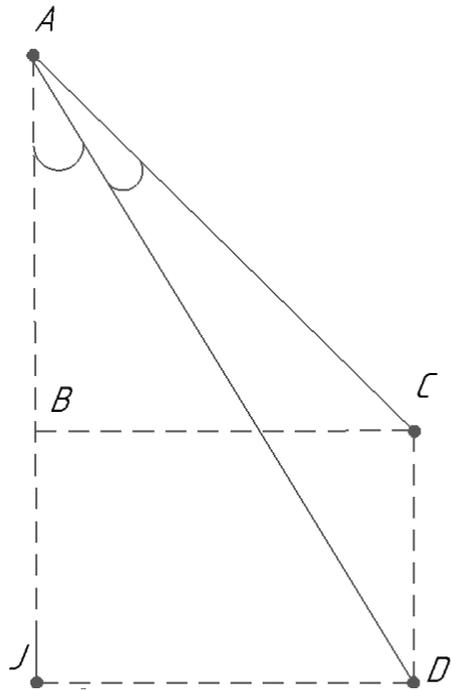
С блока результатов оценки информация поступает на блок принятия решения о допуске к дальнейшему обучению парашютиста, допустившего значительное количество ошибок. Здесь учитывается результативность работы П после коррекции УТЗ. Итоговая информация поступает для печати и вывода рекомендаций обучаемому парашютисту.

Рассмотрим частный пример работы модуля вычисления оценки (СОК). Задача разработки вычислительного блока СОК для выявления нахождения П в конусе возможностей купола является весьма актуальной. Под конусом возможностей купола понимается область в пространстве, находясь в которой парашютист имеет возможность прийти в цель [6].

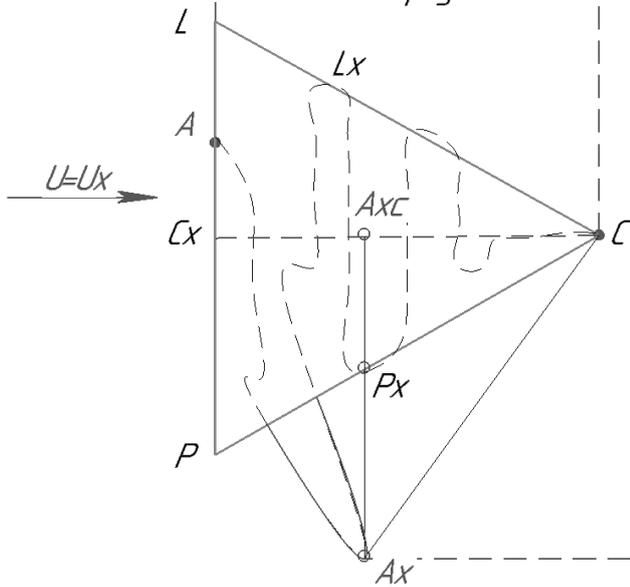
В автоматическом режиме оценивание положения тела П при его различных управляющих воздействиях позволяет судить об уровне сформированности навыка «уровень обученности по пилотированию до исходного района» и всех прочих его составляющих, связанных с отработкой действий по траекторному снижению. Следует отметить, что критерием для оценки сформированности навыка будет лишь факт нахождения в конусе возможностей или выход за его пределы.

Для математического описания необходимо учитывать два важных момента. Во-первых, необходимо постоянно знать геометрию конуса возможности купола на этапе снижения от точки начала снижения (ТНС) до точки контрольной проверки (ТКП). Во-вторых, требуется постоянно оценивать возможности купола по попаданию в ТКП на заданной высоте $H_{кп}$. Используя эти показатели, появляется возможность объективно оценить допущенные ошибки обучаемым как в ходе реальных

Вид сбоку (на плоскость, образуемую вектором направления ветра)



Вид сверху



Вид сзади (горизонтальная плоскость перпендикулярная вектору направления ветра)

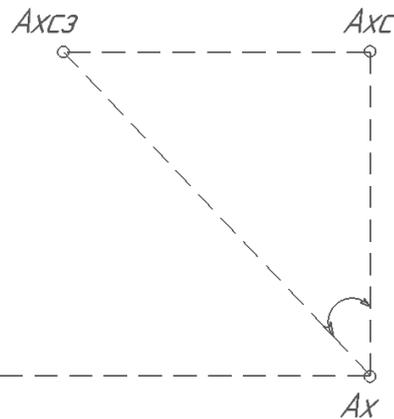


Рис. 2. Схема движения парашютиста от точки начала снижения до точки контрольной проверки

прыжков, так и при отработке навыков по управлению ППС СпН на динамическом тренажере.

На рисунке 2 показана условная схема движения парашютиста как материальной точки A_x . В начальный момент времени A_x совпадает с точкой A (ТНС). Отрезок

AC — траектория движения точки A_x в проекции на плоскость, образуемую перпендикуляром, восстановленным из точки C (ТКП), строго параллельным с вектором направления ветра. Второй, образующий плоскость перпендикуляр, восстановлен из точки C к поверхности земли и сориентирован под углом 90^0 к первому.

Для оценки возможности планирования до точки C необходимо учитывать текущую высоту H_x на протяжении всего этапа управляемого снижения.

В ходе реальных прыжков она измеряется по высоте-меру, а в зависимости она определяется как отношение:

$$H_x = (H_{dec} - H_{nad}) - V_g t_x \quad (2)$$

где H_{dec} — высота выброски, м,
 H_{nad} — высота падения до полного раскрытия ППС СпН, м,
 V_g — расчетная вертикальная скорость снижения, м/с,
 t_x — переменное общее время снижения при планировании с постоянной скоростью (V_g), с.

Для определения возможности планирования введем угол α_{hx3} , характеризующийся величиной между условной линией визирования $A_x A_{hx3}$, нацеленной перпендикулярно к отрезку $C_x C$ и линией $A_x A_{xc}$ параллельной поверхности земли. Следовательно, запишем:

$$AC = \sqrt{(AJ - CD)^2 + \left(\frac{AJ}{ctg \alpha_{h3}}\right)^2} \geq (t_n - t_{oct}) \sqrt{V_g^2 + V_g^2}$$

При условии что $(t_n - t_{oct}) \geq 0$

где t_n — суммарное время полета от точки ТНС, с,
 t_{oct} — минимальное время полета для завершения этапа после прохождения точки C (ТКП), с (принимается для ППС «Арбалет-2» 60с),
 V_g — максимально возможная горизонтальная составляющая скорости планирования, м/с,
 V_g — максимально возможная вертикальная составляющая скорости планирования, м/с.

Неравенство (3) показывает, способен ли парашютист, управляющий ППС СпН в любой момент пилотирования определить возможности попадания на точку КП на заданной высоте. Ограничениями для выражения (3) является отсутствие ветра (штиль).

Рассмотрим наличие ветрового сноса. На рисунке 2 (вид сверху) показано направление ветра $U=U_x$. Требуется учесть снос ветра, и как он оказывает влияние на точность попадания условного парашютиста (точка A_x).

Для описания этого процесса будем проецировать все переменные величины на линию CC_x образуемую пересечением плоскости ($CC_x D$). Причем точка D является проекцией точки C (ТКП) в горизонтальной плоскости земли.

Для определения возможности планирования введем угол α_{hx3} , характеризующийся величиной между условной линией визирования $A_x A_{hx3}$, нацеленной перпендикулярно к отрезку $C_x C$ и линией $A_x A_{xc}$ параллельной поверхности земли. Следовательно, запишем:

$$\frac{A_x A_{xc}}{(AJ - V_g t_n)/V_g} - U_x \leq V_g \quad (4)$$

Для определения $A_x A_{xc}$ необходимо знать угол α_{hx3} и текущую высоту

$A_x A_{xc}$. Угол определяется фактическими измерениями в ходе реальных прыжков, а при моделировании в тренажере по координатным данным точки A_x . Расстояние $A_x A_{xc}$ определяется через тангенс угла α_{hx3} . Таким образом, выражение (4) примет вид:

$$\frac{A_{hx3} A_{xc}}{tg(\alpha_{hx3})(AJ - V_g t_n)/V_g} - U_x \leq V_g \quad (5)$$

Неравенство (5) позволяет оценить возможности ППС СпН в любой точке нахождения траектории с позиции попадания в точку контрольной проверки на заданной высоте. Следовательно, получая результат сравнения для каждого конкретного момента управляемого снижения можно оценивать и общий уровень навыка пилотирования купола (по нахождению в конусе возможностей).

ВЫВОДЫ

Таким образом, система автоматизированной оценки деятельности парашютиста за счет введения полученных зависимостей в вычислительный блок СОК перспективного тренажера позволяет для любых моделируемых метеоусловий определять такие ошибки парашютиста как «выход из конуса возможностей купола». Данный принцип вычислений можно развить и для всех остальных этапов прыжка, требующего траекторного контроля за положением парашютиста. В конечном счете, после выявления места ошибки (координат положения) не составит труда осуществить просмотр записанной деятельности специалиста по управлению ППС СпН.

Система алгоритмического управления содержанием тренажей при подготовке парашютиста на ППС СпН на основе функционально-модульного метода раскрыта при:

- ♦ построении СОК на основе автономных иерархически организованных функциональных модулей, ориентированных на автоматизированное решение задач оценивания результатов выполнения упражнений. Установлено, что для задач подготовки парашютиста на ППС СпН требуется модуль регистрации СОК и модуль вычисления оценки СОК. Каждый из них имеет блочную структуру;

- ♦ реализации метода принятия автоматизированного решения, возложенного на систему автоматизированного обучения и управления планом подготовки в виде задач на основе функциональ-

ных модулей и связи ее с модулями СОК. Установлены взаимосвязи СОК и САО в модуле рабочего места инструктора (САО), определены направления каналов передачи информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абанин В. С. Обоснование концепции создания динамического тренажера освоения парашютной системы специального назначения // Сборник научных трудов по итогам IX Всероссийской научно-технической конференции: Концептуальные подходы и перспективы развития технических средств обучения на период до 2027 года. парк «Патриот» г. Кубинка, 2018. С. 187–200.
2. Лапшин Э.В., Данилов А. М., Гарькина И. А., Ключев Б. В., Юрков Н. К. Авиационные тренажеры модульной архитектуры // монография. — Пенза, 2008. 260 с.
3. Осипов А.В., Абанин В. С. Перспективы моделирования действий десантника парашютиста по управлению парашютной системой специального назначения. Ежеквартальный научный журнал «Научный резерв» — № 1. (РВВДКУ). Рязань, 2018. С. 49–53
4. Осипов А.В., Абанин В. С. Математические основы моделирования деятельности десантника-парашютиста по управлению парашютными системами специального назначения // Наука и военная безопасность Научно-практический журнал № 2 (ОАБИИ) Омск, 2018 С. 99–103.
5. Осипов А.В., Абанин В. С. Разработка динамических моделей деятельности десантника по управлению парашютными системами специального назначения // Сборник докладов и выступлений научно-деловой программы Международного военно-технического форума «АРМИЯ — 2018» // Москва — 2018 С. 219–222.
6. Skydivevatulino // URL: <http://www.parashut.com/library/32> (дата обращения 12.11.2019).

© Абанин Владислав Сергеевич (vlad-ac@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Рязань

ЭВОЛЮЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГРАХ

Али Алдиканджи

Аспирант, Российский университет дружбы народов
undakadnu@gmail.com

EVOLUTION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN COMPUTER GAMES

Ali Alliance

Summary. This article discusses the specifics of the technical implementation of artificial intelligence in computer games, the main ways of organization and production of intelligent systems, areas of improvement and methods of evolution of artificial intelligence in computer games.

Keywords: artificial intelligence, computer game, game implementation, evolution, motion control, animation, decision tree, game industry.

Аннотация. В настоящей статье обсуждаются специфика технического воплощения искусственного интеллекта в компьютерных играх, основные способы организации и производства интеллектуальных систем, направления совершенствования и методы эволюционирования искусственного интеллекта в компьютерных играх.

Ключевые слова: искусственный интеллект, компьютерная игра, реализация игры, эволюционирование, управление перемещением, анимация, дерево решений, игровая индустрия.

Введение

Международный рынок медиапотребления трансформируется большими темпами, средства массовой информации вытесняются усовершенствованными интернет-технологиями и компьютерными играми. Согласно статистике, количество играющих в компьютерные игры в нашей стране приближается к 53 миллионам человек [1], а реализация видеоигр превосходит любые новинки триллеров, вышедшие в кинотеатрах. В течение последних 20–30 лет компьютерные игры претерпевали ряд существенных преобразований. Значительный рост технологического потенциала и потребности в игровой промышленности превращает сферу интерактивных развлечений в наиболее быстро эволюционирующую отрасль информационных технологий во всем мире. За последние 6 лет общий показатель реализации современного поколения, игровых приставок типа Playstaion 4, XBOX ONE и Nintendo Switch, достигли величины 142 миллиона штук [5].

Однако компьютерные игры отнюдь не во все времена находили свою успешность и популярность. Игровая индустрия существенно видоизменилась с внедрением в нашу жизнь персонального компьютера и вероятности создания чего-то наиболее глобального, чем обычный игровой автомат.

Условно днем создания искусственного интеллекта в компьютерных играх, который может самостоятельно думать и имитировать свое собственное поведение, исходя из манипуляций игрока, названа дата 22 мая 1980 года, когда был создан и реализован Pac-Man.

Глобальным событием в области компьютерных игр стал выход в свет Black&White (Lionhead Studios Inc., 2001), Creatures (Cyberlife Technology Inc., 1996), Goldeneye (Rare Inc., 1997) и Halo (Bungie Studios Inc., 2001), посредством которых были основаны игровые жанры и установлено будущее ориентирование в сфере совершенствования компьютерных игр.

На сегодняшний день компьютерные игры представляют собой не элементарные части кода, а четко аккумулярованные системы отображения и распространения информации, визуальная структура которой воспроизводится с помощью усовершенствованных систем компьютерной графики и воспроизведения анимационных спецэффектов, музыкального аккомпанемента и использования новейших технологий искусственного интеллекта.

Подходы к определению понятия «Игровой искусственный интеллект»

Разработка игр не является в сущности своей наукой, а программные системы, используемые разработчиками не стандартизированы, как и все виды и структуры алгоритмов, поэтому игровой искусственный интеллект не имеет конкретного системного определения.

Целью искусственного интеллекта является интерпретация интеллектуальности участвующих в игре героев, непосредственности их поведения, рефлексов и идентичности условленных обстоятельств.

Игровой искусственный интеллект создают посредством целого ряда программных методик и иного техни-

ческого обеспечения, с помощью которых разработчик создает игровые системы, способные обеспечить человеку увлекательный игровой процесс, ощущение грандиозности игры.

Искусственный интеллект высокого качества должен уметь обеспечивать игроку максимальное количество возможностей и внутренних потенциалов: сообщать геймеру о предстоящих намерениях, обладать предсказуемым поведением, иметь возможность коммуницировать с игровыми системами, четко откликаться на действия игрока, иметь собственные цели и направления.

Такой искусственный интеллект называют NPC (Non Player Character) — не игровой персонаж, то есть тот персонаж, который является ключевой в игре, но не поддается управлению самим игроком. NPC делятся на 3 типа, а именно:

1. NPC дающий задания игроку;
2. NPC проявляющий вражду игроку, тем самым препятствуя прохождению данной локации;
3. NPC союзник, то есть помогающий игроку пройти то или иное место или победить противника.

В играх прошлого поколения поведение NPC никак не зависило от действий главного героя (игрока). Искусственный интеллект должен был стоять на определенном месте и давать герою какое — либо задание, после чего игрок начинал его выполнение, а после завершения задания он (игрок) возвращался в то же место и сдавал задание тому NPC у которого его брал, за что получал награду и отправлялся далее к следующему заданию.

В следующем поколении игр стала доступна цепочка заданий между определенным NPC. Приведём пример: Игроку нужно выполнить определенное задание, он приходит к NPC № 1 и начинает квест — задание, где его просят отправиться к NPC № 2 и забрать нужный ему предмет. Игрок, прибежав к NPC № 2, начинает с ним диалог откуда узнаёт, что NPC № 2 отдаст ему этот предмет взамен на услугу, например, наказать злодея, который постоянно портил его имущество. После чего главный персонаж, он же игрок, отправляется к злодею, тем самым, игрок, выполняя одно задание набредает на второе. После выполнения задания со злодеем, игрок приходит к NPC № 2 и в награду забирает нужный ему предмет, а затем направляется к NPC № 1 и отдаёт предмет выполнив тем самым основное задание. В этом случае игрок выполнял задание сразу двух NPC.

В современных играх появилась свобода действия, то есть главный персонаж не зависит от NPC, тем самым это даёт ему выбор задания. Игрок выбравший задание одного NPC может настроить против себя другого и тому подобное. То есть, делая определённый выбор заданий

игрок может изменить дальнейшее поведение некоторых NPC, их задания и даже сюжет игры.

На сегодняшний день значимое количество компьютерных игр добивается реализации всех сфер игрового искусственного интеллекта, на которых мы остановимся далее.

Реализация перемещений

Каждая область игрового искусственного интеллекта одинаково значима для любой компьютерной игры и взыскательна к сферам совершенствования разработчика, поскольку каждый уровень интеллектуальности игры способен сломаться, в случае если даже единственное звено системы недоработано.

Перемещение представляет собой один из главных элементов игровой механики, техническое осуществление которого предполагает вложение значительных усилий разработчиков и занимает большое количество времени.

Специфика игры основана на индивидуальности виртуального мира, разработанного создателем игры, воспроизводится художниками и создается программами.

Модель перемещений зависит от специфики и интерпретации игрового мира, а также систем управления перемещением.

Вполне очевидно, что перемещение обусловлено структурой игры: если окружение статично, то местоположение предметов и героев остается постоянным с течением времени, соответственно данная информация поступает в область владения искусственного интеллекта первоначально перед игрой, если ситуация отображается кардинально противоположно, то окружающий мир приобретает динамичность, а его объекты будут претерпевать изменение своего местоположения, в этом случае информацию необходимо обновить, чтобы исключить из системы игры ситуации, выходящие из-под контроля. Таким образом, игровая система в данной ситуации считается информированной, а именно, она получает доступ к позиционированию и распределению игровых объектов, в такой ситуации будет достаточно легко подобрать наиболее благоприятный путь от начала игры до определенной точки назначения. Такое свойство однозначно устраняет ошибки программного кода, в процессе которых игровые объекты могут увязать, задерживаться, застревать среди текстур игры.

В играх прошлого поколения перемещения были реализованы в силу возможности прошлых так называемых

игровых движков игры. Персонаж перемещался исключительно в установленных направлениях (Вперёд — Назад, Влево — Вправо), что не давало игроку свободы перемещения, он не мог насладиться интерьерами хоть и старой, но всё же игры, перемещаться было крайне некомфортно. Если речь идёт о гоночных играх, то есть тех играх, где нужно управлять автомобилем, то можно было поворачивать только по диагонали влево, по диагонали вправо и использовать тормоз. Что говоря о физике перемещения данных игр, то её совсем не было. Персонаж мог стоять краем ноги на вышке и не падать, а машина не поддавалась заносу, сопротивлению управления и так далее. При желании сбить машиной забор игрок огорчился тем что заборы в таких играх не имели возможность ломаться.

В более новом поколении игр персонажи получили возможность перемещения в любом направлении и было добавлено перемещение камеры мышкой, а именно можно было отодвинув мышку вправо повернуть камеру игры, тем самым осмотрев просторы игры не двигая персонажей. Что касается гоночных игр, то машины также получили возможность перемещения в любом направлении, езде назад и тому подобное. Физика в таких играх так же хромала, но всё же в каких-то моментах она присутствовала. Если персонаж взаимодействовал с предметом (выстрелил в ящик), то этот предмет мог передвигаться, но только в то место которое прописано в коде игры, а также персонаж мог брать предмет и перемещать его куда угодно, например, передвинуть ящик чтобы забраться на возвышенность. Автомобили же в свою очередь также поддались физическим воздействиям, то есть при резком повороте машина уходила в занос и её могло развернуть, но всё же она находилась на трассе и не могла оторваться от неё так как движок игры этого не позволял. Также если на машине сбить забор, то он сразу примет ту форму, которая была прописана разработчиками в игре.

В современных играх перемещения персонажа и автомобиля также остались свободными, но физика достигла необычайной высоты. Поведение персонажа, объектов, NPC, частиц игры стало быть приближено к реальности. Персонаж имеет возможность соскользнуть с крутой горы и начать падать с движениями подобно настоящему падению человека. Текстуры и объекты не зависят от кода игры, например, возьмём тот же ящик, игрок начинает по нему стрелять, ящик в свою очередь перемещается в другое место, но перемещается как настоящий, сторона на которую он упадёт зависит от того, как он приземлится и тому подобное. Подходя к гоночным играм, машины также стали себя вести реалистично, присутствует сопротивление управлению в зависимости от скорости машины, также зависит как резко будет совершён поворот машины и соответствен-

но произойдёт ли занос машины, или же грамотный поворот и продолжение движения. При неровностях дороги машина имеет возможность оторваться от земли колёсами, подлететь на какую-то высоту или вовсе перевернуться. Если в такой игре у игрока возникнет желание сломать забор, то он увидит то что произошло бы будь это реальное действие на настоящем автомобиле, а именно забор будет разрушен и его части разлетятся по трассе в зависимости от того под каким углом произошло столкновение и с какой скоростью.

Деревья решений

Деревья решений — это некий алгоритм действия игрока по ходу сюжета игры, то есть прохождение основных заданий, предписанных игрой. Дерево имеет множество различных заданий, которые могут вести как к одной концовке игры, так и к другой, но конец игры обязателен какое бы дерево не было. Также дерево может иметь как основные задания, так и дополнительные (побочные).

Особенностью такого дерева является то, что игрок может выбрать тот ход сюжета, который ему больше понравится, а также в зависимости от того какой путь выбрал игрок будет менять ход игры, как частично, так и полностью. Преимущество этого дерева является разнообразие игры от которого хочется проходить игру снова и снова для просмотра других линий сюжета. Недостаток лишь в том, что, если игрок выбрал не ту линию, придётся переигрывать ту часть игры, в которой он сохранил прогресс дабы выбрать ту линию, которую он хотел.

Вид дерева также меняется в зависимости от выбора линии сюжета игроком, оно может менять как частично, так и кардинально. В некоторых играх имеется возможность просмотра такого дерева прямо в игре, что помогает игроку определить какое задание он выполнил, а какое нет, а также посмотреть какую линию сюжет он проходил, а какую ему стоит пройти.

Окончание игры

В каждой игре в сюжетной линии существует и окончание игры с определёнными сценами переговоров персонажей и выяснения каких-либо подробностей.

Окончание игры — это неотъемлемая часть игры, подведение итогов сюжета. Итог может зависеть от выбора игроком сюжетной линии, например, игрок помог людям, делал добро и боролся со злом в городе. Такой конец игры приведёт к счастливой концовке, то есть всё у всех будет хорошо, зло будет повержено и жизнь в городе наладится. Если же главный персонаж (игрок)

выбирает путь зла, а именно убивается невинных граждан, помогает злодеям, то это приведёт к плохой концовке, в которой будет зло, убийства, ограбления, хаос и так далее.

В интерпретации понимания настоящего времени, если игра была создана качественно, яркие персонажи, интересные задания, побочные квесты, а самое главное развитие сюжета, то конец такой игры оставляет только положительные эмоции, ежели игра была сделана в короткие сроки и не очень качественно, то может быть негативные эмоции или не вызовет эмоций вообще. Но далеко не каждая игра может удивить или расстроить. Например, игра может быть красочная, разнообразная, с отличным развитием сюжета, но конец игры может вызвать отвращение к игре или огорчение, также и наоборот игра может быть скучной и унылой, но концовка даст ту информацию игроку, что ему понравится эта игра, он найдёт в ней увлекательную особенность. Это происходит из-за того, что сюжет игры может быть очень красочным и интересным, и интересным настолько сильно, что концовка просто покажется уныло по сравнению с самым развитием сюжета и наоборот.

Системы планирования

Система планирования — действие игрока от которого может зависеть поведение данной обстановки игры. Система планирования делится на 2 типа:

1. Прохождение данной локации игры путём без привлечения внимания, но успешного выполнения задания. (СТЕЛС)
2. Прохождение данного этапа локации путём открытого наступления на противника. (РАШ)

То есть при данном этапе игры игрок может решить, как ему будет лучше или интересней завершить задание. Игрок может прибегнуть к СТЕЛСу, а именно пройти локацию, не привлекая к себе внимания и допустим убивая противников, предстоящих на нашем пути. Прохождение по кустам, прятки за деревьями, все те действия, которые не допустят обнаружения персонажа противником. Это также можно спланировать по-разному, а именно пройти зачистив всю территорию от противника или пройти локацию, не прибегая к насилию. В современных играх СТЕЛС более востребован.

Также можно пройти определённую локацию начав штурм территории или, например, побег под град пуль. Такую систему планирования часто используют неопытные игроки.

Также можно совмещать эти стили, например, пройти одну половину локации тихо и незаметно, а по достижению главной базы противника начать штурм.

Но не стоит забывать, что это игра и всегда может произойти какая-то нестабильность в системе. Например, вы бесшумно проходили локацию, и противник заметил игрока там, где это было попросту невозможным, и наоборот игрок начал штурм локации, а противник прошёл мимо как ни в чём не бывало.

Перспективы развития в компьютерных играх

Играя в игру, мы хотим от неё ещё чего-то большего и много над этим размышляем. Какие продвижения могут быть в играх? Чего можно ждать на завтрашний день?

Продвижение искусственного интеллекта, он же искусственный интеллект, он же NPC. Например, многие игроки хотели бы увидеть в играх возможность указать пути NPC, то есть указать ему куда стоит переместиться. Многие игроки жалуются, что искусственный интеллект ходит не туда куда хотелось бы игроку доставляя этим дискомфорт в игре и возможность указать ему путь очень была бы кстати.

В реализации перемещения можно пожелать только реалистичности, например, если персонаж быстро бежит по ухабистым местностям где много ямок и кочет, то персонаж мог бы споткнуться или вовсе упасть.

В деревьях игры может быть больше сюжетных линий, побочных задач и квестов. В некоторых играх можно столкнуться с такой проблемой: Игрок играет в интересную для него игру к примеру второй день, и прошёл её. Ему хочется ещё, он проходит другую линию сюжета, но он хочет ещё. Таким образом игрокам хочется большее дерево решений, чтобы в игру можно было играть неделями проходя разные линии сюжета и получать удовольствие, а не 2–3 часа от силы как это бывает с некоторыми довольно интересными играми.

В концовках игры иногда не хватает полного погружения. Есть ряд игр где так называемые каст сцены (эпизод в компьютерной игре, в котором игрок никак не может влиять на происходящие события, обычно с прерыванием геймплея) происходят с реальными кадрами снятыми реальными людьми с диалогами. В некоторых играх этого не хватает так как данное решение придаёт чувство погружения в игру. Если в каждой игре будут концовки и каст сцены с кадрами настоящих актёров, то это будет очень даже хорошо.

В системе планирования тоже можно пожелать интересную особенность. Игроки также часто жалуются, что NPC ходят и делают то что им прописано и это правильно. Можно было бы сделать систему управления искусственным интеллектом, а именно управлять неигровым

персонажем и ставить его на определённую точку для комфортного прохождения данного этапа.

Заключение

Подводя итог всему вышесказанному, хочется отметить, что игровая индустрия не стоит на месте, современные компьютерные игры и компьютерные игры прошлого столетия едва ли можно назвать хоть отдаленно схожими, искусственный интеллект — тем более. Методы, которые внедрялись двадцать лет назад и достойно

показывают себя сегодня, уже не будут применяться в будущем. В конце концов, игры имеют неограниченный потенциал и всегда будут удивлять нас своими новыми достижениями.

Игроки хотят новинок, новых эмоций, захватывающих приключений в играх. Они делятся своими впечатлениями с другими, на форумах, в видео, и именно это побуждает разработчиков делать более качественные подвижные игры с продвижением всяческих технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грэй С. Свежая статистика о российских геймерах [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://Hi-News.ru> — 2019. (дата обращения 02.06.2019)
2. Казунов В. S.T.A.L.K.E.R.: Чистое небо — интервью о проблемах выживания искусственного интеллекта в Чернобыльской зоне [Электронный ресурс]. — 2016. — Режим доступа: <http://www.gametechn.ru/cgi-bin/show.ru> (дата обращения 02.06.2019)
3. Шампандар А. Д. Искусственный интеллект в компьютерных играх: современные виды эволюционирования. Перевод с английского — М.: ООО «И. Д. Вильямс» — 2016. 521 с.
4. Элементы игрового искусственного интеллекта на основе табличной логики и Марковских цепей [Электронный ресурс]. — 2016. — Режим доступа: http://www.gamedev.ru/code/articles/Markov_chain_AI (дата обращения 02.06.2019)
5. Playstation 4 vs Xbox One: какая консоль продается лучше? [Электронный ресурс]. 2016. — Режим доступа: <http://ichip.ru/playstation-4-vs-xbox-one-kto-lider-prodazh.html> (дата обращения 02.06.2019)
6. Рутковский Л. Методы и технологии искусственного интеллекта: М. — 2016. 520 с.
7. Ручкин В. Н., Фулин В. А. Универсальный искусственный интеллект и экспертные системы; — М. — 2017. 240 с.
8. Макаров И. М., Лохин В. М., Манько С. В., Романов М. П. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления; Наука — М. — 2015. 336 с.

© Али Алдиканджи (undakadnu@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский университет дружбы народов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕДИЦИНСКОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

DESIGN OF MEDICAL DECISION SUPPORT SYSTEM

**A. Astafyev
S. Gerashchenko
S. Sharapov**

Summary. An important aspect of assessing the reliability of medical results obtained using the methods and means of a clinical laboratory is the use of decision support systems to confirm the diagnosis. To improve the effectiveness of treatment of patients with hepatitis, the present work presents a modified hybrid model of a deep trust network. Assessing the effectiveness of treatment in this study is tracking the changes in the patient's condition over time and can be used to assess the condition over certain periods. To train a modified model of a deep trust network, reference state data obtained by analyzing medical publications are used. Learning a modified deep trust network involves two steps, the first of which adopts a contrast divergence algorithm for optimizing hidden parameters in pre-training mode, while the second determines the output weight vector by the least squares method. Experimental results show that the proposed hybrid model based on a deep confidence network has good performance when applied in a decision support system. The general structure of a decision support system model for the medical task of assessing the severity of hepatitis is proposed.

Keywords: neural network, data classification, decision support system, prognosis of treatment.

Астафьев Андрей Николаевич

Ассистент,

Липецкий государственный технический университет

a.n.astafyev@gmail.com

Герашченко Сергей Иванович

Д.т.н., профессор, Пензенский государственный

университет

mpo@list.ru

Шарапов Сергей Иванович

К.ф.-м.н., доцент, Липецкий государственный

технический университет

kaf-physics@stu.lipetsk.ru

Аннотация. Важным аспектом оценки достоверности медицинских результатов, полученных с применением методов и средств клинической лаборатории, является применение систем поддержки принятия решения для подтверждения диагноза. Для повышения эффективности лечения пациентов с заболеванием гепатит в настоящей работе представлена модифицированная гибридная модель сети глубокого доверия. Оценка эффективности лечения в данном исследовании представляет собой отслеживание изменения состояния пациента в течении времени и может быть использована при оценке состояния в течении определенных периодов. Для обучения модифицированной модели сети глубокого доверия используются эталонные данные состояний, полученные путем анализа медицинских публикаций. Обучение модифицированной сети глубокого доверия включает в себя два шага, первый из которых принимает алгоритм контрастной дивергенции для оптимизации скрытых параметров в режиме предварительной подготовки, в то время как второй определяет выходной весовой вектор методом наименьших квадратов. Экспериментальные результаты показывают, что предложенная гибридная модель на основе сети глубокого доверия имеет хорошие показатели при применении в системе поддержки принятия решения. Предлагается общая структура модели системы поддержки принятия решений для медицинской задачи оценки состояния тяжести гепатита.

Ключевые слова: нейронная сеть, классификация данных, система поддержки принятия решения, построение прогноза лечения.

Введение

Применение систем поддержки принятия решения в медицине позволяет улучшить качество диагностики путем введения двойного контроля. Зачастую [1] системы поддержки принятия решения основываются на алгоритмах нейронных сетей, с помощью которых возможно моделировать опыт специалиста для принятия квалифицированного решения.

В качестве алгоритма обучения нейронных сетей в последнее время широко зарекомендовали себя методы глубокого обучения нейронных сетей [2], которые позволяют искать скрытые зависимости в данных и организуют иерархическую структуру. В качестве сетей глубокого обучения предлагается использовать сети глубокого доверия [3], которые после обучения могут вероятно отстраивать свои выводы. В качестве примера применения пред-

лагается использование задачи оценки прогноза лечения гепатита.

Оценка динамики развития гепатита [4] позволяет выявить, что ежегодно инфицирование вирусом гепатита С происходит у 3–4 миллионов человек, а количество носителей составляет 130–170 миллионов человек [5]. Лечение данного заболевания представляет сложную задачу, поскольку имеется необходимость постоянного контроля и корректировки лечения.

Методика работы

В настоящее время для построения прогноза лечения предложены многочисленные подходы, основанные на использовании данных искусственного интеллекта. В работе [6] искусственная нейронная сеть была применена для прогнозирования лечения кардиологических заболеваний, и экспериментальные результаты показали, что модель нейронной сети имеет сопоставимую с экспертом предсказательную мощь. В работе [7] представлена гибридная модель, сочетающая различные алгоритмы машинного обучения для оценки диагностики неврологических заболеваний. В [8] нечеткая логика использовалась для решения диагностических медицинских задач. В работе [9] метод кластерной регрессии, также известный как латентная регрессия классов, который объединяет кластеризацию и регрессию, был использован для оценки случаев возникновения инфекций. Проведенный анализ показывает широкое распространение применения интеллектуальных методов в медицине, однако имеется нераспространенность применения алгоритмов глубокого обучения для медицинских задач. Стратегия применения заключается в более мощных методах моделирования для изучения информации, скрытой в данных.

С одной стороны, метод глубокого обучения представляет нам очень мощный инструмент для построения модели прогнозирования. В моделях глубокого обучения репрезентативные объекты могут быть извлечены из самого нижнего слоя в самый высокий слой [10]. До сегодняшнего дня методика глубокого обучения широко использовалась в различных областях по оценке изображений [11]. В работе [12] глубокое обучение было использовано в качестве метода ансамбля для выявления рака. В работе [13] для распознавания лиц по фотографиям использовалась глубокая сверточная нейронная сеть. В [14], подход глубокого обучения, ограниченная машина Больцмана Гаусса–Бернулли была применена к 3D-классификации форм с использованием вейвлетов спектральных графов и парадигмы мешков признаков. В [15], сеть глубокого доверия была применена для решения проблемы понимания естественного языка. Как один из популярных методов глубокого обучения, сети

глубокого доверия показали свое превосходство в машинном обучении и искусственном интеллекте.

Из проведенного анализа применения методов глубокого обучения следует, что как метод обучения, так и знание предметной области полезны для повышения производительности моделей прогнозирования. Следуя этой идее, данное исследование пытается представить гибридную модель, которая сочетает модель сети глубокого доверия для дальнейшего повышения точности прогнозирования. В данном исследовании, во-первых, будет представлена структура предлагаемой гибридной модели, затем будет предложен алгоритм обучения для модифицированной модели сети глубокого доверия. Обучение модели в основном включает в себя два этапа, которые сначала оптимизируют скрытые параметры с помощью алгоритма контрастной дивергенции в режиме предварительной подготовки, а затем определяют выходной весовой вектор методом наименьших квадратов.

Введение в сеть глубокого доверия

Сеть глубокого доверия представляет собой стек ограниченной машины Больцмана [16]. Структура типовой модели машины показана на рисунке 1. Машина Больцмана — это неориентированная двудольная графическая модель, которая состоит из видимого (входного) и скрытого (выходного) слоев. Видимый слой и скрытый слой соответственно состоят из n видимых блоков и m скрытых блоков, и в каждом блоке есть смещение. Более того, в видимом или скрытом слое нет взаимосвязи [17]

Вероятность активации j -й скрытой единицы может быть вычислена следующим образом, когда видимый вектор $v(v_1 \dots v_i \dots v_n)$ дано

$$p(h_j = 1|v) = \sigma(b_j + \sum_{i=1}^n v_i w_{ij}) \quad (1)$$

где σ является сигмоидной функцией, w_{ij} вес соединения между i -ым видимым блоком и j -ым спрятанным блоком, и b_j является смещением j -й скрытой единицы.

Аналогично, когда скрытый вектор $h(h_1 \dots h_j \dots h_m)$ известно, что вероятность активации i -го видимого блока можно вычислить следующим образом:

$$p(v_j = 1|h) = \sigma(a_j + \sum_{i=1}^m h_i w_{ij}) \quad (2)$$

где $i = 1, 2, \dots, n$, и a_i является смещением i -й видимой единицы.

В работе [18] предложен алгоритм контрастной дивергенции для оптимизации машины Больцмана.

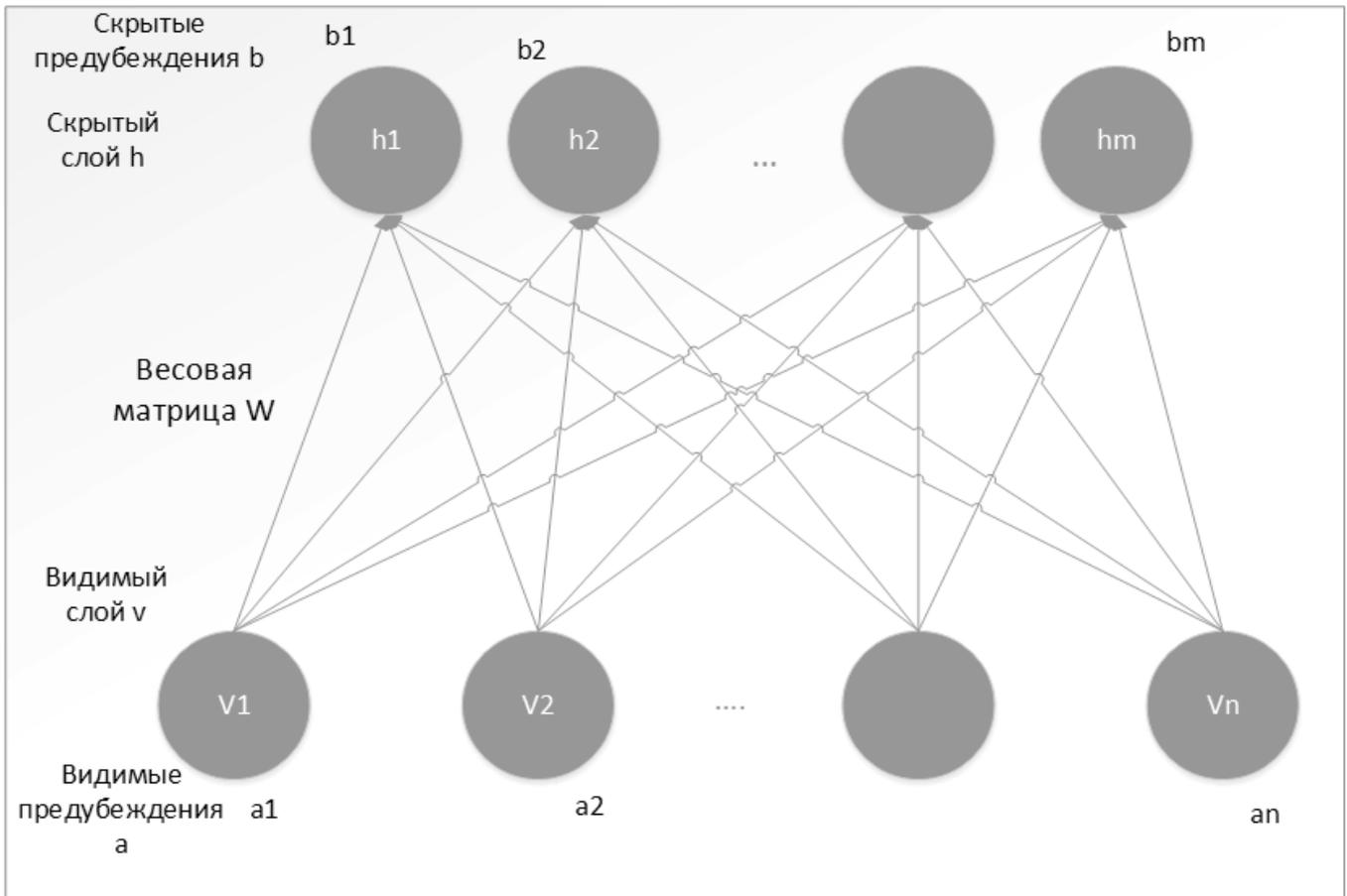


Рис. 1. Структура типовой модели машины Больцмана

Алгоритм, основанный на итерационных процедурах обучения для биномиальных единиц, приведен ниже [19].

Шаг 1: Инициализировать количество видимых единиц n , количество скрытых единиц m , количество обучающих данных N , весовую матрицу W , видимый вектор смещения a , скрытый вектор смещения b и скорость обучения ϵ .

Шаг 2: Назначение образца x от обучающих данных до начального состояния v_0 видимого слоя.

Шаг 3: Вычислить $p(h_{0j} = 1 | v_0)$ согласно уравнению (1), и извлечь $h_{0j} \in \{0,1\}$ из условного распределения $p(h_{0j} = 1 | v_0)$, где $j = 1, 2, \dots, m$.

Шаг 4: Вычислить $p(v_{0i} = 1 | h_0)$ согласно уравнению (2), и извлечь $v_{0i} \in \{0,1\}$ из условного распределения $p(v_{0i} = 1 | h_0)$, где $i = 1, 2, \dots, n$.

Шаг 5: Вычислить $p(h_{0j} = 1 | v_1)$ согласно уравнению (1).

Шаг 6: Обновить параметры в соответствии со следующими уравнениями:

$$W = W + \epsilon (p(h_0 = 1 | v_0) v_0^T - p(h_1 = 1 | v_1) v_1^T)$$

$$a = a + \epsilon (v_0 - v_1)$$

$$b = b + \epsilon (p(h_0 = 1 | v_0) - p(h_1 = 1 | v_1)),$$

Шаг 7: Выбирается другой образ из обучающих данных исходным состоянием v_0 и повторяются шаги 3–7, пока не будут использованы все N обучающих данных.

Как уже упоминалось, сеть глубокого доверия как чудесная глубокая модель представляет собой стек машины Больцмана [20].

Рассмотрим структуру ГСД с k скрытыми слоями и его послыйный процесс подготовки [21]. Активация k -го скрытого слоя относительно входного образца x можно вычислить как

$$A_k(x) = \sigma(b_k + W_k \sigma(\dots + W_2 \sigma(b_1 + W_1 x))), \quad (3)$$

где W_u и b_u ($u = 1, 2, \dots, k$) являются соответственно весовыми матрицами и скрытыми векторами смещения u -го. Кроме того, σ является логистической сигмоидной функцией $\sigma(x) = 1 / (1 + e^{-x})$.



Рис. 2. Структура гибридной модели

Чтобы получить лучшее представление объектов, сеть глубокого доверия использует глубокую архитектуру и использует послонную предварительную подготовку для оптимизации межслойной весовой матрицы [21]. Алгоритм обучения сети глубокого доверия будет подробно приведен в следующем разделе.

Гибридная Модель

В этом разделе сначала будет предложена структура гибридной модели. Затем будут даны извлечение энергозатратной картины и генерация остаточных данных. Наконец, будет представлена модифицированная сеть глубокого доверия и её алгоритм обучения.

Для начала предположим, что мы собрали данные выборки за M последовательных дней, и в каждый день мы собрали T точек данных. Затем выборку временных рядов данных энергопотребления можно записать в виде ряда

$$Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\} \quad (4)$$

где

$$\begin{aligned} Y &= [y_1(1) \ y_2(2) \ \dots, y_n(T)], \\ &\vdots \\ Y &= [y_M(1) \ y_M(2) \ \dots, y_M(T)], \end{aligned} \quad (5)$$

и T -номер выборки в день.

Процедура проектирования предлагаемой модели представлена на рисунке 2, а также представлена следующим образом:

Шаг 1: Извлекается модель как знание периодичности из обучающих данных.

Шаг 2: Удаляется энергоёмкий шаблон из обучающих данных для создания остаточных данных.

Шаг 3: Используются остаточные данные для обучения модели сети глубокого доверия.

Шаг 4: Объединяются результаты модели со знанием периодичности для получения конечных результатов прогнозирования гибридной модели.

Очевидно, что для построения предлагаемой гибридной модели решающее значение имеют извлечение энергозатратной модели, генерация остаточных данных и построение модели сети глубокого доверия [21].

Система поддержки принятия решения

Структурную схему системы поддержки принятия решения для прогнозирования течения гепатита, реализующую описанный алгоритм, можно увидеть на рисунке 3. Система состоит из основного модуля, который производит настройку внутренней структуры системы и основан на модифицированной гибридной модели, а также модуля обучения системы, который формирует топологию сети [22].

Система управления базой данных в системе поддержки принятия решения предназначена для хранения и использования значений факторов. При проектировании систем поддержки принятия решения необходимо делать акцент на обучающей выборке, из которой алгоритм должен получать опыт специалистов.

Существует два подхода в формировании обучающей выборки системы [23]: выборка, содержащая реальные данные пациентов, максимально охватывающая возможные состояния, и выборка, содержащая основные

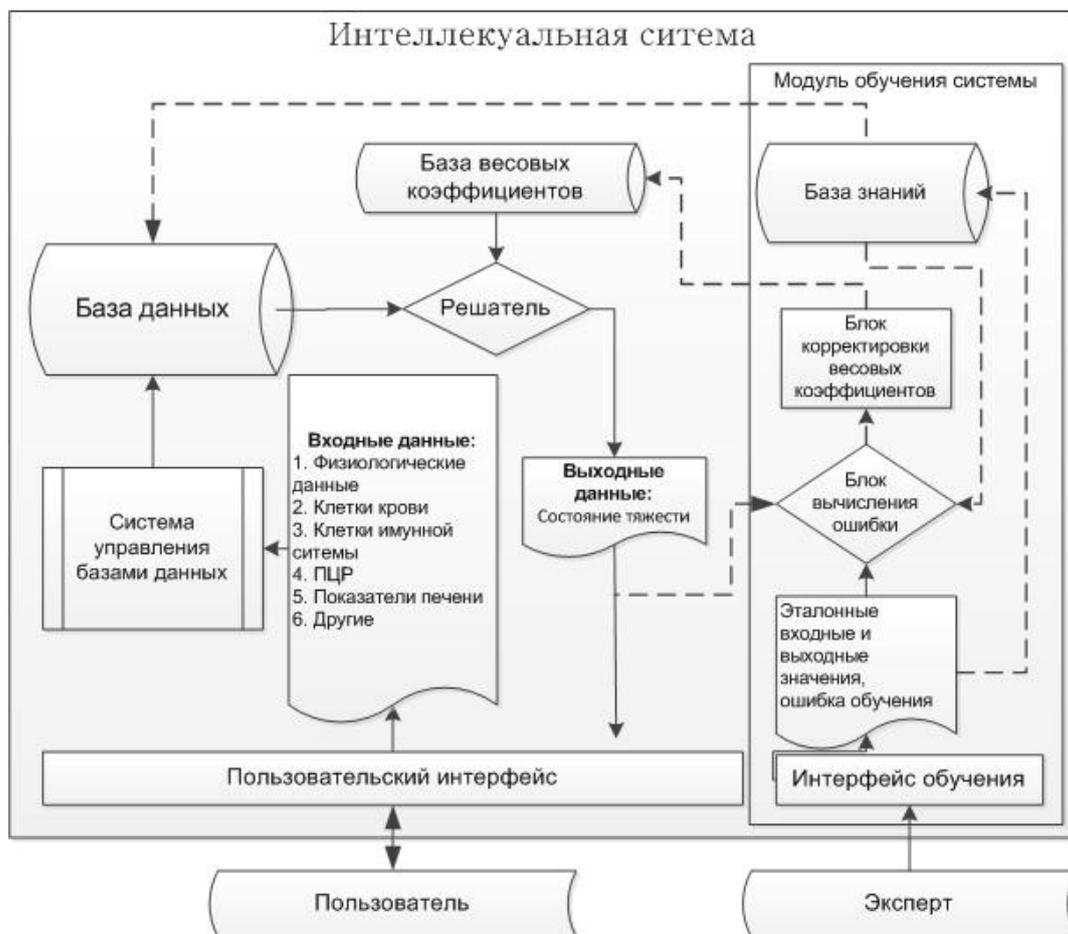


Рис. 3. Структурная схема системы поддержки принятия решения

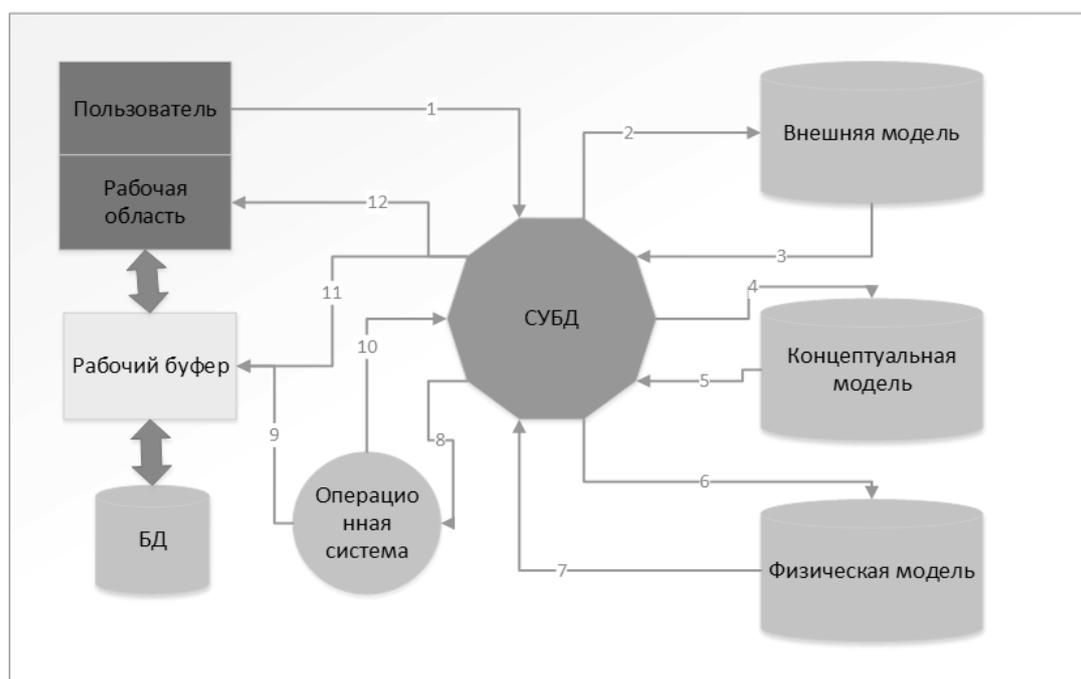


Рис. 4. Структура взаимодействия базы данных в системе поддержки принятия решения

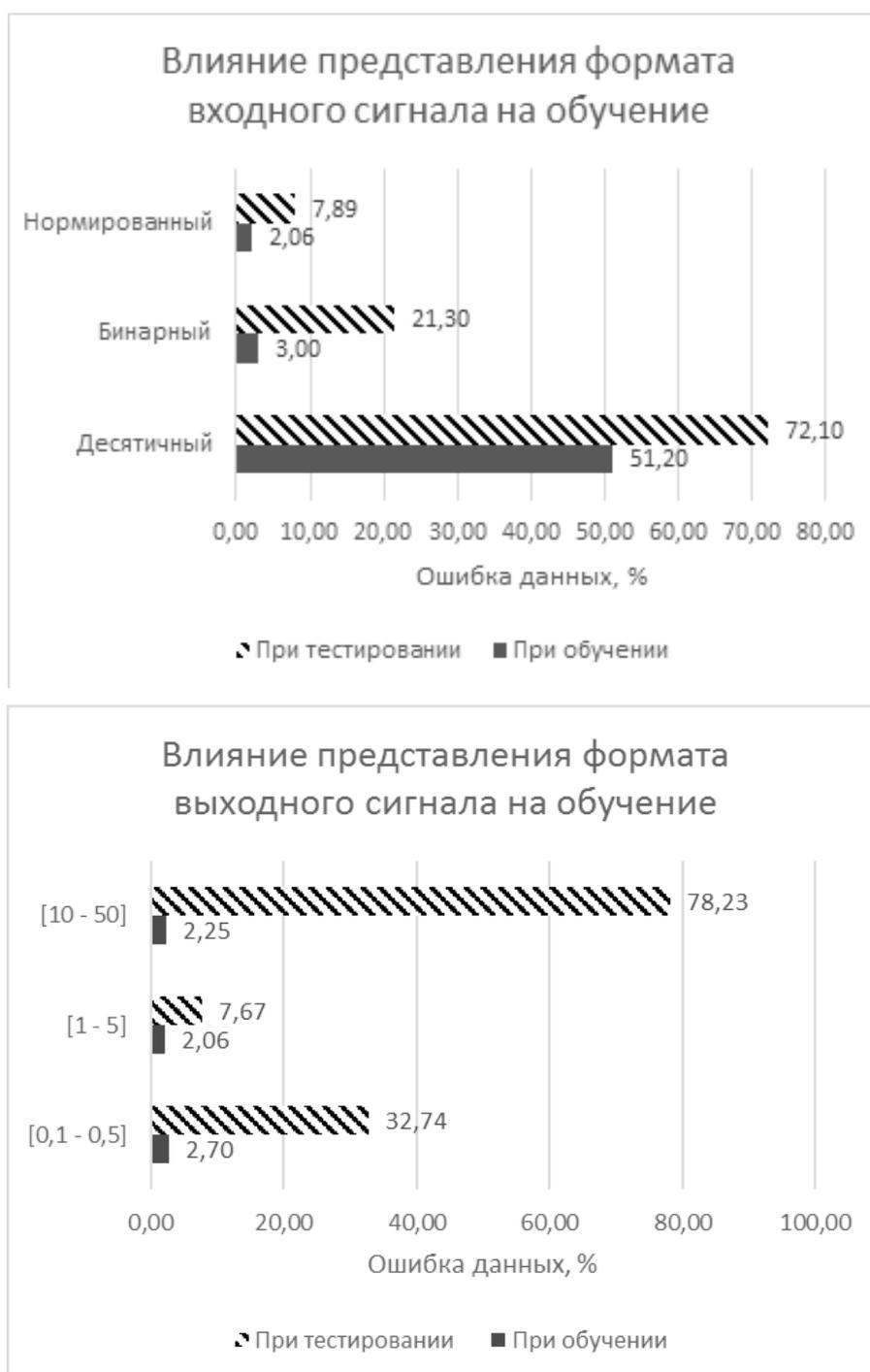


Рис. 5. Сравнение представления входных и выходных сигналов

правила состояний. Обучающая выборка, с реальными данными, сложно реализуема и велика по объему вариантов [24], ее необходимо постоянно проверять для избегания состояния переобучения. Для практической реализации более применима выборка с данными, которые содержат основные эмпирические знания, то есть знания, которые получены при наблюдении за процессом течения гепатита.

Общая структура базы данных может быть представлена на рисунке 4.

В рисунке операции можно представить, как:
 1 — запрос в систему управления базой данных на получение данных из базы;

2 — анализ прав пользователя на осуществленный запрос;

3 (12) — запрет взаимодействия с базой данных при недостаточных правах;

4 — запрос информации из концептуальной модели, хранящей общие парадигмы;

5 — получение запрошенной информации;

6 — запрос физического места нахождения данных;

7 — информация о местонахождении данных;

8 — задача операционной системе на пересылку данных содержащихся в базе данных;

9 — исполнение задачи пересылки данных;

10 — отчет о выполненной работе по пересылке базы данных в систему управления базой данных;

11 — выбор из всего объема информации только необходимой пользователю.

Было проведено исследование формата представления входных и выходных сигналов для алгоритма сети глубокого доверия, сравнения методик представлено на рисунке 5.

Сравнение показало наибольшую эффективность при представлении входных данных в нормированном формате, а выходных данных — в интервале (1, 5).

Заключение

В статье описывается методика обучения с применением сети глубокого доверия, который реализует глубокое обучение, что приводит к повышению выявления скрытых зависимостей. Рассмотренный алгоритм применяется для проектирования системы поддержки принятия решения для мониторинга состояния пациента больного гепатитом.

Внедрение систем поддержки принятия решения в медицине позволит увеличить качество диагностики путем введения двойного контроля мониторинга заболеваний.

ЛИТЕРАТУРА

- Бурцев М. В., Поворознюк А. И. Архитектура системы поддержки принятия решений в медицине, основанной на комбинированном решающем правиле // Вестник НТУ ХПИ. 2012. № 38. С. 26–31.
- Созыкин Андрей Владимирович Обзор методов обучения глубоких нейронных сетей // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2017. № 3. С. 28–59.
- Татьянкин Виталий Михайлович, Дюбка Ирина Сергеевна Нейронные сети глубокого доверия в сравнение с многослойным перцептроном // Вестник ЮГУ. 2015. № 2 (37). С. 87–89.
- Соболевская О. Л., Корочкина О. В. Профилактика гепатитов А и В у больных хроническими вирусными гепатитами В, С, В+С // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2010. № 3. С. 44–47.
- И.В. Шахильдян, О. Н. Ершова, М. И. Михайлов, Л. Б. Кистенева, П. А. Хухлович, Е. И. Самохвалов, Н. И. Шулакова, В. В. Романенко, Т. В. Крылова, И. С. Хоронжевская, Н. П. Блохина, Н. А. Малышев Гепатит с в России // Инфекция и иммунитет. 2012. № 1–2. С. 465–466.
- Выучейская М.В., Крайнова И. Н., Грибанов А. В. Нейросетевые технологии в диагностике заболеваний (обзор) // Журнал медико-биологических исследований. 2018. № 3. С. 284–294.
- Качаева Гюльханум Ибадулаховна, Мустафаев Арслан Гасанович Использование нейросетевых методов для автоматического анализа электрокардиограмм при диагностике заболеваний сердечно-сосудистой системы // Вестник ДГТУ. Технические науки. 2018. № 2. С. 114–124.
- Кобринский Б. А. Нечеткость в клинической медицине и необходимость ее отражения в экспертных системах // Врач и информационные технологии. 2016. № 5. С. 6–14.
- Микшина Виктория Степановна, Павлов Сергей Игоревич Использование логистической регрессии при выборе способа кардиоплегии // Вестн. Том. гос. ун-та. Управление, вычислительная техника и информатика. 2017. № 39. С. 49–56.
- Созыкин Андрей Владимирович Обзор методов обучения глубоких нейронных сетей // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2017. № 3. С. 28–59.
- Дрокин Иван Сергеевич Об одном алгоритме последовательной инициализации весов глубоких нейронных сетей и обучении ансамбля нейронных сетей // Вестник СПбГУ. Серия 10. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2016. № 4. С. 66–74.
- Визильтер Юрий Валентинович, Горбачевич Владимир Сергеевич, Желтов Сергей Юрьевич Структурно-функциональный анализ и синтез глубоких конволюционных нейронных сетей // КО. 2019. № 5. С. 886–900.
- Гусев А. В. Перспективы нейронных сетей и глубокого машинного обучения в создании решений для здравоохранения // Врач и информационные технологии. 2017. № 3. С. 92–105.
- Витяев Евгений Евгеньевич, Мартынович Виталий Валерьевич Прозрачное глубокое обучение на основе вероятностных формальных понятий в задаче обработки естественного языка // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Математика. 2017. С. 31–49.
- Веденяпин Дмитрий Александрович, Лосев Александр Георгиевич Об одной нейросетевой модели диагностики венозных заболеваний // УБС. 2012. № 39. С. 219–229.
- Hinton, G.E.; Osindero, S.; Teh, Y.W. A fast learning algorithm for deep belief nets. *Neural Comput.* 2006, № 18, pp. 1527–1554.
- Fischer, A.; Igel, C. An introduction to restricted Boltzmann machines. *Prog. Pattern Recognit. Image Anal. Comput. Vis. Appl.* 2012, № 7441, pp. 14–36.
- Sarikaya, R.; Hinton, G.E.; Deoras, A. Application of deep belief networks for natural language understanding. *IEEE/ACM Trans. Audio Speech Lang. Process. (TASLP)* 2014, № 22, pp. 778–784.

19. Hinton, G. Training products of experts by minimizing contrastive divergence. *Neural Comput.* 2002, № 14, pp. 1771–1800.
20. Bengio, Y.; Lamblin, P.; Popovici, D.; Larochelle, H. Greedy layer-wise training of deep networks. In *Proceedings of the Twentieth Annual Conference on Neural Information Processing Systems, Vancouver, BC, Canada, 4–7 December 2006.* pp. 153–160.
21. Chengdong Li, Zixiang Ding, Jianqiang Yi, Yisheng Lv, Guiqing Zhang Deep Belief Network Based Hybrid Model for Building Energy Consumption Prediction. *Energies* 2018, № 11(1), pp. 242–256.
22. Дмитриев Г.А., Астафьев А. Н. Система поддержки принятия решений при определении нозологической формы гепатита // Программные продукты и системы. 2017. № 4. С. 754–757.
23. Данилина Оксана Сергеевна, Мнацаканян Антон Арменович, Геращенко Сергей Иванович, Геращенко Сергей Михайлович Комплекс суточного мониторинга гемодинамических показателей сердечно-сосудистой системы человека // Вестник ПензГУ. 2015. № 3 (11). С. 114–117.
24. Геращенко Сергей Иванович, Геращенко Сергей Михайлович, Кучумов Евгений Владимирович Моделирование тестовой задачи на основе замкнутой системы интегродифференциальных уравнений, описывающих работу электрохимической ячейки // Известия ВУЗов. Поволжский регион. Физико-математические науки. 2012. № 4. С. 115–124.

© Астафьев Андрей Николаевич (a.n.astafyev@gmail.com),

Геращенко Сергей Иванович (mro@list.ru), Шарапов Сергей Иванович (kaf-phys@stu.lipetsk.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Липецкий государственный технический университет

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ: АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ

THE SYSTEM OF SUPPORT OF DECISION-MAKING TO IDENTIFY THE STATE OF THE LOCAL COMPUTER NETWORK: AN ALGORITHMIC LEVEL

I. Voronin
A. Gazin
V. Ziyautdinov
T. Zolotareva
O. Selishchev
D. Skudnev

Summary. This article discusses the main types of local area networks, computer network management systems. The process of implementation of the system, which allows to solve the problem of identification of LAN state at the algorithmic level, is considered.

Keywords: computer network, control system, information system, decision making, analyzing software module.

Воронин Илья Васильевич

Старший преподаватель, Липецкий
государственный педагогический университет имени
П. П. Семенова-Тян-Шанского, РФ, г. Липецк
megaviv@yandex.ru

Газин Алексей Иванович

К.т.н., доцент, Липецкий государственный
педагогический университет имени П. П. Семенова-Тян-
Шанского, РФ, г. Липецк
yearn@bk.ru

Зияутдинов Владимир Сергеевич

К.п.н., доцент, Липецкий государственный
педагогический университет имени П. П. Семенова-Тян-
Шанского, РФ, г. Липецк
zevslipetsk@yandex.ru

Золотарева Татьяна Александровна

Старший преподаватель, Липецкий
государственный педагогический университет имени
П. П. Семенова-Тян-Шанского, РФ, г. Липецк
zolotareva.tatyana2016@yandex.ru

Селищев Олег Владимирович

Преподаватель, Липецкий государственный
педагогический университет имени П. П. Семенова-Тян-
Шанского, РФ, г. Липецк
ole9153@yandex.ru

Скуднев Дмитрий Михайлович

К.т.н., доцент, Липецкий государственный
педагогический университет имени П. П. Семенова-Тян-
Шанского, РФ, г. Липецк
sdm81@rambler.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные виды локальных вычислительных сетей, системы управления компьютерными сетями. Рассмотрен процесс реализации системы, позволяющей на алгоритмическом уровне решить проблему идентификации состояния ЛВС.

Ключевые слова: компьютерная сеть, система управления, информационная система, принятие решения, анализирующий программный модуль.

Компьютерные локальные вычислительные сети (ЛВС) являются результатом эволюции компьютерных и телекоммуникационных технологий. С одной стороны, компьютерные ЛВС представляют собой частный случай распределенных вычислительных сетей (РВС). С другой стороны, компьютерные сети (КС) могут высту-

пать как средство передачи информации, для чего в них применяются методы, присущие телекоммуникационным системам (кодирование и мультиплексирование) [1].

В последнее время прослеживается существенное сближение компьютерных и телекоммуникационных се-

тей (телефонных, радио, телевизионных сетей). В данных сетях главным ресурсом является информация.

Учитывая различия между компьютерными, телевизионными, телефонными и сетями электросвязи, все эти сети имеют похожие структуры, которые основаны на следующих компонентах:

- ◆ сети доступа — предназначены для концентрации информационных потоков, поступающих по каналам связи от оборудования пользователей (обыкновенных и удаленных) и передачи в узлы магистральной сети. Сеть доступа находится на нижнем уровне иерархии телекоммуникационной сети. Если говорить про компьютерную сеть, то в качестве терминального оборудования выступают компьютеры. Сеть доступа является региональной сетью, которая имеет большую разветвленность. Сеть доступа обычно состоит из нескольких уровней. Коммутационное оборудование, установленное на нижнем уровне, передает информацию, которая поступает по абонентским каналам, на верхний уровень, а оттуда в магистральную сеть;
- ◆ магистральные сети — объединяют отдельные сети доступа, поддерживая передачу трафика между ними по высокоскоростным каналам. Коммутационное оборудование магистральной сети может работать как с информационными соединениями отдельных пользователей, так и с агрегированными информационными потоками. В конечном итоге информационный поток разделяется и передается в сеть доступа к конкретному пользователю;
- ◆ информационные центры — это информационные системы сети, на основе которых реализуется обслуживание конечных пользователей. Информация, хранимая в таких центрах, подразделяется на пользовательскую информацию, которая необходима самому пользователю, и вспомогательную информацию, необходимая поставщику услуг для предоставления услуг связи. В качестве информационных центров первого типа выступают различные веб-сайты с хранящейся на них информацией. К информационным центрам, хранящим ресурсы второго типа, относятся различные системы для авторизации пользователей и т.д.

Магистральная сеть и сеть доступа строятся на основе маршрутизаторов, коммутаторов и другого коммуникационного оборудования.

КС — сложная система взаимосвязанных и согласованных программных и аппаратных комплексов, к которым относятся: операционные системы, сетевые приложения, рабочие станции, коммуникационное оборудование.

Как и любая современная КС ЛВС передачи данных имеет дополнительные специальные средства управления, помимо тех, которые реализованы в стандартных операционных системах. Это связано с большим числом коммуникационного оборудования, работа которого критична для выполнения ЛВС своих функций.

Система управления КС представляет собой сложный программно-аппаратный комплекс (ПАК). Выбор системы управления зависит от сложности ЛВС, применяемого коммуникационного оборудования и степени его распределенности по территории.

Однако, локальная вычислительная сеть, которая может работать автономно, ещё не создана. ЛВС нуждается в управлении. По стандарту ISO 7498–4 система управления КС должна включать пять следующих задач:

- ◆ управление конфигурацией ЛВС;
- ◆ управление безопасностью;
- ◆ анализ и обработка ошибок;
- ◆ анализ производительности и надежности;
- ◆ учет работы ЛВС.

Главными задачами, которые решаются при управлении КС — это мониторинг производительности и безопасности, идентификация проблем, контроль и изменение конфигурации ЛВС. Эти задачи выражают главный алгоритм действий администраторов ЛВС.

На первом уровне — уровне мониторинга, администратор обнаруживает отклонения в работе ЛВС. На следующем уровне — уровне идентификации, администратор пытается установить причину этих проблем. На самом высоком уровне, установив источник проблем, администратор принимает решение и вырабатывает последовательность действий по восстановлению нормального режима функционирования всех сетевых служб [2].

В настоящее время не существует общепринятой классификации СП. Существует деление на внутренние и внешние, активные и бездеятельные, умышленные и неумышленные проблемы.

Однако данные подходы не отражают всех характеристик исследуемых процессов в управлении КС. Целесообразно классифицировать СП с позиций информационной системы (ИС), которая включает программно-аппаратный комплекс и дополнительную сетевую инфраструктуру.

Поэтому СП можно разделить на две группы: программно-аппаратные ошибки и ошибки политики безопасности.

Для реализации на алгоритмическом уровне системы поддержки принятия решений для идентификации



Рис. 1. Алгоритм работы АПМ

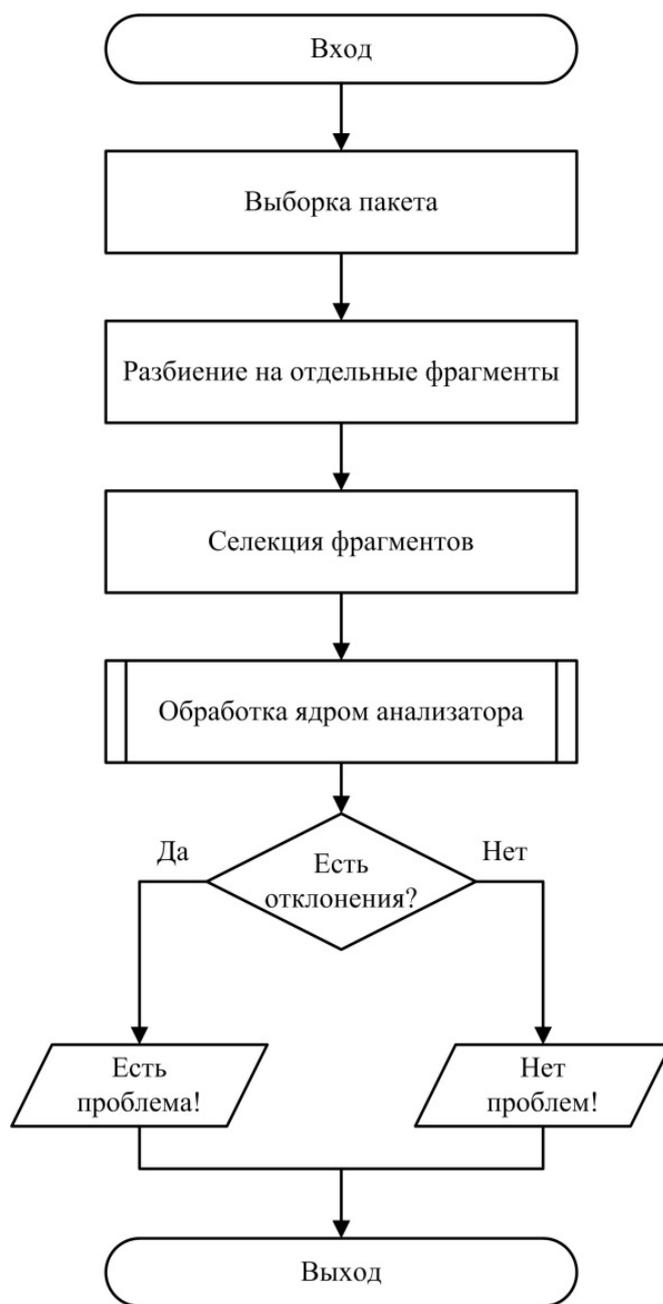


Рис. 2. Алгоритм работы обобщенного анализатора

состояния ЛВС предлагается рассмотреть подобную систему как симбиоз трех главных компонент [3, 4]:

- ◆ статического анализатора;
- ◆ сигнатурного анализатора;
- ◆ нейросетевого анализатора.

После получения данных в ЛВС происходит первоначальная обработка статистическим анализатором. Суть статистического анализа заключается в том, чтобы описать полученные данные, сопоставить данные с ранее полученными, выявить необходимые закономерности, сделать прогноз и необходимые выводы для следующего этапа. Необходимо учитывать, что произведенные выводы должны иметь объективный и достоверный характер, это достигается путем глубокого анализа статистической совокупности достаточно большого количества данных, собранных за длительный период времени.

На втором этапе используется сигнатурный анализатор. Сигнатурный анализ — это один из методов идентификации, который заключается в выявлении индивидуальных характеристик, исследуемых данных, и последующего сравнения с имеющейся базой сигнатур. Важным свойством сигнатурного анализа является точное определение типа состояния ЛВС. Самым распространенным сигнатурным методом является метод контекстного поиска. Такой метод позволяет наиболее эффективно выявлять изменения состояния ЛВС. В основе метода лежит экспертная система, в которой есть база фактов и база правил. В качестве фактов выступает информация о работе ЛВС, а правила определяют методу определения ошибки на основе фактов.

На следующем этапе происходит анализ состояния ЛВС с помощью нейросетевого анализатора. Данный анализатор позволяет производить эвристический

анализатор состояния ЛВС. В качестве основного компонента используется искусственная нейронная сеть в виде многослойного перцептрона с возможностью производить обучение, на основе полученных данных. Задача идентификации состояния ЛВС наиболее близка к задаче классификации, с которой очень хорошо справляется ИНС. На вход разработанного нейросетевого анализатора поступают характеристики системы, на выходе сети появляется определенный признак решения, принятое этой сетью. Входными сигналами могут быть различные критерии описания состояния ЛВС. Таким образом, ИНС позволяет наилучшим образом решить задачу принятия решения. Так же использование ИНС позволяет минимизировать процесс настройки анализатора оператором.

Посредством дополнительного введения в полученный симбиоз нечетко-логических отношений следует ожидать довольно тщательной и достаточно гибкой идентификации состояния ЛВС. Представим более подробно фактическую структуру и действительную функциональность разрабатываемого программного продукта [4].

Алгоритм непосредственной работы анализирующего программного модуля (АПМ) может быть представлен следующим образом (рис. 1).

Каждая из составных частей представленного АПМ также имеет собственный алгоритм работы. Такой алгоритм работы может быть представлен в следующем обобщенном виде (рис. 2).

Одним из важнейших элементов в рассмотренном алгоритме является алгоритм «обработки ядром анализатора» (статистического и др.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл; пер. с англ. под ред. А. Гребенькова. — СПб.: Изд-во Питер, 2012. — 960 стр.
2. Хогдал, Дж. С. Анализ и диагностика компьютерных сетей / Дж. Скотт Хогдал; пер. с англ. под ред. М. Кузьмина. — М.: Изд-во Лори, 2007. — 364 стр.
3. Макаров, И. М. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления [Текст] / И. М. Макаров, В. М. Лохин, С. В. Манько, М. П. Романов, Наука, 2006. — 336 стр.
4. Зияутдинов, В. С. Аналитическое обеспечение интеллектуальной системы поддержки принятия решения для идентификации состояния локальной вычислительной сети // Зияутдинов В. С., Золотарева Т. А., Воронин И. В., Скуднев Д. М. — Фундаментальные исследования. — 2016. — № 10–2. — С. 280–284.

© Воронин Илья Васильевич (megaviv@yandex.ru), Газин Алексей Иванович (yearn@bk.ru),

Зияутдинов Владимир Сергеевич (zevslipetsk@yandex.ru), Золотарева Татьяна Александровна (zolotareva.tatyana2016@yandex.ru),

Селищев Олег Владимирович (ole9153@yandex.ru), Скуднев Дмитрий Михайлович (sdm81@rambler.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АНАЛИЗ ГРАДИРЕН ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ КАК ЭЛЕМЕНТ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

ANALYSIS OF COOLING TOWERS OF POWER PLANTS AS AN ELEMENT OF HEAT AND ELECTRICITY PRODUCTION

N. Glebova

Summary. In this paper, the issues related to the study of tower cooling towers electric power station. The General material on the subject of social housing was studied; the concept of a cooling tower, its main varieties and advantages/disadvantages were studied; modern models of tower cooling towers and their characteristics were considered, on the basis of which the main advantages and disadvantages of using this type of devices were highlighted. To solve the tasks in the article such methods as analysis, synthesis, description, generalization, comparison are used. The novelty of the work lies in the systematization of primary data on the topic of the study and the issuance of the necessary recommendations.

Keywords: tower cooling towers, electric power, electric power station.

Глебова Наталья Сергеевна

Аспирант, Тюменский индустриальный университет
glebowanatalja@yandex.ru

Аннотация. В данной работе рассмотрены вопросы, которые касаются изучения градирен электростанций. Был изучен общий материал по тематике социального жилья; изучено понятие градирни, ее основные разновидности и преимущества/недостатки; рассмотрены современные модели градирен и их характеристики, на основании чего выделены основные преимущества и недостатки использования данного вида устройств. Для решения поставленных задач в статье использованы такие методы, как анализ, синтез, описание, обобщение, сравнение. Новизна работы заключается в систематизации первичных данных по теме исследования и выдачи необходимых рекомендаций.

Ключевые слова: градирни, электрическая энергия, электростанция.

Введение

Одним из наиболее актуальных вопросов, который решается на этапе разработки структуры электростанции, является выбор наиболее эффективной схемы очистки воды, типа сооружения и его компоновки. Для этого производится технико-экономический расчет всех возможных вариантов с учетом пожеланий потребителей.

Чаще всего все системы водоснабжения предприятий делаются либо прямоточными, либо оборотными. Одной важнейших составляющих таких систем является устройство, которое используется для охлаждения воды. К числу таких устройств относятся естественные или искусственные водоемы, а также башенные градирни. Чаще всего применяются расположенные поблизости водоемы вследствие минимальных денежных затрат. Если же таких водоемов не имеется или они очень сильно удалены от занимаемой территории, то на территории электростанций строятся башенные градирни, изучение которых в настоящее время является весьма актуальным.

Понятие градирни и ее характеристики

Градирня представляет собой конусное сооружение, с помощью которого направленным потоком атмосферного воздуха охлаждают большое количество воды [1].

Перечислим основные виды градирен:

- ◆ по принципу действия (охлаждения) градирни бывают испарительные и сухие. Во всех градирнях охлаждение теплоносителя происходит за счёт передачи тепла окружающей среде. Однако если в сухих градирнях теплоноситель течёт внутри труб радиаторов, и охлаждение происходит за счёт теплопередачи от воды к воздуху через стенки труб, то в испарительных градирнях происходит непосредственный контакт воды с окружающей средой и охлаждение происходит не только за счёт теплопередачи, но и за счёт испарения воды;
- ◆ по способу организации поверхности контакта градирни делятся на безнасадочные, оросительные, испарительные и дриукулер;

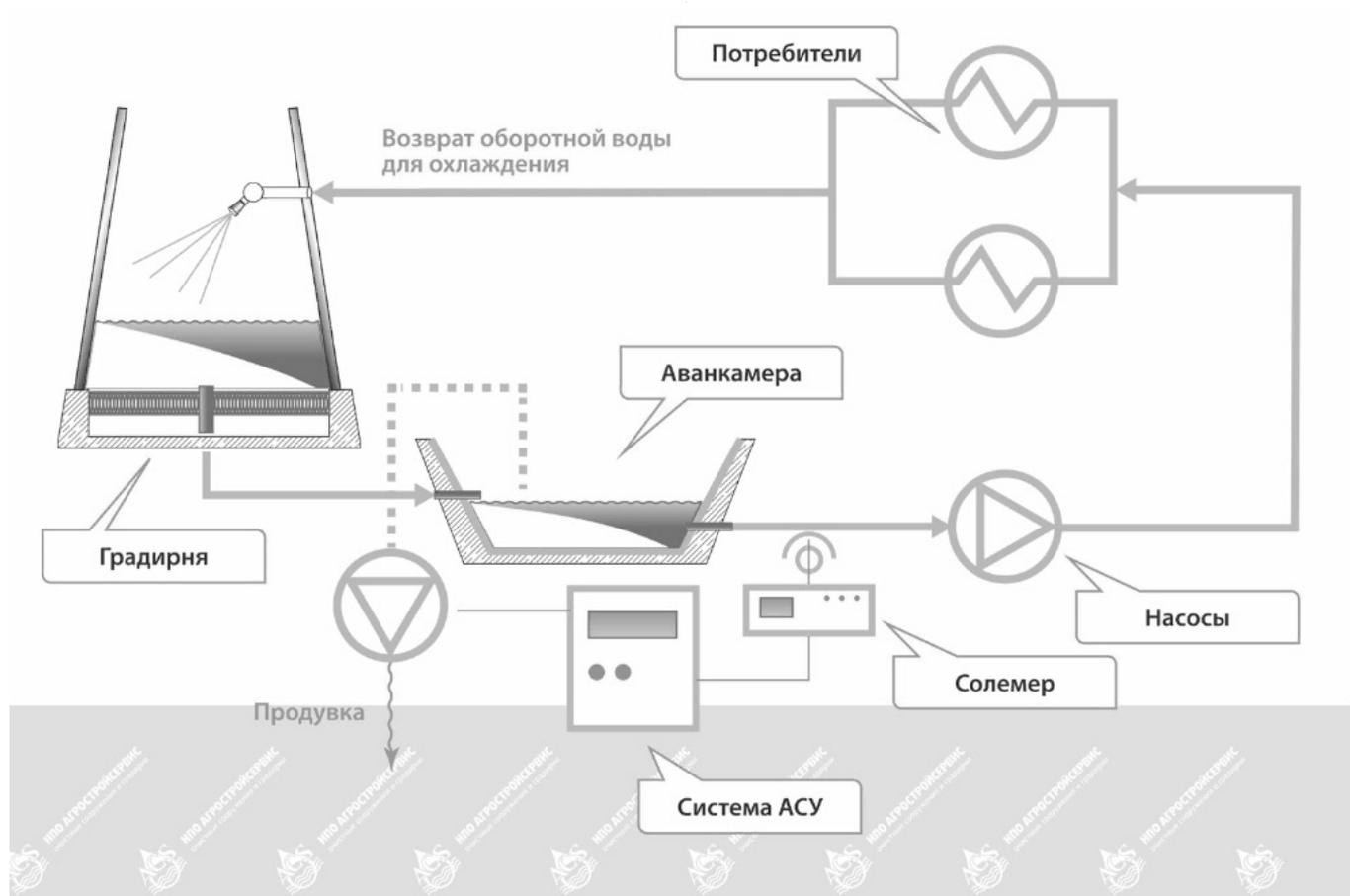


Рис. 1. Принцип работы башенной градирни [2]

- ◆ по направлению контакта сред градирни делятся на противоточные, поперечноточные, брызгательные и эжекционные. В поперечноточных градирнях воздух движется перпендикулярно движению воды, протекающей по оросителю, в то время как в противоточных градирнях воздух движется навстречу охлаждаемой воде. Брызгательные и эжекционные градирни отличаются отсутствием оросителя. В брызгательных градирнях вода поступает под более низким, по сравнению с эжекционными градирнями, давлением и движется навстречу потоку воздуха. В эжекционных градирнях вода поступает в форсунки под высоким давлением, разбрызгивается на мелкие капли, при этом увлекает за собой поток воздуха, который её охлаждает. После чего вода собирается в бассейне, а воздух, проходя через водоуловитель, выбрасывается наружу;
- ◆ по способу организации тяги градирни делятся на вентиляционные и башенные;
- ◆ по способу размещения выделяют секционные, малогабаритные и отдельностоящие (СК-400, СК-1200). Малогабаритные градирни поставляются на предприятия, как правило, в собранном

виде. Недостатком таких градирен является то, что они не позволяют достичь глубокого перепада температур [2].

На электростанциях преобладают градирни башенного типа, которые представляют собой конусные сооружения полые внутри (см. рисунок 1) [3].

Башенные градирни используются, как правило, на ТЭЦ или АЭС, отличаются большими размерами. В башенных градирнях, благодаря их высоте, движение воздуха через градирню организовано за счёт ветра и частично за счёт конвекции. Очень важно, чтобы градирня работала строго при проектных параметрах, отклонения от которых недопустимы [4].

С целью снижения объема покупаемой электроэнергии для нужд региона и увеличения в летний период генерируемой мощности электростанции, а также при отказе обогрева градирен в зимнее время подогретой оборотной водой электростанции вводят в эксплуатацию вентиляционные градирни. Вентиляторные градирни — это устройства, которые используются для

Таблица 1. Современные модели вентиляторных градирен и их характеристики

Характеристики	Модель вентиляторной градирни			
	Baltimore Aircoil S1500E	Baltimore Aircoil PFE	Evapco AT	Evapco AUT
Мощность вентилятора, кВт	1,1÷4	7,5÷15	1,5÷55	4÷55
Вес, кг	10610–11190	4763÷6038	490÷35160	
Расход воздуха, м ³ /с	28÷44	16,81÷42,06	4,5÷427,1	
Высота, мм	4570÷4976	3156÷4369	2908÷5934	
Материал	Сталь типа 316	Сталь типа 316	Металл Z-725	Сталь типа 316
Расход воды, л/с	35÷575	2÷150	4÷1176	

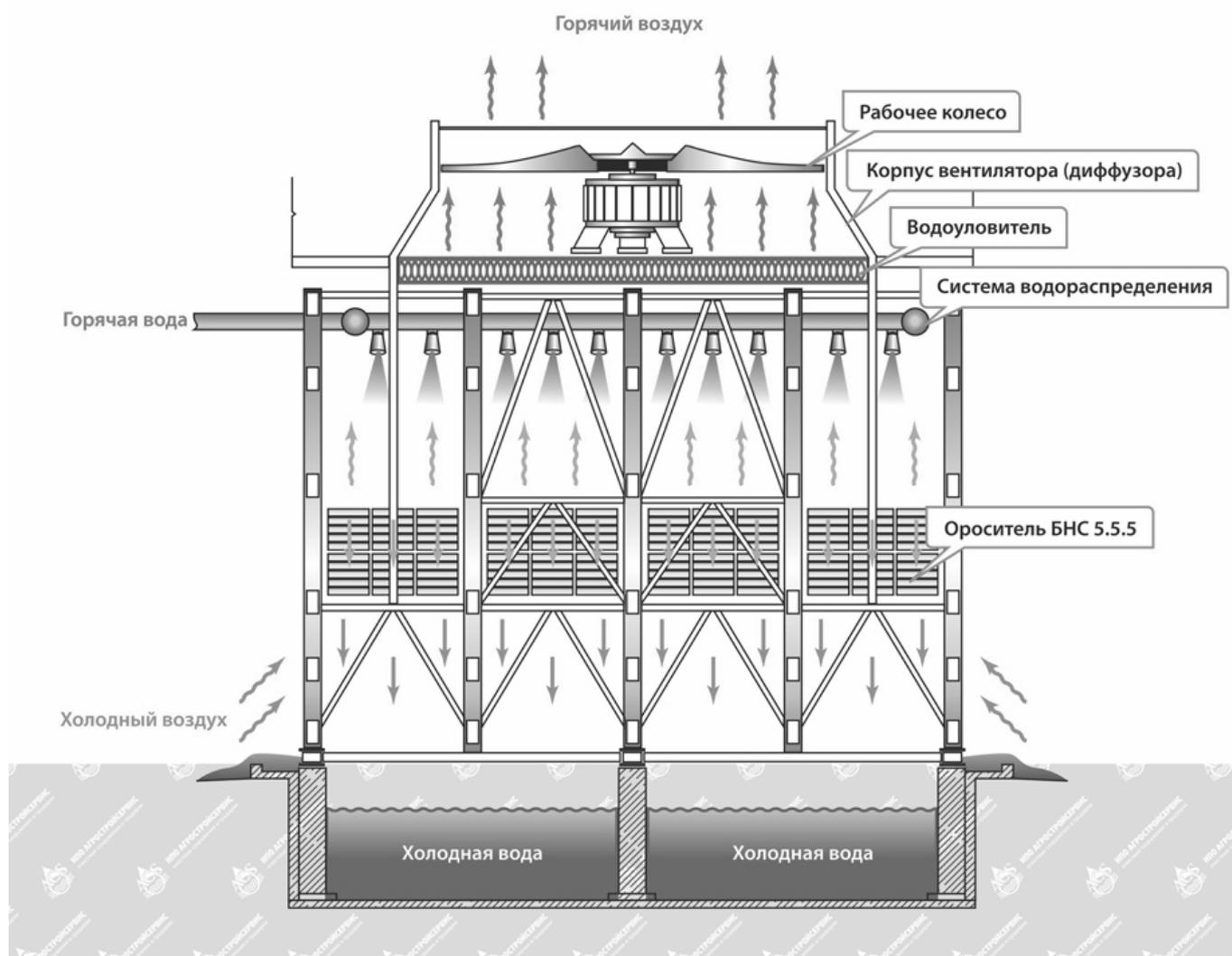


Рис. 2. Принцип работы вентиляторной градирни [2]

охлаждения оборотной воды воздухом, нагнетаемым с помощью вентилятора.

Охлаждающая жидкость разбрызгивается на ороситель, затем она стекает в накопитель. Воздух для охлаждения подается через нижнюю часть корпуса и далее за счет работы вентилятора идет вверх. На пути воздушного потока монтируется каплеуловитель, чтобы уменьшить потери воды (см. рисунок 2).

Разновидности современных градирен, используемых на электростанциях, их преимущества и недостатки

Использование башенных градирен с экономической точки зрения является весьма выгодным, но при их строительстве потребуются затратить большие финансовые средства, а также выделить большую площадь для расположения [5].

Таким образом, можно назвать следующие преимущества и недостатки использования башенных градирен:

- ◆ преимущества:
- ◆ отсутствие потребления электроэнергии
- ◆ могут работать с довольно большими объемами жидкости;
- ◆ недостатки:
- ◆ низкая степень охлаждения воды;
- ◆ высокие денежные затраты на процесс установки устройства;
- ◆ достаточно высокая сложность строительства башенных градирен;

- ◆ большие трудности в проведении ремонтных работ;
- ◆ в зимний период необходимо проводить дополнительные мероприятия.

Использование в вентиляторных градирнях различных вариантов оросительных блоков и вентиляторов разной мощности позволяет использовать данный тип во многих отраслях промышленности.

Преимущества и недостатки использования вентиляторных градирен:

- ◆ преимущества:
- ◆ гибкость конструкции;
- ◆ легкость ремонта;
- ◆ отсутствие обмерзания.
- ◆ недостатки:
- ◆ высокое потребление электроэнергии.

В таблице 1 приведены современные модели вентиляторных градирен и их характеристики.

Заключение

Таким образом, можно с уверенностью сказать, что градирни являются наиболее эффективными устройствами, которые используются для охлаждения воды на электростанциях. В настоящее время на рынке имеется достаточно большое количество градирен различных габаритов и характеристик, и для того, чтобы выбрать необходимое устройство, требуется провести детальный технико-экономический расчет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касимов, И. И. Анализ инновационных технических решений для систем оборотного водоснабжения [Текст] / И. И. Касимов. — Современные направления научных исследований. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 3 июня 2017. — С. 43–45.
2. Виды градирен [Электронный ресурс]. Свободный доступ: <https://acs-nnov.ru/vidy-gradiren.html> (дата обращения — 20.11.2019 г.).
3. Блинов, Е.А., Джаншиев, С.И., Зайцев, Г.З., Можяева, С. В. Энергоснабжение [Текст]: уч. пос. / Е. А. Блинов, С. И. Джаншиев, Г. З. Зайцев, С. В. Можяева. — СПб.: СЗТУ, 2004. — 117 с.
4. Сосковский, С. К. Оптимальные размеры работы градирен [Текст] / С. К. Сосковский // Энергетика и энергосбережение. — 2012. — № 5/1(7). — С. 5–6.
5. Охладительные градирни — классификация по типам [Электронный ресурс]. Свободный доступ: <http://holod-ru.com/about/publikaczii/oxladitelnyie-gradirni-%E2%80%94klassifikaciya-po-tipam.html> (дата обращения — 20.11.2019 г.).

© Глебова Наталья Сергеевна (glebowanatalja@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ МЕГАПОЛИСОВ

PERSPECTIVE SYSTEMS OF MEGALOPOLISES TRAFFIC FLOWS MONITORING

D. Kalistratov

Summary. Touched upon the problem of megacities traffic congestion, its influence on the development of city infrastructure is analyzed, the most promising methods and systems of traffic flows monitoring are proposed to reduce traffic congestion, the measuring systems based on satellite navigation system, on RFID tags and on digital panoramic video images are discussed, a comparative analysis of the specified systems is provided, their advantages and disadvantages are identified, a set of recommendations in relation to the construction of the measuring system is given.

Keywords: metropolis, traffic congestion, movement, monitoring, measuring system, satellite navigation, RFID tag, digital video image.

Калистратов Дмитрий Сергеевич

*К.т.н., ассистент, Тульский государственный
университет, г. Тула
kalistratow@list.ru*

Аннотация. Затронута проблема автотранспортных заторов мегаполисов, проанализировано её влияние на развитие инфраструктуры города, выявлены наиболее перспективные методы и системы мониторинга движения автомобильных потоков с целью снижения количества транспортных заторов, рассмотрена система мониторинга на основе спутниковой навигации, система на основе радиометок, а также система на основе цифровых панорамных видеозаписей, проведён сравнительный анализ указанных систем, выявлены их преимущества и недостатки, выработан ряд рекомендаций относительно построения измерительной системы.

Ключевые слова: мегаполис, транспортный затор, движение, мониторинг, измерительная система, спутниковая навигация, радиометка, цифровое видеозапись.

Введение

Одной из актуальных проблем последнего десятилетия является проблема автотранспортных заторов мегаполисов. Автомобильные заторы парализуют дорожное движение, затрудняют работу транспортных спецслужб, препятствуют нормальному функционированию и развитию промышленности и инфраструктуры города в целом. Основная сложность состоит в отсутствии систем мониторинга транспортных потоков, позволяющих выявить закономерности возникновения транспортных заторов и количественно оценить взаимосвязи между такими параметрами движения, как количество автомобилей на участке трассы, скорости их движения, расстояния между автомобилями.

С технико-экономической точки зрения систему мониторинга состояния транспортных потоков мегаполиса удобнее всего реализовать по методу узловых точек (под узловыми точками понимаются наиболее важные участки трассы). Основным достоинством данного метода является отсутствие необходимости «накрывать» системой мониторинга весь город. Следовательно, технические и экономические затраты на построение системы и поддержание её в режиме эксплуатации окажутся минимальными.

Рассмотрим подробнее один конструктивный модуль (узел) такой перспективной системы (рисунок 1). Систе-

ма координат x, y, z на рассматриваемом участке трассы и часы со временем t образуют локальную систему отсчёта.

Основная задача мониторинга состоит в том, чтобы в данной системе отсчёта определять положения и скорости движения автомобилей на участке трассы (скорости автомобилей A_1, A_2, A_3 в данном случае представлены векторами $\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \mathbf{v}_3$ соответственно).

Множество узлов, объединённых единым серверным центром $СЦ$, позволит не только отслеживать состояние на каждом отдельно взятом участке, но и анализировать транспортное движение города в различное время суток, различное время года, в будние и праздничные дни, часы «пик» и так далее. Подобную систему мониторинга, в свою очередь, останется дополнить системой оптимального управления транспортным движением (например, за счёт управления временем переключения светофоров на различных участках трассы).

На текущий момент времени, в целях поиска решения проблемы транспортных заторов, можно выделить три наиболее перспективные модели системы мониторинга транспортного движения с описанной структурой: на основе спутниковой навигации, с применением радиоэлектронных меток для автомобилей, а также с анализом транспортных потоков по цифровым видеозаписям.

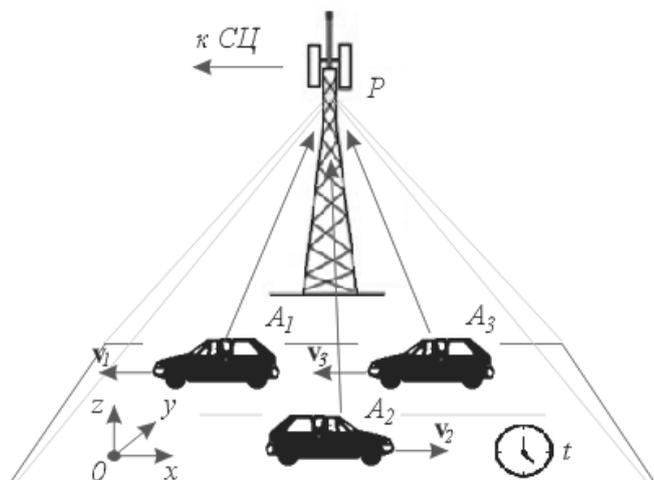


Рис. 1. Схема одного периферийного узла системы мониторинга.

Система на основе спутниковой навигации

Наиболее очевидным на первый взгляд техническим решением является адаптировать для транспортного мониторинга спутниковую навигационную систему. На сегодняшний день здесь следует выделить отечественную глобальную навигационную спутниковую систему *ГЛОНАСС* [1] и зарубежный аналог — систему глобального позиционирования *GPS*.

Применительно к анализу транспортных потоков спутниковая навигационная система имеет два очевидных преимущества: пространственное и временное. Пространственное преимущество состоит в полном покрытии околоземного пространства. Временное преимущество состоит в непрерывности навигационного обеспечения и подразумевает бесперебойную навигацию, как в дневное, так и в ночное время суток.

Всё это, безусловно, говорит в пользу спутниковой системы и теоретически позволяет решать задачу сбора статистики о транспортных потоках не только в любом населённом пункте планеты (или даже сразу нескольких пунктах), но и делать это непрерывно во времени независимо от времени суток.

Однако, с другой стороны, передача сообщений в спутниковых навигационных системах носит односторонний характер: из командного пункта управления *ПУ* спутникам и, далее, от них навигаторам автомобилей (рисунок 2). Обратная связь возможна только между *ПУ* и спутниками при синхронизации часов в запросном режиме.

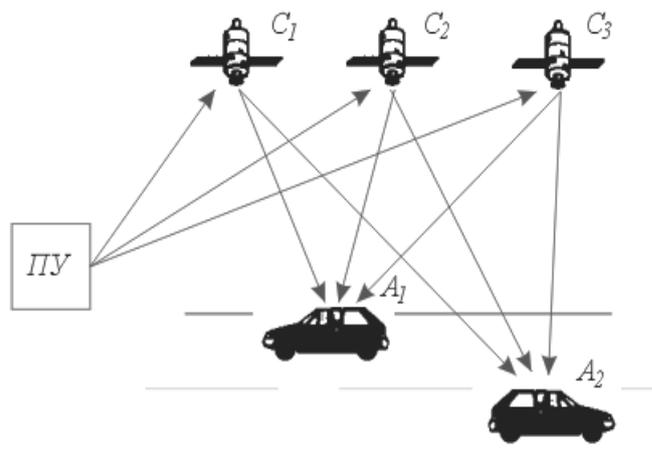


Рис. 2. Принцип функционирования спутниковой навигационной системы.

Это означает, что, для того, чтобы применить спутниковую навигационную систему к задаче о транспортных потоках, необходимо переоборудовать аппаратуру потребителей так, чтобы она работала не только на приём, но и на передачу.

Ещё одним существенным недостатком модели измерительной системы на основе спутниковой навигации, является большая погрешность в определении положений автомобилей. На сегодняшний день она составляет порядка 5 м по каждой из пространственных координат. Следовательно, система может «путать» как положения автомобилей в ряду одной полосы, так и положения автомобилей двух соседних полос. В результате, определить общее количество автомобилей на участке с помощью подобной системы можно, однако определить, сколько из них направляется в одну сторону и сколько в другую при малых скоростях движения автомобилей и малых расстояниях между ними нельзя.

Система на основе радиометок

Ещё одним вариантом системы мониторинга транспортных потоков является модель на основе радиометок (*RFID*-меток от английского Radio Frequency Identification, что дословно переводится как радиочастотная идентификация). В основе данной технологии лежит радиоэлектронная бесконтактная идентификация [2].

Принцип использования системы мониторинга на основе радиометок состоит в том, чтобы каждому автомобилю поставить в соответствие свой уникальный опознавательный знак — идентификатор. В случае *RFID*-меток таким знаком является электронный код

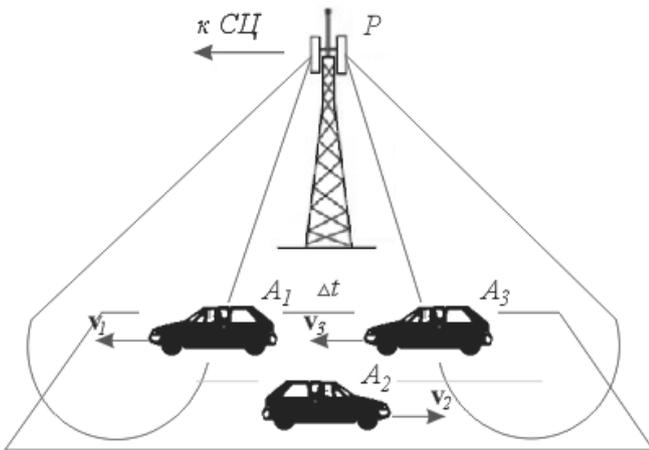


Рис. 3. Схема измерительного узла на базе RFID с парой взаимосвязанных считывателей.

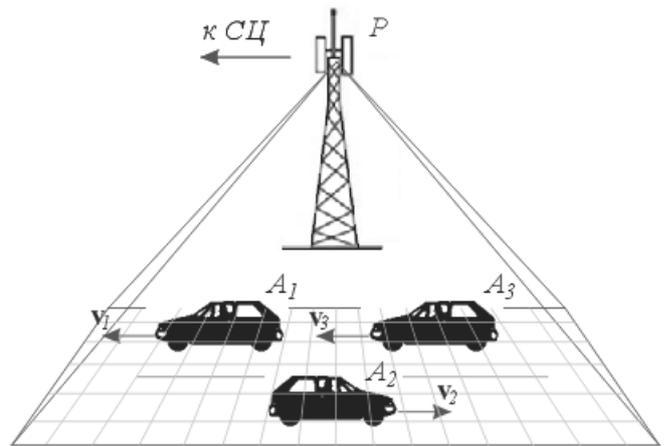


Рис. 4. Пояснение к использованию цифровой панорамной видеосъёмки.

метки. Тогда, считыватель, установленный на ретрансляторе, по откликам меток будет регистрировать все проезжающие рядом автомобили.

Радиометки классифицируются на пассивные (без встроенного источника питания) и активные (со встроенным источником питания). В задаче о транспортных потоках более предпочтительны пассивные радиометки. Данные метки запасают энергию электромагнитного поля запросного сигнала считывателя, после чего отвечают сигналом своего кода. Преимуществами пассивных меток являются малые габариты и низкая стоимость. Кроме того, в случае пассивных меток отсутствуют требования переналадки производства и неудобства со стороны автовладельцев.

С другой стороны, чтобы иметь возможность сортировать автомобильный поток на две части по полосам здесь необходимо использовать не один, а два согласованных считывателя с узкими диаграммами направленности (рисунок 3). Тогда, последовательность регистраций автомобиля считывателями укажет направление его движения. Но даже в этом случае остаётся недостаток, связанный с невозможностью вычисления мгновенных скоростей движения автомобилей и расстояний между автомобилями (радиометка сигнализирует только о наличии автомобиля).

Кроме того, вне зависимости от выбранной схемы узла измерительной системы, здесь важно также разрешить ситуацию с параллельной работой сразу нескольких меток. Одновременный ответ нескольких меток называют коллизией [2]. Такой ситуации необходимо избегать. Ответы меток должны быть разнесены по оси времени.

Следует также добавить, что, помимо сложностей технического характера, для реализации модели транс-

портного мониторинга на основе *RFID*-технологий имеют место и юридические препятствия. Во-первых, обязательную установку *RFID*-меток можно ввести только на территории своего государства, то есть, статистику будут «портить» иностранные представители, на автомобили которых принудительно установить метки невозможно.

Во-вторых, если ретрансляторов и считывателей много и они связаны единым серверным центром, то теоретически появляется возможность не только регистрировать, но и отслеживать траекторию движения каждого конкретного автомобиля на большие расстояния. С юридической точки зрения это может быть расценено как нарушение прав человека. Подобное общественное движение против *RFID*-технологий уже «набрало силу» в банковской сфере в связи с аспектами незащищённости кредитных карт и нарушения неприкосновенности частной жизни.

Система на основе цифровых видеоизображений

Последней рассматриваемой перспективной моделью системы мониторинга транспортных потоков является модель на основе цифровых панорамных видеоизображений [3–8]. Ретранслятор в этом случае представляет собой высотную вышку, установленную на обочине трассы. Цифровое изображение позволяет получить доступ к отдельно взятому пикселю каждого кадра, а цветовые различия в кадре способствуют распознаванию проекций автомобилей на проекции трассы.

Основным преимуществом такой системы является универсальность и точность измерений, обусловленная высоким разрешением современных видеокамер,

основной недостаток — возможность работать только в дневное время суток.

Ниже (рисунок 4) схематично показано соответствие реальных пространственных секторов ячейкам светочувствительной матрицы при панорамной видеосъёмке. С технической точки зрения разрешающая способность теоретически позволяет обеспечить погрешность расчёта координат автомобиля в локальной системе отсчёта с точностью до нескольких десятков сантиметров.

Система на основе цифровых видеоизображений не имеет недостатка сортировки транспортного потока по полосам, свойственного спутниковой модели и модели на основе радиометок (поскольку, распознав проекцию трассы можно определить положение её центральной линии и далее сортировать поток на две части). Кроме того, по паре соседних во времени кадров такая модель позволяет определять мгновенные скорости движения автомобилей и направления их движения. Управляя кадровой частотой, можно влиять на точность расчёта и диапазон учитываемых мгновенных скоростей. Это также говорит в пользу системы мониторинга на основе видеоизображений.

Модель свободна от юридических недостатков, связанных с отслеживанием, поскольку при панорамной съёмке можно лишь приблизительно определить габариты автомобиля и его цвет, но нельзя идентифицировать ни его марку, ни владельца. Кроме того, здесь отсутствует необходимость принудительной установки

дополнительного оборудования непосредственно в автомобиль. Принцип измерений полностью «внешний».

С точки зрения экономических затрат данная модель сопоставима с моделью на основе радиометок и выглядит более предпочтительно, чем модель на основе спутниковой навигационной системы, поскольку здесь отсутствует необходимость производства принципиально новой аппаратуры и имеется широкий выбор датчиков цифрового изображения с различным разрешением матрицы.

Заключение

Таким образом, по совокупности всех указанных преимуществ, наиболее перспективной моделью системы мониторинга автотранспортных потоков мегаполисов на сегодняшний день выглядит модель на основе цифровых панорамных видеоизображений. Она имеет самую высокую точность измерений, свободна от юридических недостатков и наименее требовательна с экономической точки зрения.

Отметим также, что для системы мониторинга на основе цифровых видеоизображений крайне актуальными являются вопросы компрессии и беспроводной передачи изображений по каналу связи, поскольку, с одной стороны, для повышения точности измерений требуется большое разрешение изображений, однако, с другой стороны, увеличение разрешения сопряжено с ростом временных и энергетических затрат на передачу видеосигнала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакитко, Р.В. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Р.В. Бакитко [и др.]; под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова. — М.: Радиотехника, 2010. — 800 с.
2. Шарфельд, Т. Системы RFID низкой стоимости / Т. Шарфельд. — М.: 2006. — 197 с.
3. Кругль, Г. Профессиональное видеонаблюдение — 2. Практика и технологии аналогового и цифрового CCTV / Г. Кругль. — 2-е изд. — М.: Секьюрити Фокус, 2019. — 626 с.
4. Минаков Е. И., Калистратов Д. С. Метод геометрической стабилизации квазистационарных аэровидеоизображений в информационно-измерительных системах видеомониторинга // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2016. № 4. С. 46–49.
5. Минаков Е. И., Калистратов Д. С., Киселёв А. П. Проблемы кодирования и передачи квазистационарных аэровидеоизображений в информационно-измерительных системах видеомониторинга состояния автотранспортных потоков // Т-Сотт. Телекоммуникации и транспорт. 2016. № 6. С. 48–51.
6. Агуреев И. Е., Минаков Е. И., Калистратов Д. С., Киселёв А. П., Фролов Н. А. Методика геометрической реконструкции проекции асфальтового покрытия в задачах статистического анализа и компрессии аэровидеоизображений транспортных потоков // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 3. Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. С. 200–205.
7. Бархоткин В. А., Минаков Е. И., Калистратов Д. С. Модель электронно-измерительной системы видеомониторинга состояния транспортных потоков на основе компрессии и передачи панорамных аэровидеоизображений // жур. Наноиндустрия, Микроэлектроника. 2016. 2-я научная конференция: Сборник докладов. — М.: АО РИЦ «ТЕХНОСФЕРА», 2016. № 5 (74). С. 189–193.
8. Минаков Е. И., Калистратов Д. С., Киселев А. П. Особенности статистической обработки и компрессии аэровидеоизображений в электронно-измерительных системах мониторинга состояния транспортных потоков // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки», 2018. № 11. С. 84–87.

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАУЧНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

COMPREHENSIVE RESEARCH OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROBLEMS USING MODERN TECHNOLOGY OF MATHEMATICAL MODELING AND COMPUTATIONAL EXPERIMENT

S. Kovalev

Summary. The article considers the historical basis for creating models and conducting computational experiments. There is a significant advantage of the models through the verification of the proposed hypothesis, the allocation of small (large) parameters, evaluation of significant characteristics of objects, phenomena or processes, performing the responsible task of meaningful conclusions from the results. Comprehensive research of scientific and technical problems is currently carried out through the use of modern technologies of mathematical modeling and the use of computer technology and computer programs.

Keywords: research component, mathematical modeling, computational experiment, mathematical modeling technologies, computer programs, educational technologies, monitoring.

Ковалев Сергей Викторович

Преподаватель, ФГКОУ ВО Восточно-Сибирский
институт Министерства внутренних дел
Российской Федерации
pantsuit@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается историческая основа создания моделей и проведения вычислительных экспериментов. Определено значимое преимущество моделей через осуществление проверки выдвинутой гипотезы, выделения необходимых параметров исследования, оценки значимых характеристик объектов, явлений или процессов, выполнения ответственной задачи содержательных выводов из полученных результатов. Комплексные исследования научных и технических проблем в настоящее время осуществляются посредством применения современных технологий математического моделирования и использования вычислительной техники и компьютерных программ. Для осуществления мониторинга развития образования на федеральном и региональном уровнях используются технологии математического моделирования.

Ключевые слова: исследовательский компонент, математическое моделирование, вычислительный эксперимент, технологии математического моделирования, компьютерные программы, образовательные технологии, мониторинг.

В современной действительности в целом ряде областей осуществляемых научных исследований проведение натурного эксперимента не может быть возможным в силу определенных причин и объективной реальности. Осуществление вычислительного эксперимента в данной связи создает условия для исследования строго определенного круга вопросов, посредством накопления получаемых результатов, гибкого применения их в процессе решения задач в различных сферах жизнедеятельности современного общества.

Модели представляют собой значимый инструмент для познания человеком окружающей действительности. Под математическими моделями принято понимать значимые закономерности и связи, которые являются важными для исследуемого явления. К ним возможно отнести уравнения, формулы, наборы определенных соглашений или правил, которые выражаются в математической форме.

Исторически сложилось, что в точных науках в процессе описания исследуемых явлений необходимо использовать различные математические модели. Учитывая то, что на поведенческие характеристики объекта достаточное воздействие оказывают различные факторы, важно отметить, что чем более сложной является модель, тем работа с ней становится труднее.

Наличие абсолютной точности в проводимых исследованиях поведения объектов продолжает оставаться недостижимой. На помощь пришли инновации в использовании возможностей цифровизации через применение компьютерной техники. Ранее же исследователю приходилось только ориентироваться непосредственно на написание самой математической модели.

В ситуации, когда он мог доказать, что алгоритм решения существует в действительности, он указывал на то, что модель в состоянии адекватно описать изучаемое явление. Учитывая то, что простые формулы, кото-

рые описывают поведение какой — либо модели, достаточно часто отсутствуют, единственным путем является обращение внимания на непосредственные вычисления и применение численных методов при решении задач.

Модель представляет собой упрощенное представление о наличии реального объекта, а также представление о явлении или процессе, представляя новый, более упрощенный объект. Он способен к отражению особенностей явления, процесса или реального объекта (целостные характеристики).

Целая плеяда ученых рассматривает в своих работах теорию и практику понимания того, что моделирование представляет собой комплексное исследование каких — либо значимых объектов познания на конкретных моделях, при этом необходимо построение моделей предметов, явлений или процессов, которые существуют в реальности. Первое упоминание о моделировании как форме научного познания относится ко второй половине XIX века. Большую значимость имеют представления Эпикура и Демокрита об атомах, о форме атомов и применении различных форм для их соединений, о наличии атомных вихрей и ливней, а также систематизация восприятия и практики применения различных физических свойств веществ посредством представлений о частицах, которые скреплены между собой. Такие частицы часто бывают крючковатыми или гладкими.

Указанные представления являются прообразами создания современных моделей, в которых нашли свое отражение электронное и ядерное строение атома вещества.

Необходимо отметить, что моделирование имеет определенные цели и выполняется для их реализации. К целям процесса моделирования необходимо отнести: желание большего и расширенного познания окружающего мира; стремление к созданию объекта, который должен иметь заданные свойства; необходимость в определении возможных последствий осуществляемого взаимодействия на конкретный объект и принятия верного управленческого решения относительно осуществляемого взаимодействия; возможности максимально эффективного управления конкретно взятым объектом.

Моделированию подвергаются различные процессы, явления и объекты, в том числе инженерные и строительные конструкции, экономические процессы, иные виды. В том числе, большое внимание в настоящее время уделяется процессам осуществления компьютерного моделирования. Данный вид введен для отражения использования указанной технологии в целях обработки необходимой и достаточной для исследования инфор-

мации при помощи цифровых технологий и компьютерной техники.

Методология математического моделирования сформулирована академиком А.А. Самарским и выглядит следующим образом: «модель — алгоритм — программа». Данная методология достаточно активно применяется при осуществлении комплексных исследований научных и технических проблем с применением современных технологий математического моделирования и вычислительной техники. Она технологична. Школой А.А. Самарского была разработана технология осуществления «вычислительного эксперимента» с целью использования современных подходов при анализе и изучении явлений, событий, действий, предметов.

Достаточно часто для комплексных исследований научных и технических проблем применяются методы информационного моделирования. При этом под информационной моделью необходимо понимать совокупность предоставленной, полученной и проанализированной информации, которая во всей полноте и системности характеризует значимые для исследования состояния и свойства определенного процесса, явления или объекта, отражая при этом совокупность имеющихся знаний у ученого о моделируемом им объекте.

Необходимо обратить внимание на то, что информационные модели представлены несколькими видами:

- ◆ геометрические модели — к ним можно отнести объемные конструкции и графические формы;
- ◆ словесные модели — к ним относятся различные описания явлений, предметов или процессов, имеющих письменные и устные описания;
- ◆ математические модели — к ним возможно отнести математические формулы, которые способны отображать связь имеющихся параметром процесса или объекта;
- ◆ структурные модели представляют собой таблицы, графики, диаграммы, схемы;
- ◆ логические модели — это модели, которые дают различные варианты для выбора каких — либо действий на основе анализа каких — либо условий и использования умозаключений;
- ◆ компьютерные модели — это конкретно взятая компьютерная программа, процесс и результат ее выполнения, на практической реализации, которой основана возможность для изменения параметров для моделируемого объекта.

Важно отметить, что модели могут взаимодействовать между собой. При этом математическая модель представляет собой формальное описание конкретной задачи при помощи использования средств математики. Данная модель создает условия для получения решения

исходной задачи при помощи заданной степени точности. Достаточно часто используемые математические модели имеют широкое применение. Примером может служить создание математической модели для осуществления гармонических колебаний. Данная модель может быть применимой для описания движения маятника, а также посредством изменения напряжения или тока в электрическом контуре. На определенном этапе своей реализации модель должна быть преобразована в компьютерную форму. При этом тип реализуемой компьютерной модели, который используется для осуществления вычислительного эксперимента, имеет прямую зависимость от решаемой задачи. В данном случае модель может и должна быть представлена для обработки компьютерной программой.

Иным вариантом создания компьютерной модели является проектирование, организация, апробирование и практическая реализация программы для осуществления расчетов.

Необходимо обратить внимание на то, что осуществление масштабных компьютерных проектов, к которым относятся генетические, экономические, климатические и демографические, могут потребовать значительных усилий, направленных на унификацию, идентификацию, проверку и перепроверку массы исходных параметров.

При этом значительную опасность имеет иллюзия, связанная с повышением точности осуществляемых исследований при учете различных параметров, которые не могут быть подвергнуты точному определению. В реальной действительности, наличие точности проводимых исследований при использовании моделирования может быть недостижимой в полном восприятии заданного объекта.

Посредством проведения исследования модели необходимо сделать вывод о том, имеется или не имеется возможность применения модели для решения конкретных практических задач. Также может быть принято управленческое решение относительно осуществления дополнительных экспериментов и последующей корректировки модели, в связи, с чем осуществляемый цикл проводимых исследований потребует повторения и закрепления результатов.

Крупный программный комплекс может быть создан посредством осуществления разработки программного обеспечения для вычислительного эксперимента в конкретной области деятельности.

Она должна быть основана на практике использования прикладных программ, которые имеют непосредственную связь между собой, а также системных

средств, которые включают в себя средства, представленные потенциальному пользователю при осуществлении управления экспериментами, а также в результате осуществления процесса обработки получаемой информации с последующим предоставлением полученных результатов.

Данный комплекс компьютерных программ называется проблемно — ориентированным. В настоящее время при осуществлении комплексных исследований научных и технических проблем подобный комплекс применяется достаточно активно и продуктивно.

В первой половине XXI века технология математического моделирования и использования вычислительного эксперимента находит свое применение в различных сферах жизнедеятельности. К ним возможно отнести научные исследования в области биологии, биоинформатики, генетики, медицины, образовательных технологий, экономики, принятия управленческих решений, для нужд развития техники, технологии и промышленности, при осуществлении различных естественнонаучных исследований.

Современные тенденции в развитии метода математического моделирования активно развиваются в социологии, экономике, истории, в различных направлениях внутренней и внешней политики, экологии, образования и иных областях жизнедеятельности человека.

Рассмотрим пример применения современной технологии математического моделирования для нужд развития современного образования. Оценка качества развития образования в рамках реализации инновационного подхода продолжает оставаться ключевым элементом системы образования Российской Федерации. Получение и анализ необходимой и достаточной для принятия управленческих решений информации предполагает реализацию на практике возможности для упорядочения использования различных информационных потоков в системе образования, а также сбор, обработку необходимой информации, преобразование исследуемых показателей в вид, который адаптирован для организации образовательного пространства.

При помощи использования технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента осуществляется системный электронный мониторинг при помощи базовой платформы kpmo.ru. За последние 3 года количество мониторинговых программных инструментов значительно увеличилось. При этом появились комплексные проекты модернизации образования в Российской Федерации, мониторинг психолога — педагогических кадров образовательных учреждений, мониторинг учебников и учебных пособий, мониторинг

развития общеучебных компетенций учащихся в рамках реализации ФГОС нового поколения.

Значительное увеличение количества осуществляемых мониторингов не может носить случайный характер. Их планирование и организация продиктованы производственной необходимостью, которые направлены на осуществление модернизации основных процессов управления развитием образования на федеральном и региональном уровнях.

Посредством применения современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента была разработана программа АИС Мониторинг образования РФ. При комплексной разработке программного обеспечения было обеспечено решение следующих задач:

- ◆ спланировать, обосновать, апробировать и внедрить технологию с применением математического моделирования; инструментария, который является необходимым для сбора информации в виде единых шаблонов и форм посредством использования цифровых носителей;
- ◆ разработать и внедрить при помощи использования технологии математического моделирования программную среду предоставления продуктов РСОКО для нужд потенциальных потребителей;
- ◆ осуществить разработку и внедрение математического аппарата, необходимого для оценки качества деятельности образования на территории регионов Российской Федерации;
- ◆ на основе использования математической модели разработать программное обеспечение, которое позволит собрать необходимую информацию, провести анализ с последующими выводами о приведении квалификации управленческого персонала образовательных организаций в соответствие с профессиональным стандартом, ФГОС, нормативно — правовой базой в области образования.

Осуществление АИС мониторинга создает условия для обеспечения работы пользователей на открытом и закрытом уровнях. Открытый уровень по базе анализируемых данных позволяет увидеть основную информацию о результативности функционирования и развития системы образования конкретно взятого региона. Закрытая часть обеспечивает сбор, обработку и последующий анализ базовых индикаторов и значимых показателей, необходимых по цели осуществления мониторинга системы образования по заданным электронным формам.

Процесс обработки и анализа исходной информации должен быть осуществлен при помощи использования

интегрированного программного модуля для осуществления оценки качества, в котором осуществляется реализация разработанного в связи с осуществлением мониторинговых процедур математического аппарата.

Задача применения технологии математического моделирования при осуществлении комплекса мониторинговых процедур заключается в необходимости приведения представленной информации в определенный порядок, ее последующей систематизации. При этом появляется необходимость в предоставлении сводной характеристики совокупности представленных факторов при помощи анализа обобщающих показателей статистики.

Это может быть достигнуто в результате осуществления комплекса процедур по разработке математических моделей и методов, которые включают в себя группировку данных, их систематизацию, осуществление подсчета общих и групповых итогов, а также расчета необходимых комплексных показателей.

Используемая математическая модель способствует переходу к значимым для осуществляемого мониторинга обобщающим показателям совокупности в целом и по отдельным базовым характеристикам, через осуществление анализа и прогнозирования целого ряда исследуемых процессов. При этом процедура оценки качества деятельности образовательных организации в отдельно взятых регионах и на территории Российской Федерации в целом должна быть осуществлена на основе практики реализации предложенной математической модели и вычислительных методов.

В ситуации, когда необходимо определение оценки качества осуществляемой деятельности образовательной организации посредством использования математического моделирования, необходимо использовать следующие ключевые понятия: алгоритмы для оценки, модель комплексной оценки качества образования (математическая модель). Используемые в практике алгоритмы для осуществления оценки представляют собой совокупность действий и шагов, которые необходимо выполнить с целью получения действующей математической модели при организации процесса комплексной автоматизации для осуществления оценки качества деятельности конкретных образовательных объектов.

При этом модель оценки качества осуществляемой деятельности образовательных организаций представляет собой функциональное представление, которое описывает процесс оценки качества, являясь при этом основой для получения комплексного коэффициента качества.

Таким образом, применение современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента позволяет расширить возможности осуществления научных исследований при анализе имеющихся проблем развития современного общества. Всемирная цифровизация позволяет применять математические модели в различных областях жизнедеятельности в условиях глобализации основных процессов.

В том числе данные технологии уместны для применения и в области развития современного образования, управленческого контроля за его реализацией в рамках действующего законодательства Российской Федерации. В настоящее время на территории субъек-

тов РФ определены необходимые организационные условия для осуществления максимально эффективного взаимодействия организационно — контролирующих и содержательных механизмов управления качеством образования. При этом комплексные исследования применения современных технологий математического моделирования носят прикладной характер.

Предлагаются к использованию многофакторные статистические показатели, различные типы и виды ОО, структурированные индикаторы и показатели, которые могут осуществлять обеспечение качественной оценки принятия управленческих решений по развитию системы образования на региональном уровне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вержанский А.П., Радкевич Я. М. Методический подход к оценке качества. М.: Наука, 2016. — 87 с.
2. Павловский Ю. Н. Имитационные модели и системы. — М.: ФАЗИС, ВЦ РАН, 2011—224 с.
3. Петров А. А. Экономика. Модели. Вычислительный эксперимент. — М.: Наука, 2010—288 с.
4. Плохотников К. Э. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. — М.: Едиториал УРСС, 2013—312 с.
5. Попов Ю.П., Самарский А. А. Вычислительный эксперимент. — М.: Знание, 1983—64 с.
6. Самарский А.А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017—416 с.
7. Фатхуллин Р. Р. Методы стохастической оптимизации при оценке качества деятельности образовательных организаций // Вестник Чувашского университета. — Чувашский государственный университет им. Ию Н. Ульянова. — Чебоксары, 2015. — Вып. 1. — С. 213—221.

© Ковалев Сергей Викторович (pantsuit@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ПРОБЛЕМА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ — СЛЕДСТВИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

THE PROBLEM OF ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY — A CONSEQUENCE OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROGRESS

**V. Meshalkin
V. Viktorov
A. Pilyugin**

Summary. The problem of electromagnetic compatibility in the context of the current level of development of scientific and technological progress is considered. The main features of bio-electromagnetic compatibility and the main scientific areas of research in this area are presented. Within the framework of the research in the scientific and technical field, calculations of the electromagnetic field strength and exposure time are presented, according to which it is possible to determine with a high degree of reliability the electromagnetic fields created by radio engineering objects that have very dangerous effects on the human body.

Keywords: electromagnetic compatibility; electromagnetic environment; electromagnetic ecology; the influence of electromagnetic fields; protection against the influence of electromagnetic fields.

Мешалкин Валентин Андреевич

*К.т.н., доцент, с.н.с., ФГКВУ ВО «Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного»
Министерства обороны Российской Федерации
emerzenit@gmail.com*

Викторов Владимир Александрович

*Соискатель, ФГКВУ ВО «Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного»
Министерства обороны Российской Федерации
vova7dima@gmail.com*

Пилугин Антон Алексеевич

*Адъюнкт, ФГКВУ ВО «Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного»
Министерства обороны Российской Федерации
antin86@yandex.ru*

Аннотация. Рассмотрена проблема электромагнитной совместимости (ЭМС) в контексте современного уровня развития научно-технического прогресса. Представлены основные особенности био электромагнитной совместимости и основные научные направления исследования данной области. В рамках проведенных исследований научно-технического направления представлены расчеты напряженности электромагнитного поля и времени воздействия, по которым можно с большой степенью достоверности определить электромагнитные поля, создаваемые радиотехническими объектами, которые оказывают очень опасные воздействия на организм человека.

Ключевые слова: электромагнитная совместимость; электромагнитная обстановка; электромагнитная экология; влияние электромагнитных полей; защита от влияния электромагнитных полей.

Первые публикации о проблеме электромагнитной совместимости (ЭМС) появились в 30-е годы прошлого века. Понятие «электромагнитной совместимости» сформировалось в 50-е годы и первоначально относилось только к радиоэлектронным средствам (РЭС). Однако уже в 60-х годах XX века это понятие уже использовалось в вычислительной технике (ВТ), в 70-х годах — в средствах электроэнергетики (СЭЭ), а в 80-х годах XX века — в средствах электронной автоматики (СЭА). В настоящее время понятие «электромагнитной совместимости» применимо к широкой номенклатуре изделий, известных как «технические средства» [1, 2, 3, 11, с. 80]. При этом под техническими средствами (ТС) понимают все виды устройств и систем с электромагнитными свойствами, которые делят на четыре группы: РЭС, СВТ, СЭЭ, СЭА.

Проблема электромагнитной совместимости различных технических средств с каждым годом приобретает все большее значение. Процесс развития ТС, их широкое

внедрение вынуждает рассматривать ЭМС во всех ситуациях, где происходит взаимодействие с электромагнитным полем (ЭМП). Стало очевидным, что нельзя проектировать, конструировать, производить и применять ТС без учета их ЭМС. При этом понятие ЭМС относится к любому ТС, выражая его свойство функционировать совместно с другими ТС в любой системе — сложной или простой. Это свойство является системным. Поэтому проблему ЭМС необходимо исследовать комплексно, как свойство большой системы ТС, находящейся в неразрывном взаимодействии как с человеком так и с окружающей средой (понятие биологическая ЭМС (БИО ЭМС).

Таким образом, в настоящее время экология представляет собой достаточно разветвленную науку, в которой особое внимание уделяется совокупности или характеру связей между организмами и окружающей средой. Возникла настоятельная необходимость существенно расширить понятие ЭМС, распространив его на взаимные влияния не только между ТС, но и объекта-

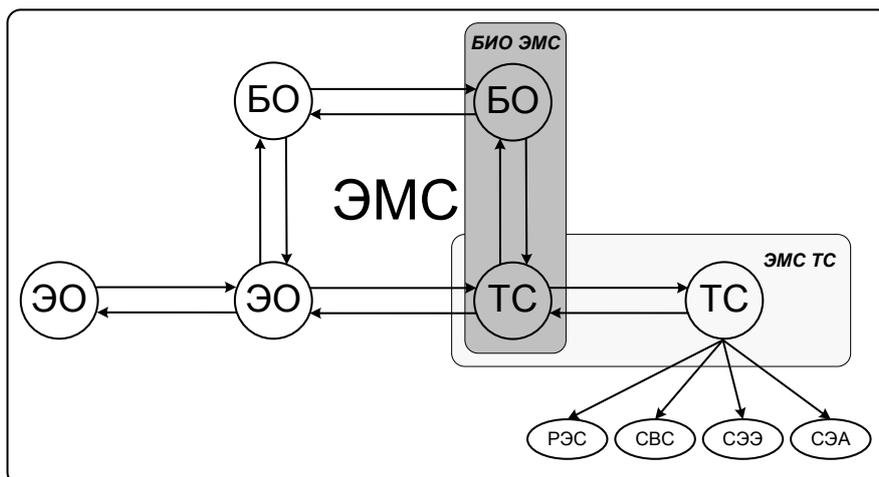


Рис. 1. Составные части ЭМС

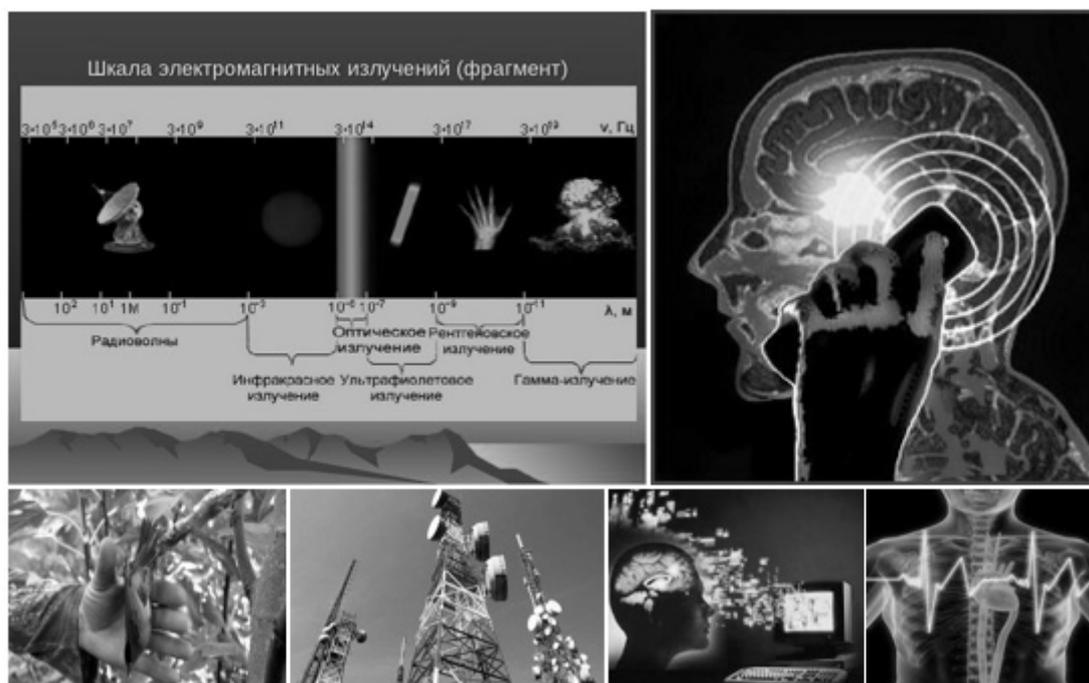


Рис. 2. Воздействие ЭМП на человека

ми экологии (ЭО) и биологическими объектами (БО) БИО ЭМС (рисунок 1). При этом объектами экологии являются как живые организмы и надорганизменные системы (популяции, биоценозы, биосфера) так и экосистема, представляющая собой функциональное единство живых организмов и среды их обитания [19], между которыми существуют сложные причинно-следственные связи.

Особенно актуальна проблема биологической ЭМС. Процесс развития технических средств, их широкое

внедрение, а также наращивание мощностей, освоение новых диапазонов частот и увеличение числа радиочастотных каналов переводят эту проблему из заурядной санитарно-гигиенической в разряд экологических, причем имеющих глобальный характер.

Впервые за весь период цивилизации происходит постоянное массовое электромагнитное облучение критической системы организма человека, его головного мозга, как системы наиболее чувствительной к электро-

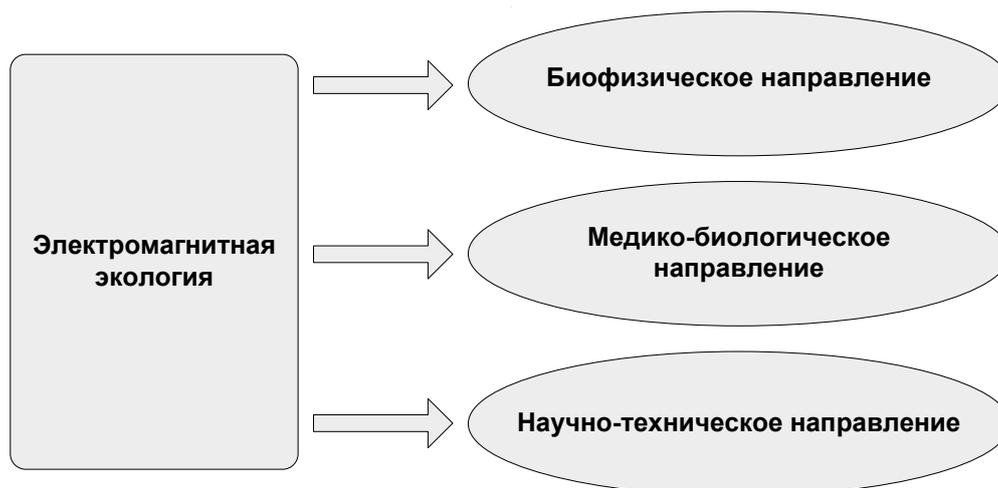


Рис. 3. Направления электромагнитной экологии

магнитным полям, так и ответственной за его разумную деятельность. В настоящее время современное общество все больше становится зависимым от функционирования систем, обеспечивающих обработку, передачу и хранение информации, средств беспроводной передачи данных, мобильной связи и других устройств, которые одновременно являются источниками электромагнитных полей. При этом мировое научное сообщество должным образом не акцентирует внимание на колоссальном риске и вреде для населения при использовании данных устройств (рисунок 2), который может сказаться на здоровье лишь через несколько лет [12, 19].

В электромагнитной экологии выделяют три основных направления: биофизическое, медико-биологическое, научно-техническое (рисунок 3).

Биофизическое направление включает вопросы исследования взаимодействия биологических тканей с ЭМП. По данному направлению накоплен богатейший научный материал, об этом свидетельствуют многочисленные отечественные и зарубежные публикации, посвященные биологическим эффектам ЭМП и исследованиям причинно-следственных связей между биологическими объектами и ЭМП [17, 20]. В последнее время появилось множество научных подтверждений явлению повышенной биологической активности магнитных полей промышленной частоты малых уровней [20]. Приведены результаты научных исследований, позволяющие считать, что такие поля являются причиной некоторых видов онкологических заболеваний. Очень тревожна тенденция резкого увеличения количества техники на рабочих местах должностных лиц, предполагается, что на весьма ограниченной площади рабочего места концентрируется большое количество всевозможных излучателей. Косвенно об увеличении ЭМП на рабочем

месте можно судить по тому факту, что за последние пятнадцать — двадцать лет токовые номиналы плавких предохранителей и автоматов на входе силовой сети в производственных помещениях увеличились с 5.6 до 20.25 ампер и, как следствие, увеличение уровней ЭМП на рабочих местах в 5–6 раз [16, с. 37].

Медико-биологическое направление занимается изучением и нормированием воздействующего фактора на окружающую среду и человека. В настоящее время с целью защиты населения от воздействия электромагнитных полей, создаваемых различными объектами, были разработаны и утверждены санитарные правила и нормы [4, 5, 6, 7, 8] при работе с источниками электромагнитных полей (далее СанПин) во всех диапазонах. Контролируемыми параметрами ЭМП при оценке их воздействия на окружающую среду являются напряженность электрического поля (E) и напряженность магнитного поля (H). Их предельно допустимые нормы установлены в СанПин. Согласно данным документов предельно допустимые значения соотношения напряженности поля и времени воздействия на человека связаны между собой через значения энергетической экспозиции. Значения энергетической экспозиции нормированы и рассчитываются в зависимости от диапазона частот: по энергетической составляющей, по магнитной составляющей, по плотности потока энергии. На основании данных соотношений СанПина можно определить нормы теоретически безвредного воздействия на организм человека, выведенные на основании математических вычислений для среднестатистического организма, а также решить многочисленные экологические и санитарно-гигиенические задачи, заключающиеся в проблеме безопасного размещения излучающих объектов (рисунок 4). Рисунок 4 наглядно позволяет оценить продолжительность воздействия источников излучения и напряженность электрического поля [4].

**Предельно допустимые уровни напряжённости электрической составляющей
в диапазоне частот 30 кГц – 300 МГц в
зависимости от продолжительности воздействия**

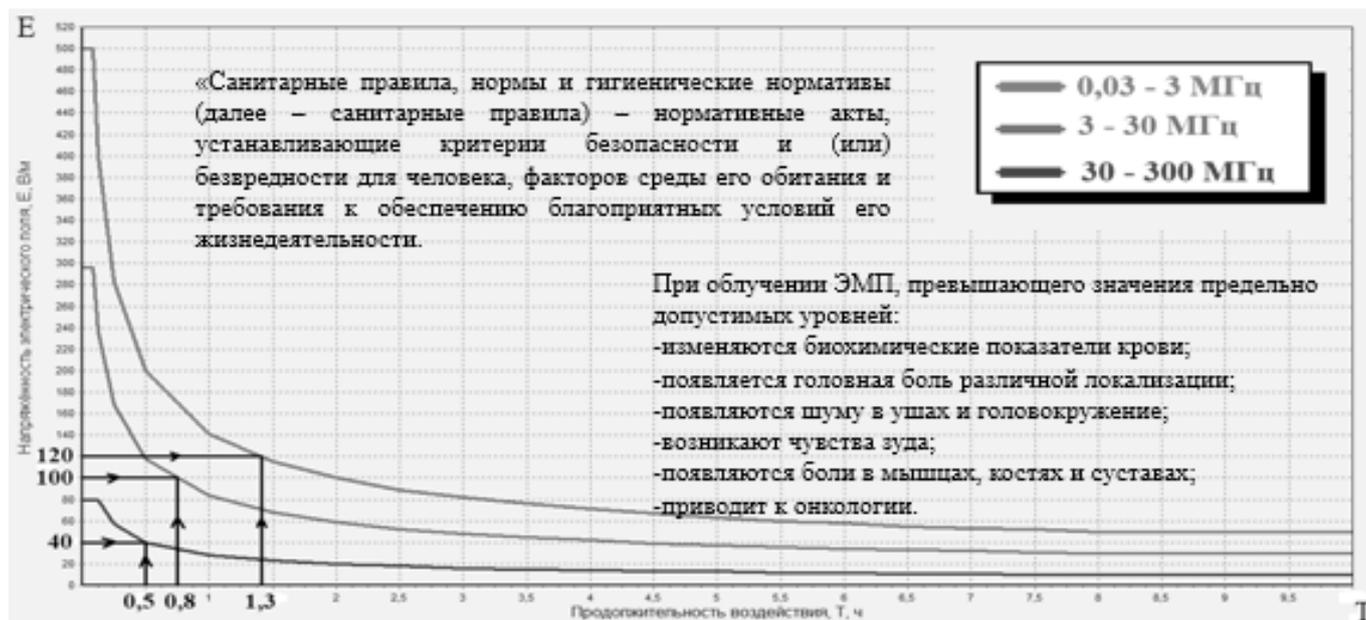


Рис. 4. Предельно допустимые уровни напряжённости электрической составляющей в диапазоне частот 30 кГц — 300 МГц

Превышение этих уровней приводит к очень опасным последствиям для организма человека.

В стандартах иностранных государств для характеристики воздействия ЭМП на человека введена величина, которая характеризует удельную поглощенную мощность — SAR (Specific Absorption Rate, Вт/кг) [10, с. 80]. Эта величина представляет собой поглощенную энергию электромагнитного поля единицей массы биологического объекта и имеет размерность ватт на килограмм (Вт/кг) или милливатт на грамм (мВт/г). Этот параметр можно усреднять по общей массе биологического объекта, либо по его отдельным частям (органам) [14, с. 138]. Следующие стандарты иностранных государств определяют допустимые уровни по параметру SAR [21].

Таким образом, результатом исследований в данном направлении является свод нормативных документов, которые регламентируют предельно допустимые уровни воздействия на человека электромагнитных полей. По приведенным выше стандартам определяется как предельно допустимое время пребывания людей в данной зоне воздействия электромагнитных полей, так и мероприятия по защите от него должностных лиц на рабочих местах.

Научно-техническое направление включает разработку методов и средств анализа в окружающей среде ЭМП и защиты от него в случае необходимости. Экспериментальные исследования на человеке, как правило, не проводятся [18]. Это связано с тем, что в экспериментах создаются уровни поля, которые могут навредить здоровью человека. Бурное развитие вычислительной математики [15, с. 38] позволяет создавать компьютерные фантомы тела человека и его частей и проводить математическое моделирование влияния ЭМП на человека [13].

Сложность структуры электромагнитного поля на различных объектах и за их пределами, а также многочисленность влияющих факторов определяют трудности всестороннего решения проблемы электромагнитного прогнозирования. Это обосновывает целесообразность применения в качестве основного метода исследования — метод математического моделирования. Однако математическая модель, какой бы сложной она ни была, не может отражать всех аспектов физического явления, которое она реализует. С одной стороны, модель должна воплощать в себе наиболее существенные для решаемой научной задачи стороны явления. С другой стороны, приближенные математические модели позволяют по-



Рис. 5. Основные этапы вычислительного эксперимента

лучать лишь оценочные результаты, неприменимые для целей комплексного анализа. Конечной задачей является поиск компромисса между требованиями физической и математической строгости и требованиями удобства численного анализа моделей.

Как правило, решение задач на научно-техническом направлении связано с дифракционными явлениями в ближней зоне излучения различных источников. При этом задача дифракции в электромагнитной экологии является одной из самых сложных и редко имеет аналитическое решение. В связи с этим в настоящее время широко применяются численные методы анализа электромагнитной обстановки на телах сложной формы с различными макроскопическими параметрами.

Основными численными методами в электромагнитной экологии, имеющими наиболее широкое распространение, являются: метод моментов (ММ), метод конечных элементов (МКЭ) и метод конечных разностей во временной области (МКРВО). Данные методы подробно рассмотрены в отечественной и зарубежной литературе [9, с. 77].

В настоящее время широкое применение для решения задач дифракции находит вычислительный эксперимент (ВЭ), основой которого является математическое моделирование, теоретической базой — информатика, вычислительная и прикладная математика, а технической базой — электронно-вычислительная машина (ЭВМ). Вычислительный эксперимент является современной технологией и методологией проведения теоретических исследований. При этом ядром вычислительного метода познания является цепочка «модель — алгоритм — программа», а главное звено в ней — математическая модель.

Вычислительный эксперимент применяется в случаях, когда:

- ◆ проведение специалистами теоретических исследований классическими методами математики затруднено или невозможно, а их результаты не доводятся до численного решения;
- ◆ сложные процессы не всегда поддаются теоретическому исследованию, и во многих случаях реальный объект исследуется односторонне;
- ◆ имеются определенные трудности в анализе полученных теоретических результатов.

Вычислительный эксперимент играет ту же роль, что и обыкновенный эксперимент при исследовании новых гипотез, так как современная гипотеза почти всегда имеет математическое описание, над которым можно выполнять эксперименты. Основными этапами вычислительного эксперимента являются [10, с. 81, 14, с. 139]: анализ объекта исследования, математическая модель объекта, математическая дискретная модель объекта (численный метод), проведение вычислений и анализ результатов, программирование для ЭВМ (рисунок 5).

Наиболее важными и творческими этапами вычислительного эксперимента с научной точки зрения являются второй и третий этапы, именно они определяют предметную область и закладывают точность расчетов проводимых исследований.

Точность определяется погрешностью, которая имеет две составляющие [10, с. 82]:

- ◆ неустраняемую (связана с упрощением реального объекта исследования при его математическом описании);
- ◆ регулируемую (относится к третьему этапу и связана с точностью численного метода и разрядностью чисел ЭВМ).

Несмотря на наличие рассмотренных погрешностей, точность вычислительного эксперимента, зачастую, оказывается выше физического.

Таким образом, для разработки методов и средств анализа в окружающей среде электромагнитных полей и защиты от них в случае необходимости целесообразно использовать методологию вычислительного эксперимента. Вычислительное направление исследований в настоящее время становится основным средством проведения научных исследований в электромагнитной экологии. Оно обеспечивает сочетание сильных сторон теории и практики.

Выводы

1. Проблема ЭМС носит системный характер и при ее решении необходимо обеспечить комплексное исследование с учетом всех важнейших взаимосвязей рассматриваемого объекта. К настоящему времени не выработана единая методика комплексного анализа электромагнитных полей. Необходимость создания такой методики диктуется устойчивым интересом, прежде всего, к проблемам защиты человека от излучений различной природы.

2. Техногенные электромагнитные поля, как один из факторов загрязнения окружающей среды, стали причиной кризисной ситуации, сложившейся как в обеспечении безопасности населения, так и в отрасли телекоммуникаций, которая имеет очевидную стратегическую, технологическую и социальную значимость. Представляется необходимым проведение контроля электромагнитной обстановки с учетом значений электромагнитных полей на рабочих местах должностных лиц перед размещением на них современной цифровой аппаратуры, микропроцессорной техники, видеодисплейных терминалов, устройств беспроводной передачи данных, внедрения мобильной связи, которая фактически реализует единую глобальную научно-исследовательскую программу в отсутствие должного акцента внимания в прогнозе о возможных последствиях.

3. Для решения задач электромагнитной экологии целесообразно использовать методологию вычислительного эксперимента. Вычислительное направление исследований в настоящее время является практически единственным средством проведения научных исследований в этой области. Вычислительный эксперимент обеспечивает органическое сочетание сильных сторон теории и практики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проект Федерального закона № 97803000–2 «Об обеспечении электромагнитной совместимости» (ред., принятая ГД ФС РФ в I чтении 21.01.1998) // Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
2. Постановление Правительства РФ от 01.04.2005 № 175 (ред. от 25.09.2018) «Об утверждении Правил осуществления радиоконтроля в Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации. — 2005. — № 14. — Ст. 1255.
3. Постановление Правительства РФ от 30.06.2004 № 318 (ред. от 14.12.2006) «Об утверждении Положения о Федеральной службе по надзору в сфере связи» // Собрание законодательства Российской Федерации. — 2007. — № 24. — Ст. 2923.
4. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 9 июня 2003 г. № 135 «О введении в действие санитарных правил и нормативов — СанПиН 2.2.4.1383–03» // Российская газета. — 2003. — № 119/1 (специальный выпуск). — 20 июня.
5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 3 июня 2003 г. № 118 «О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов — СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03» // Российская газета. — 2003. — № 120. — 21 июня.
6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 30 мая 2003 г. № 107 «О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов — СанПиН 2.2.2.1332–03» // Российская газета. — 2003. — № 119/1 (специальный выпуск). — 20 июня.
7. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 13 марта 2003 г. № 18 «О введении в действие санитарных правил и нормативов — СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190–03» // Российская газета. — 2003. — № 85. — 7 мая.
8. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 19 февраля 2003 г. № 10 «О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов — СанПиН 2.2.4.1191–03» // Российская газета. — 2003. — № 17. — 28 апреля.
9. Григорьев А. Д. Методы вычислительной электродинамики. — М.: Физматлит, 2013. — 432 с.
10. Мешалкин В. А. и др. Решение задач электродинамики с помощью вычислительного эксперимента // Научно-практический журнал № 11 Т. 2 «Высшая школа» Изд. ООО «Инфинити», 2016. С. 80–82. ISSN2409–1677.
11. Мешалкин В. А., Сальников Д. В. Объектовая ЭМС технических средств. СПб.: 6-й Международный симпозиум по ЭМС и электромагнитной экологии, 2005 г.
12. Мешалкин В. А., Селин Д. Н. Влияние ближних полей мобильных радиотелефонов сотовой связи на человека СПб.: Материалы Городской НПК «Военная наука городу», 1997 г.
13. Мешалкин В. А. Методика расчета пространственного распределения составляющих ЭМП в биологическом объекте при непосредственном контакте «излучатель — объект». СПб.: Материалы IV Российской НТК «ЭМС технических средств и биологических объектов», 1996 г.

14. Охлопков Н. М. Вычислительный метод познания — диалектический синтез экспериментального и теоретического методов познания // Вестник Якутского государственного университета, том 7, № 1. — Якутск: Изд-во ЯГУ, 2010. — С. 138–142.
15. Самарский А.А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. — 2-е, испр. изд. — М.: Физматлит, 2001. — 320 с.
16. Сподобаев Ю.М., Кубанов В. П. Основы электромагнитной экологии. — М.: Радио и связь, 2000. — 239 с.
17. Biological effects of electric and magnetic fields/edited by David O. Carpenter, Sinerik Ayrapetyan. — Academic Press, 1994. V.1–369 p. V.2–357 p.
18. Chou, C.-K., H. Bassen, J. Osepchuk, Q. Balzano, R. Petersen, R. Meltz, R. Cleveland, J.-C. Lin, & L. Heynick. 1996. Radio frequency electromagnetic exposure: Tutorial review on experimental dosimetry. Bioelectromagnetics 17:195–208.
19. Handbook of biological effect of electromagnetic fields/edited by Charles Polk, Eliot Postow. — 2nd ed. Boca Ration, New York, London, Tokyo: CRC Press, 1996. 618p.
20. Radiofrequency Radiation Standards. Biological Effects, Dosimetry, Epidemiology, and Public Health Policy/ edited by B. J. Klauenberg, Martino Grandolfo, David N. Erwin. NATO ASI Series, Plenum Press. New York and London, 1995. 455 p.
21. USAS C95.1–1966, Safety Level of Electromagnetic Radiation With Respect to Personnel, United States of America Standards Institute, New York, NY (1966).

© Мешалкин Валентин Андреевич (emerzenit@gmail.com),

Викторов Владимир Александрович (vova7dima@gmail.com), Пилюгин Антон Алексеевич (antin86@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного

НА ПУТИ К УЛЬТРАНИЗКИМ ЗАДЕРЖКАМ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В СЕТЯХ LORAWAN

ON THE WAY TO ULTRA-LOW LATENCY AND ENERGY EFFICIENCY IN LORAWAN NETWORKS

**M. Mutanna
Y. Lyachek
T. Nasr**

Summary. LoRaWAN is one of the most promising standards for IoT technology. However, the expected number of huge traffic and applications run over the IoT system puts high constraints on the system design. To this end, this paper proposes a reliable LoRaWAN system for ultra-dense IoT networks. The system employs to recent technologies to enable the ultra-low latency applications besides managing massive traffic results from the expected deployed devices. The first system deploys mobile edge computing to provide the computing and energy resources at the edge of the access network, while the second part deploys the software defined networking (SDN) at the core network to manage and control the whole network traffic. The novelty of the proposed system comes from the deploying of a distributed version of the SDN controller at the edge servers, to reduce the load on the core network. The system is simulated for various simulation scenarios and the results validate the proposed structure for ultra-dense and ultra-low latency IoT networks.

Keywords: LoRaWAN, MEC, SDN, Latency, Dense deployment.

Мутанна Мохаммед Салех Али

Аспирант, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)
muthanna@mail.ru

Лячек Юлий Теодосович

К.т.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)
ytlyachek@mail.ru

Наср Тарек Мохаммед Абдулджаббар

Аспирант, Санкт-Петербургский Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО)
tarek01021988@mail.ru

Аннотация. LoRaWAN представляет многообещающую технологию Интернета вещей (IoT), которая недавно завоевала высокий рыночный и академический интерес. С текущим прогрессом в сенсорном производстве количество подключенных устройств резко увеличивается, и возникает высокая потребность в надежной сети IoT, способной обеспечить покрытие для такого количества устройств. В этой статье предложена надежная архитектура LoRaWAN для сверхплотных сетей IoT. Предлагается, чтобы мобильные пограничные вычисления предоставляют вычислительные и энергетические ресурсы на границе сети LoRa доступа, в то время как программно-определяемая сеть (SDN) развернута в базовой сети для управления и контроля всего сетевого трафика. Новизна предлагаемой системы заключается в развертывании распределенной версии контроллера SDN на пограничных серверах для снижения нагрузки на базовую сеть. Система рассматривается в различных сценариях моделирования, и результаты подтверждают эффективность предложенной архитектуры для сетей IoT со сверхплотной и сверхнизкой задержкой.

Ключевые слова: LoRaWAN, MEC, SDN, Задержка, Плотное развертывание.

Введение

LPWAN сети являются одними из наиболее развитых, и имеющих наибольшее число имплементаций, сетей Интернета вещей (IoT), которые привлекли как рыночный, так и академический секторы [1]. Они обеспечивают много преимуществ по сравнению с другими парадигмами IoT, которые реализуют энергоэффективность и широкий диапазон охвата [2]. LoRa является одной из наиболее эффективных технологий, которые были использованы для LPWAN [3]. В последнее время LoRaWAN широко используется в качестве эффективной сети IoT, которая может быть развернута для многих приложений Интернета вещей, подходящей для большинства развертываемых сред. Тем не менее,

есть много проблем дизайна и проблем, связанных с протоколом LoRaWAN, которые еще не были решены [4]. Одной из основных проблем является плотное развертывание сенсорных устройств [5]. К 2020 году ожидается, что количество подключенных устройств будет составлять миллиарды, что требует надежной системы, обеспечивающей покрытие для таких сверхплотных сетей [6]. Таким образом, LoRaWAN должна быть адаптирована для работы сверхплотных сетей с обеспечением требуемых характеристик. Огромное количество подключенных к сети устройств приводит к огромному количеству трафика, который влияет на работу всей сети [7]. Другой проблемой является сквозная задержка, связанная с приложениями, которые работают в сетях LoRaWAN [6].

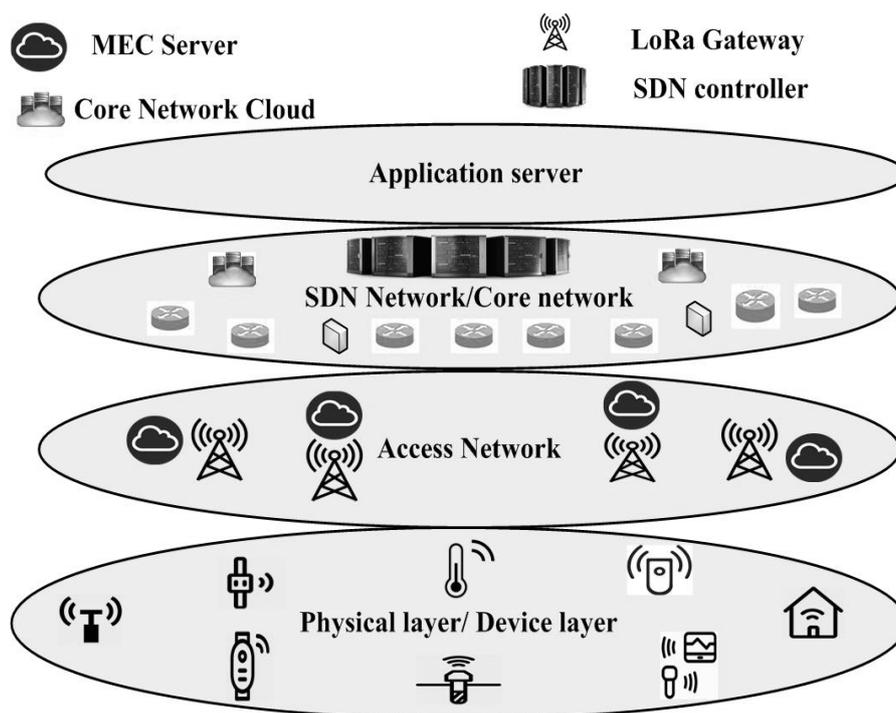


Рис. 1. Предлагаемая архитектура сети LoRaWAN с использованием MEC / SDN.

Для преодоления этих проблем и, кроме того, для достижения других важных требований, таких как надежность, масштабируемость и доступность системы, в LoRaWAN следует применять новые парадигмы связи, такие как мобильные периферийные вычисления (MEC) и программно-определяемые сети (SDN) [9]. MEC — это новая коммуникационная парадигма, впервые введенная Европейским институтом стандартов электросвязи (ETSI) в 2014 году для разрушения централизации облачных вычислений и перехода от централизованных огромных центров обработки данных к распределенным небольшим пограничным серверам [10]. MEC перемещает вычислительные и энергетические ресурсы от удаленных облачных устройств к границе сети доступа; примерно на один или два шага (hop) от конечного устройства, то есть устройства IoT. MEC был впервые представлен для использования в сотовых сетях, однако MEC можно использовать для сетей IoT интеграции сетей IoT с сотовыми сетями. MEC также может использоваться для подключения разнородных технологий IoT и обмена данными между ними. Например, связав сеть NB-IoT с сетью LoRaWAN с помощью технологии MEC [11].

SDN — это еще одна коммуникационная парадигма, которая не так давно нашла применение в современных сетях связи. Она представляет собой способ отделения плоскости данных от плоскости управления, что открывает новую эру сетей софтверизации [12]. Плоскость управления представляет собой шину устройств, кото-

рая контролирует и управляет всей сетью. Единственный централизованный контроллер SDN или распределенные контроллеры SDN могут использоваться для плоскости управления. Распределенные коммутаторы OpenFlow, которые поддерживают интерфейс протокола OpenFlow, развернуты на уровне плоскости данных [9]. Внедрение технологии SDN для IoT и любых других сетей связи обеспечивает высокую гибкость и надежность сети [13].

Основной целью этой работы является создание архитектуры LoRaWAN для поддержки ожидаемого плотного развертывания устройства IoT. Это может быть достигнуто путем внедрения технологий MEC и SDN в LoRaWAN. Работа имеет следующую структуру: в разделе 2 представлены предлагаемая схема сети LoRaWAN MEC/SDN и входящие в нее методы. Раздел 3 содержит оценку эффективности предлагаемой системы и методов. В разделе 4 будет сделан общий вывод.

1 Система LoRaWAN на базе MEC/SDN

В этом разделе представлена предлагаемая архитектура сети LoRaWAN на основе MEC/SDN, которая визуализирована на Рис. 1. Две ранее описанные технологии внедрены в традиционную сеть LoRaWAN; MEC и SDN. Предложенную сеть LoRaWAN можно рассматривать как четыре слоя.

Первый уровень — это сеть доступа, которая представлена конечными устройствами.

Второй уровень — включает в себя серверы MEC и шлюзы LoRaWAN. Как показано на Рис. 1, серверы MEC развернуты на границе сети доступа. Каждый шлюз LoRaWAN подключен к пограничному облачному серверу через высокоскоростную оптоволоконную сеть. Внедрение серверов MEC на границе сети доступа на расстоянии одного шага (hop) от конечных устройств обеспечивает вычислительные и энергетические ресурсы для конечных пользователей.

Третий уровень — это базовая сеть, в которой используется технология SDN. Эта базовая сеть построена на основе предложенной нами интеллектуальной базовой сети для приложений со сверхнизкой задержкой, разработанной в [9]. Единый централизованный контроллер SDN расположен в базовой сети, что позволяет контролировать и управлять распределенными коммутаторами OpenFlow и пограничными облачными серверами. Этот контроллер представляет плоскость управления сети SDN, в то время как распределенные коммутаторы OpenFlow образуют плоскость данных. Взаимодействие и связь между плоскостью данных и плоскостью управления поддерживаются через соответствующий интерфейс связи, например, протокол OpenFlow. Кроме того, предполагается, что развернутые коммутаторы OpenFlow имеют ограниченные вычислительные ресурсы, так что коммутаторы могут выполнять некоторые операции обработки пакетов [14].

Распределенные и менее производительные версии контроллера SDN устанавливаются на пограничных серверах. Сервер MEC развертывает контроллер, который взаимодействует с контроллером SDN, развернутым в базовой сети. VM главного контроллера, расположенная на сервере MEC, перемещает операции управления к границе сети доступа и, следовательно, снижает нагрузку на базовую сеть и уменьшает задержку ответа конечному устройству.

Четвертый уровень — предназначен для развертывания приложений. Он также включает в себя сервера с базами данных для различных приложений.

Одной из основных особенностей предлагаемой системы является разгрузка вычислений и перенос вычислений с конечных устройств. Это преимущество добавляется введением системы MEC в LoRaWAN. Свойство разгрузки вычислений позволяет устройствам IoT дольше работать, поскольку конечные устройства всегда работают от батареи с ограниченными вычислительными ресурсами. Процесс разгрузки позволяет конечным

устройствам передавать свои вычислительные задачи на соседний сервер MEC и, таким образом, снижает энергопотребление конечных устройств и продлевает срок службы устройств. Кроме того, разгрузка вычислительных задач на ближайший сервер MEC, сокращает время прохождения сигнала в обоих направлениях и, таким образом, позволяет создавать приложения с ультранизкой задержкой в сетях LoRaWAN. В [15] мы разработали алгоритм разгрузки с учетом энергопотребления и задержек, который эффективно использовать в предлагаемой сети LoRaWAN на основе MEC. Предложенная схема решает процесс разгрузки через механизм принятия решений, который реализует непосредственно алгоритм разгрузки. Предполагается, что каждое конечное устройство, т.е. устройство IoT, имеет этот механизм принятия решений, также, как и каждый сервер MEC. Основываясь на текущем уровне энергии и задержке, необходимой для обеспечения требуемого качества обслуживания (QoS), механизм принятия решения решает, выполнять ли разгрузку или производить обработку локально.

Другая ключевая особенность — это процесс контроля границы. Каждый сервер MEC развертывает контроллер SDN, который содержит упрощенную версию контроллера базовой сети и имеет прямое соединение с главным контроллером SDN, развернутым в ядре сети. Это свойство дает различные преимущества для LoRaWAN, особенно в сверхплотных сетях. Преимущества включают в себя снижение трафика и коммуникационной нагрузки в базовой сети и увеличение общей пропускной способности сети. Кроме того, введение схемы управления на границе сети доступа уменьшает задержку связи и, таким образом, позволяет существовать приложениям со сверхнизкой задержкой в сетях LoRaWAN.

Кроме того, внедрение распределенных серверов MEC на границе сети доступа позволяет реализовать алгоритмы искусственного интеллекта. Это обеспечивает поддержку высокой степени сжатия данных и уменьшает итоговый объем трафика, а также снижает общую задержку связи. Предложенная система с методами разгрузки, представленными в [15], обеспечивает следующее:

1. Эффективное использование полосы пропускания,
2. Возможность внедрения новых сервисов и услуг,
3. Уменьшение сквозной задержки,
4. Эффективное управление трафиком,
5. Снижение вероятности блокировки,
6. Увеличение энергоэффективности,
7. Сверхвысокую надёжность,
8. Высокую масштабируемость сети,
9. Высокую доступность, и
10. Высокую гибкость.

Таблица 1. Параметры симуляции

Параметр	Значение
Количество конечных устройств	200 / 400 /600
Время симуляции	3000 с
Задержка на один сетевой шаг (hop) к пограничному серверу/сети доступа/ LoRaWAN	1мс
Задержка для базовой сети	2мс
Размер одного пакета	32 Байт
Поток данных	3 пакета
Полоса частот базовой станции	868 МГц
Размер памяти конечного устройства/RAM [IoT]	512Мб
Частота процессора конечного устройства/CPU	[0.1,0.2] ГГц
Размер памяти сервера (MEC)/RAM	2048Мб
Размер диска сервера (MEC)/HDD	5Гб
Частота процессора (MEC)/CPU	[0.5,2.5] ГГц
SDN контроллер	Спецификация ODL
SDN коммутаторы	OpenFlow со спецификациями, представленными в [14]

2 Оценка эффективности

2.1 Обзор

В этом разделе предложенная система со схемой разгрузки, представленной в [15], моделируется в надежной среде для оценки производительности и валидации системы. В первой части описана настройка моделирования, а во второй части представлены результаты моделирования и анализ.

2.2 Настройка симуляции

Симулятор на основе событий, представленный в [15] и [16], используется для построения и моделирования предлагаемой системы и схемы разгрузки. Представленная на Рис. 1 система построена с распределенными оконечными устройствами. Шлюз LoRa, подключен к серверу MEC. Параметры моделирования, используемые для оценки производительности предлагаемой системы, представлены в Таблице 1. Конечные устройства генерируют трафик на основе экспоненциального распределения.

Для оценки производительности рассматриваются два основных сценария моделирования. Первый сценарий вводится для оценки эффективности системы для работы в сверхплотной сети и масштабируемости предлагаемой системы. Для этого сценария показатели, используемые для оценки предлагаемой производительности системы и возможности масштабирования, представляют собой надежность системы и среднюю задержку. Второй сценарий представлен для оценки производительности процесса разгрузки и эффективности использования ресурсов. Для обоих сценариев рассма-

триваются три случая моделирования, в каждом случае сеть работает с определенным количеством конечных устройств. В случае (1) сеть работает с 200 устройствами IoT, во втором случае число развернутых устройств IoT удваивается, а в случае (3) число конечных устройств увеличивается до 600.

2.3 Результаты симуляции

На рисунках 2, 3 и 4 представлены результаты для первого сценария моделирования. Рисунок 2 иллюстрирует среднее количество принятых пакетов для каждого рассматриваемого случая. Значение принятого пакета записывается для двух систем; предлагаемая система и традиционная LoRaWAN сеть без внедрения MEC и SDN. Результаты показывают, что предлагаемая система MEC/SDNLoRaWAN достигает более высокой эффективности с точки зрения принятых пакетов для трех рассмотренных случаев моделирования. Однако для случая (3), который представляет собой плотное развертывание, так как количество развернутых устройств увеличивается, предлагаемая система достигает процентного улучшения производительности относительно традиционной сети, более высокого, чем в предыдущих двух случаях. Это указывает на то, что традиционная система LoRaWAN уступает в работе с большим количеством устройств по сравнению с предлагаемой системой MEC/SDN. Поскольку надежность может быть измерена количеством принятых пакетов, то предлагаемая система достигает более высокой надежности.

На Рис. 3 показана средняя задержка принятого трафика для рассматриваемых приложений IoT, для обеих рассматриваемых систем. Результаты показывают, что

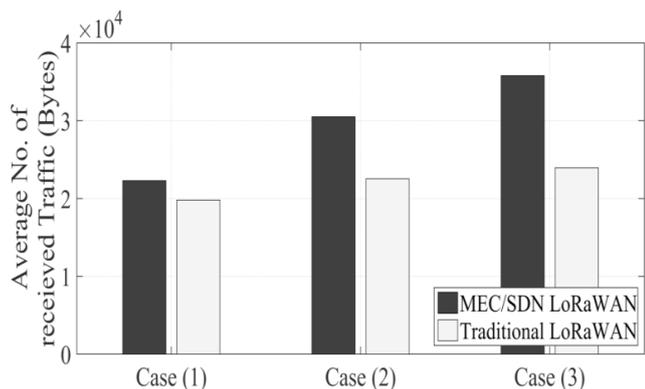


Рис. 2. Среднее количество полученных пакетов для первого сценария моделирования.

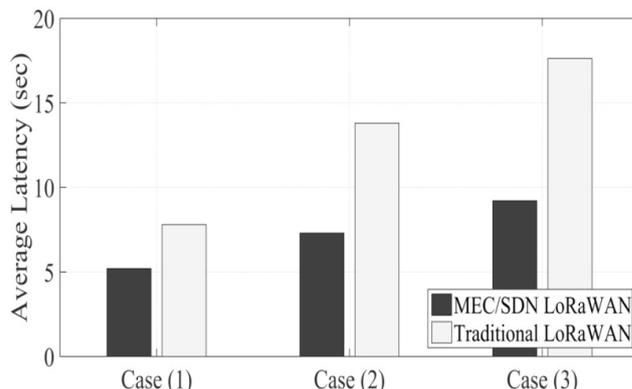


Рис. 3. Средняя задержка для первого сценария моделирования.

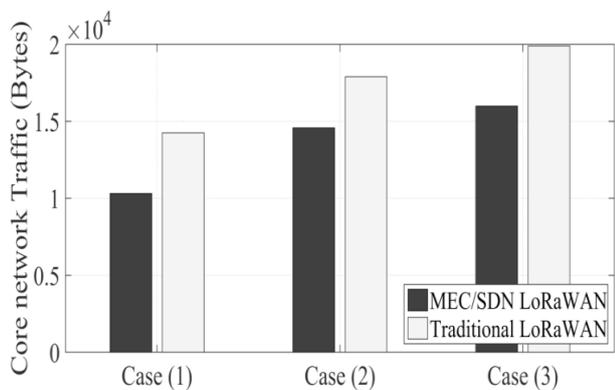


Рис. 4. Количество трафика, передаваемого в базовую сеть, для первого сценария моделирования.

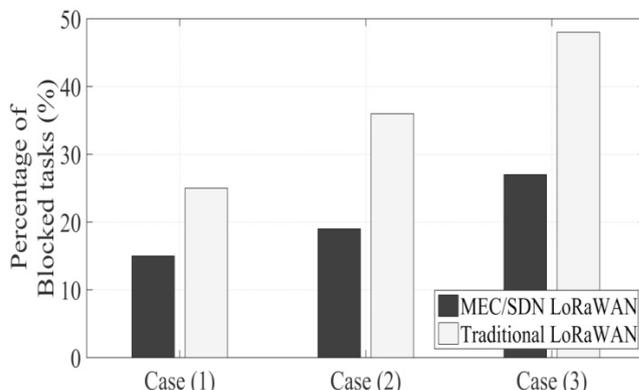


Рис. 5. Процент заблокированных задач для второго сценария моделирования.

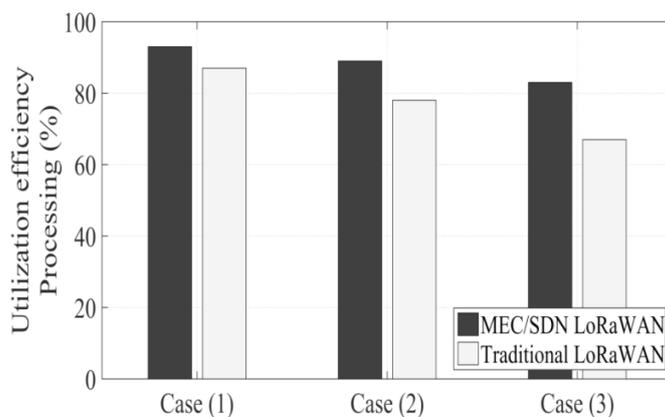


Рис. 6. Эффективность использования ресурсов, с точки зрения обработки, для второго сценария моделирования.

предлагаемый MEC/SDN достигает более высокой эффективности задержки, чем традиционная система LoRaWAN.

Кроме того, на рисунке 4 показан объем трафика, передаваемого в базовую сеть для двух рассматриваемых систем в трех рассмотренных случаях. Результаты показывают, что предлагаемая система снижает нагрузку на базовую сеть, поскольку объем трафика, передаваемого в базовую сеть, уменьшается на заметную величину.

На рисунках 5 и 6 показаны результаты для второго сценария. Как показано на рисунке 5, процент заблокированных задач уменьшается в предлагаемой системе MEC/SDN, в основном за счёт использования алгоритма разгрузки. Это может быть объяснено введением MEC на границе сети доступа, которая предоставляет ресурсы

рядом с конечными устройствами. Кроме того, внедрение SDN в распределенной форме управляет и контролирует трафик между сетями и уменьшает коллизии.

Рис. 6 иллюстрирует использование ресурсов системы с точки зрения обработки для рассмотренных двух

систем для трех рассмотренных случаев моделирования. Как показывают результаты, разработанная MEC/SDNLoRaWAN использует вычислительные ресурсы более эффективно, чем традиционная система LoRaWAN.

ВЫВОД

В этой работе представлена структура системы MEC/SDNLoRaWAN, обеспечивающая работу сверхплотных сетей и приложений со сверхнизкой задержкой. Предлагаемая система использует сервер MEC, подключенный к базовой станции LoRa, и один централизованный контроллер SDN, расположенный в базовой сети. Упрощённые версии контроллера SDN расположены на каждом сервере MEC. Это снижает нагрузку на базовую сеть и перемещает схему управления к границе сети доступа. Разработанная структура обеспечивает более высокую надежность, доступность и гибкость системы. Предлагаемая сеть MEC/SDN была смоделирована в надежной среде для трех сценариев и для каждого сценария дана оценка производительности. Результаты проверяют систему с точки зрения надежности, задержки и использования ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. J. Haxhibeqiri, E. D. Poorter, I. Moerman, and J. Hoebeke, "A survey of lorawan for iot: From technology to application," *Sensors*, Vol. 18, no. 11, pp: 3995, 2018.
2. R. S. Sinha, Y. Wei, and S. H. Hwang, "A survey on LPWA technology: LoRa and NB-IoT," *IctExpress*, Vol. 3, no. 1, pp: 14–21, 2017.
3. J. Finnegan, and S. Brown, "A comparative survey of LPWA networking," *arXiv preprint arXiv:1802.04222*, 2018.
4. F. Adelantado, X. Vilajosana, P. T. Peiro, B. Martinez, J. M. Segui, and T. Watteyne, "Understanding the limits of LoRaWAN," *IEEE Communications magazine*, Vol. 55, no. 9, pp: 34–40, 2017.
5. O. Georgiou, and U. Raza, "Low power wide area network analysis: Can LoRa scale?," *IEEE Wireless Communications Letters*, Vol. 6, no. 2, pp: 162–165, 2017.
6. A. Ateya, M. Al-Bahri, A. Muthanna, and A. Koucheryavy, "End-to-end system structure for latency sensitive applications of 5G," *Электросвязь*, Vol. 6, pp: 56–61, 2018.
7. R. Sanchez-Iborra, J. Sanchez-Gomez, J. Ballesta-Viñas, M. Cano, and A. Skarmeta, "Performance evaluation of LoRa considering scenario conditions," *Sensors*, Vol. 18, no. 3, pp: 772, 2018.
8. A.A. Ateya, A. Muthanna, M. Makolkina, and A. Koucheryavy, "Study of 5G services standardization: specifications and requirements," In 2018 10th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT), pp. 1–6. IEEE, Nov. 2018.
9. A.A. Ateya, A. Muthanna, I. Gudkova, A. Abuarqoub, A. Vybornova, and A. Koucheryavy, "Development of intelligent core network for tactile internet and future smart systems," *Journal of Sensor and Actuator Networks*, Vol. 7, no. 1, 2018.
10. A. Ateya, A. Vybornova, R. Kirichek and A. Koucheryavy, "Multilevel cloud based Tactile Internet system", *IEEE-ICACT2017 international conference*, Korea, Feb.2017.
11. D. Kim, S. Kim, and J. H. Park, "Remote software update in trusted connection of long range IoT networking integrated with mobile edge cloud", *IEEE Access*, Vol. 6 pp: 66831–66840, 2017.
12. I. Farris, T. Taleb, Y. Khettab, and J. Song, "A survey on emerging SDN and NFV security mechanisms for IoT systems", *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, Vol. 21, no. 1, pp: 812–837, 2018.
13. O. Salman, I. Elhajji, A. Chehab, and A. Kayssi, "IoT survey: An SDN and fog computing perspective", *Computer Networks*, 2018.
14. A. Muthanna, A. A. Ateya, A. Khakimov, I. Gudkova, A. Abuarqoub, K. Samouylov, and A. Koucheryavy, "Secure and Reliable IoT Networks Using Fog Computing with Software-Defined Networking and Blockchain", *Journal of Sensor and Actuator Networks*, Vol. 8, no. 1, pp: 15, 2019.
15. A.A/ Ateya, A. Muthanna, A. Vybornova, P. Darya, and A. Koucheryavy, "Energy-Aware Offloading Algorithm for Multi-level Cloud Based 5G System", In *Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networks and Systems*, pp. 355–370. Springer, Cham, 2018.
16. A.A. Ateya, A. Vybornova, K. Samouylov, and A. Koucheryavy, "System model for multi-level cloud based tactile internet system", In *International Conference on Wired/Wireless Internet Communication*, pp. 77–86. Springer, Cham, 2017.

АГЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ОДИН ИЗ ПОДХОДОВ К ИССЛЕДОВАНИЮ ПОВЕДЕНИЯ ЛЮДЕЙ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

AGENT-BASED MODEL AS ONE OF APPROACHES TO RESEARCH THE BEHAVIOR OF PEOPLE WHEN ARISING AN EXTREMELY SITUATION IN AN EDUCATIONAL ORGANIZATION

*T. Novgorodtseva
E. Ivanova
I. Lesnikov
Y. Dyadkin
M. Chervinskij*

Summary. This article describes the process of creating a model that simulates the behavior of people during evacuation in the event of an emergency. The object of the model selected doctor of Pedagogical Institute of Irkutsk state University, because in recent years, cases of occurrence of emergency situations in educational organizations (EO). In practice, most EO have not sufficiently developed the system of evacuation. Consequently, there is a need for more detailed elaboration. In the construction of this model, agent-based modeling is selected, because it takes into account not only the dynamics of the environment, but also the movement of each individual. Further, the article describes the stages of modeling. Also, the variables, parameters and functional dependencies used in the modeling process are described in detail. A comparative analysis of the software (AnyLogic and Arena) and based on the modeling objectives, justified the choice of simulation system AnyLogic. As a result of this article, a simulation model of the evacuation system in case of emergency for the first floor of the main building of the pedagogical Institute developed. Using this model, an experiment was conducted, the results of which are presented in the article.

Keywords: simulation modeling; agent modeling; agent; system; educational establishment; emergency; model; higher education institution.

Новгородцева Татьяна Юрьевна

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Иркутский
государственный университет»
nfyz-31@mail.ru*

Иванова Елена Николаевна

*К.п.н., доцент, ФГБОУ ВО «Иркутский
государственный университет»*

Лесников Иван Николаевич

*К.э.н., доцент, ФГБОУ ВО «Иркутский
государственный университет»*

Дядькин Юрий Алексеевич

*Старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Иркутский
государственный университет»*

Червинский Максим Константинович

*ФГБОУ ВО «Иркутский государственный
университет»*

Аннотация. В данной статье рассмотрен процесс создания модели, имитирующей поведение людей во время эвакуации при возникновении чрезвычайной ситуации (ЧС). В качестве объекта моделирования выбран ФГБОУ ВО Педагогический институт «ИГУ», т.к. в последнее время участились случаи возникновения экстренных ситуаций в образовательных организациях (ОО). На практике большинство ОО имеют недостаточно проработанную систему эвакуации. Следовательно, существует необходимость в более детальной её доработке. При построении данной модели выбрано агентное моделирование, т.к. учитывается не только динамика внешней среды, но и особенности движения каждого индивида. Далее, в статье рассмотрены этапы моделирования. Также, подробно описаны переменные, параметры и функциональные зависимости, используемые в процессе моделирования. Проведён сравнительный анализ программного обеспечения (AnyLogic и Arena) и исходя из целей моделирования, обоснован выбор системы имитационного моделирования AnyLogic. В качестве результата данной статьи разработана имитационная модель системы эвакуации при возникновении ЧС для первого этажа главного корпуса ФГБОУ ВО Педагогического института «ИГУ». С использованием этой модели проведен эксперимент, результаты которого представлены в статье.

Ключевые слова: имитационное моделирование; агентное моделирование; агент; система; образовательная организация; чрезвычайная ситуация; модель; высшее учебное заведение.

Введение

На данный момент в различных организациях участились случаи возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС). Так, в результате пожара в ночном клубе «Хрошая лошадь» погибли 156 человек и 64 человека получили тяжкий вред здоровью. В торгово-развлекательном центре «Зимняя вишня» 25–26 марта произошёл крупный пожар площадью 1600 квадратных метров, которому был присвоен 3 номер сложности. Особую опасность возникновения и развитие ЧС представляет в образовательных учреждениях, в которых может находиться большое количество людей.

Человеческие жертвы появляются как в момент возникновения ЧС, так и вследствие дальнейших событий (давка, задымление, отравление угарным газом, паника и т.п.), характеристик зданий, в которых размещаются ОО (геометрия помещения, наличие пожарных выходов, систем пожаротушения и предупреждения, и т.п.) — все они оказывают существенное влияние на эффективность эвакуации. В результате давки многие посетители не смогли выбраться из горящего здания. Ежегодно в мире в результате давки гибнут до 1000 человек.

Таким образом, важным моментом в исследовании процессов и построении эффективных систем эвакуации является моделирование поведения *толпы*. Под толпой будем понимать стохастическое скопление людей, объединённых общим эмоциональным состоянием, но разнообразными целями.

Модель поведения толпы — возможные действия людей, приближенные к реальной действительности. Возможность такой приближенности моделей к действительности обеспечивается наблюдением за поведением людей в реальных ЧС. В данной статье исследуется возможность применения агентного подхода для построения модели поведения толпы, предлагаются методы и средства ее построения с целью оптимизацию путей эвакуации при возникновении чрезвычайной ситуации на примере образовательной организации. Данный подход позволяет учитывать неопределенность поведения людей, зависящую от множества различных факторов. Например, путь эвакуации человека при возникновении пожара не всегда совпадает с наиболее коротким и безопасным маршрутом [6].

Методы

В исследовании использованы следующие методы: интервьюирования, анализ, имитационное моделирование, сравнительный анализ.

Метод интервьюирования — метод сбора первичной информации с помощью интервью об анализируемом

объекте. Используется при сборе данных для исследования.

Анализ — метод научного исследования (познания) явлений и процессов, в основе которого лежит изучение составных частей, элементов изучаемой системы. Метод анализа используется на протяжении всего исследования.

Сравнительный анализ — научный метод познания действительности, исследовательская стратегия, в соответствии с которой изучение закономерностей психической деятельности проводится за счет сравнения качественно особенных ступеней ее развития. Метод использован при сравнении программного обеспечения, а также в результатах представления модели.

Имитационное моделирование — частный случай математического моделирования, основанный на построении моделей с использованием специальных компьютерных программ и различных методов моделирования, направленных на создание имитационных моделей, функционал которых максимально приближен к функционалу реального объекта. Данный метод использован в разработке модели.

Типы моделей движения людей в здании при эвакуации

В основном выделяют три типа модели движения людей:

1. агентные;
2. потоковые;
3. смешанные.

В агентных моделях главную роль выполняет агент (в нашем случае помещение). При построении такой модели учитывается как индивидуальные особенности движения, каждого отдельно взятого человека, так и влияние внешних факторов на его движение. Основная задача сводится к наиболее приближенному к реальности описанию взаимодействия людей между собой и с препятствиями, встречающимися на их пути. При этом необходимо помнить, что человек социальный объект и его поведение очень сложно спрогнозировать, поэтому в модели добавляют некоторые случайные величины, которые компенсируют социальную составляющую [6].

Так как движение отдельных людей не учитывается, то необходимо добавить новую составляющую, характеризующую саму группу, в нашем случае необходимо использовать плотность потока. При таком подходе мы теряем возможность учесть социальность человека, следовательно, движение такой группы всегда направ-

лено к ближайшему выходу. Данный подход является наиболее эффективным для решения общих инженерных задач, он не требует разработки псевдослучайных величин, влияющих на отдельных агентов. Тем не менее, существенным недостатком модели является невозможность учитывать поведение отдельных людей, их физические и психологические характеристики [1,4].

Исходя из выше сказанного, можно утверждать, что наиболее подходящим методом для моделирования является агентное моделирование, позволяющее учесть индивидуальные особенности поведения людей в ЧС. Что в свою очередь, дает возможность проведения множества отличающихся друг от друга экспериментов с моделированием ЧС в различных обстоятельствах и с уникальными характеристиками. В качестве объекта исследования выступает процесс эвакуации основных целевых групп (обучающиеся, педагогический состав и персонал) относительно помещений, а предметом является Педагогический институт ФГБОУ ВО «ИГУ».

Основные принципы агентного моделирования

В модели необходимо описать поведение, структуру и характеристики агентов. Следует обратить внимание, что исходя из логической обособленности агентов, способом их коммуникации является обмен сообщениями (в данном случае под сообщениями понимается любой передаваемый и получаемый сигнал от одного агента к другому). Следовательно, в модели нужно учесть способы передачи этих сообщений и их структуру.

Также при создании модели необходимо учитывать внешние факторы, влияющие на поведение толпы, такие как:

1. Задымленность.
2. Наличие/отсутствие аварийного освещения.
3. Пропускная способность аварийных выходов.
4. Пропускная способность помещений, через которые проходят пути эвакуации.

Все указанные факторы (кроме третьего) оказывают непосредственное влияние на скорость потока, для учёта которых используется среднее значение скорости, полученной в результате реальных происшествий. Третий фактор влияет на время эвакуации людей из помещения. Его влияние измеряется в *пропускной способности* — предельная возможность прохождения людей в единицу времени через эвакуационный выход.

Понятие агента

Основным понятием агентного моделирования является агент. При этом до настоящего времени специали-

сты в области имитационного моделирования не смогли прийти к общему определению данного понятия. С учетом конкретных задач моделирования под *агентом* будем понимать неделимую единицу моделируемого объекта, оказывающая существенное влияние на поставленную цель моделирования [4].

В качестве агентов выделяются объекты — помещение учебного заведения (кабинеты, учебные аудитории, лаборатории, служебные помещения и т.п.). Общая математическая модель процесса эвакуации людей из учебного заведения выглядит так:

$$W = \{ \{s\}, \{l\}, F \},$$

где W — модель процесса, состоящая из трех элементов:

s — состав элементов, входящих в W . В общем $s = \{ \{s_r\}, \{s_h\} \}$, где s_r — элементы технических средств, s_h — элементы действий человека; l — набор связей между s модели W ; F — основная цель функционирования W .

Данную модель можно представить следующим образом:

$$W = \{ \{s_r\}, \{s_h\}, \{l\}, F \}.$$

Свойства и характеристики модели:

N — количество агентов (количество помещений) (шт.);

L — количество эвакуационных выходов (шт.);

a — длина помещения (м);

b — ширина помещения (м);

d_{ij} — расстояние от i -го помещения до j -го эвакуационного выхода (м), где $i = \overline{1, N}, j = \overline{1, L}$;

j^* — оптимальный номер выхода при эвакуации, $j^* = \min_j \{d_{ij}\}$;

M_i — количество человек в i -ом помещении (шт.);

k — номер человека из i -го помещения;

d_{ikj} — расстояние k -го человека от i -го помещения до j -го эвакуационного выхода (м), где $k = \overline{1, M}, j = \overline{1, L}$;

S — скорость передвижения потока при эвакуации (м/с), вычисленная в ГОСТ 12.1.004–91 [3];

h_j — ширина j -го эвакуационного выхода (м);

t_i — время, требуемое для эвакуации с i -го помещения (с), где

$$t_i = \frac{d_{ij}}{S};$$

B_j — пропускная способность j -го эвакуационного выхода в единицу времени (чел. в сек.)

$$B_j = \frac{M_i \cdot f}{d_{ij^*} \cdot h_{j^*}},$$

Площади горизонтальной проекции взрослых людей

Тип одежды	Ширина а, м	Толщина с, м	Площадь горизонтальной проекции, м ² /чел.
летняя	0,46	0,28	0,100
весенне-осенняя	0,48	0,30	0,113
зимняя	0,50	0,32	0,125

Площади горизонтальной проекции детей и подростков

Тип одежды	Возрастные группы		
	младшая до 9 лет	средняя 10 - 13 лет	старшая 14 - 16 лет
домашняя одежда	0,04	0,06	0,08
домашняя одежда со школьной сумкой	0,07	0,10	0,14
уличная одежда	0,09	0,13	0,16

Рис. 1. Таблицы площадей горизонтальной проекции людей

где d_{ij^*} — расстояние от i -го помещения до j^* -го оптимального эвакуационного выхода (м), f — нормативная величина, характеризующая среднюю площадь горизонтальной проекции человека.

Величина взята с нормативного документа «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» [5]. На рисунке 1 представлены значения площадей горизонтальной проекции по возрастным группам.

A_{j^*} — количество людей, скопившихся у j^* -го оптимального эвакуационного выхода (чел.):

$$A_{j^*} = \sum_{i=1}^N M_{ij^*};$$

t_{j^*} — время, за которое выйдут люди с j^* -го оптимального эвакуационного выхода (с):

$$t_{j^*} = \frac{A_{j^*}}{B_{j^*}};$$

Введем переменную F , отвечающую за успешность или не успешность эвакуации людей:

$$F = \begin{cases} 1, & t_{j^*} \leq T \\ 0, & t_{j^*} > T \end{cases}$$

где T — время, отведенное на эвакуацию по стандарту.

Δt — превышающая разность времени между реальным и стандартным временем:

$$\Delta t = t_{j^*} - T$$

C_{j^*} — сколько людей выйдет через j^* -ый оптимальный эвакуационный выход (чел):

$$C_{j^*} = B_{j^*} \cdot T;$$

Q_{j^*} — сколько людей не успеет выйти через j^* -ый оптимальный эвакуационный выход (чел):

$$Q_{j^*} = A_{j^*} - C_{j^*}$$

При значении $Q_{j^*} \leq 0$, люди эвакуируются через j^* -ый выход. Если значение $Q_{j^*} > 0$, то нужно перераспределить людей, не успевших выйти с j^* -го оптимального эвакуационного выхода.

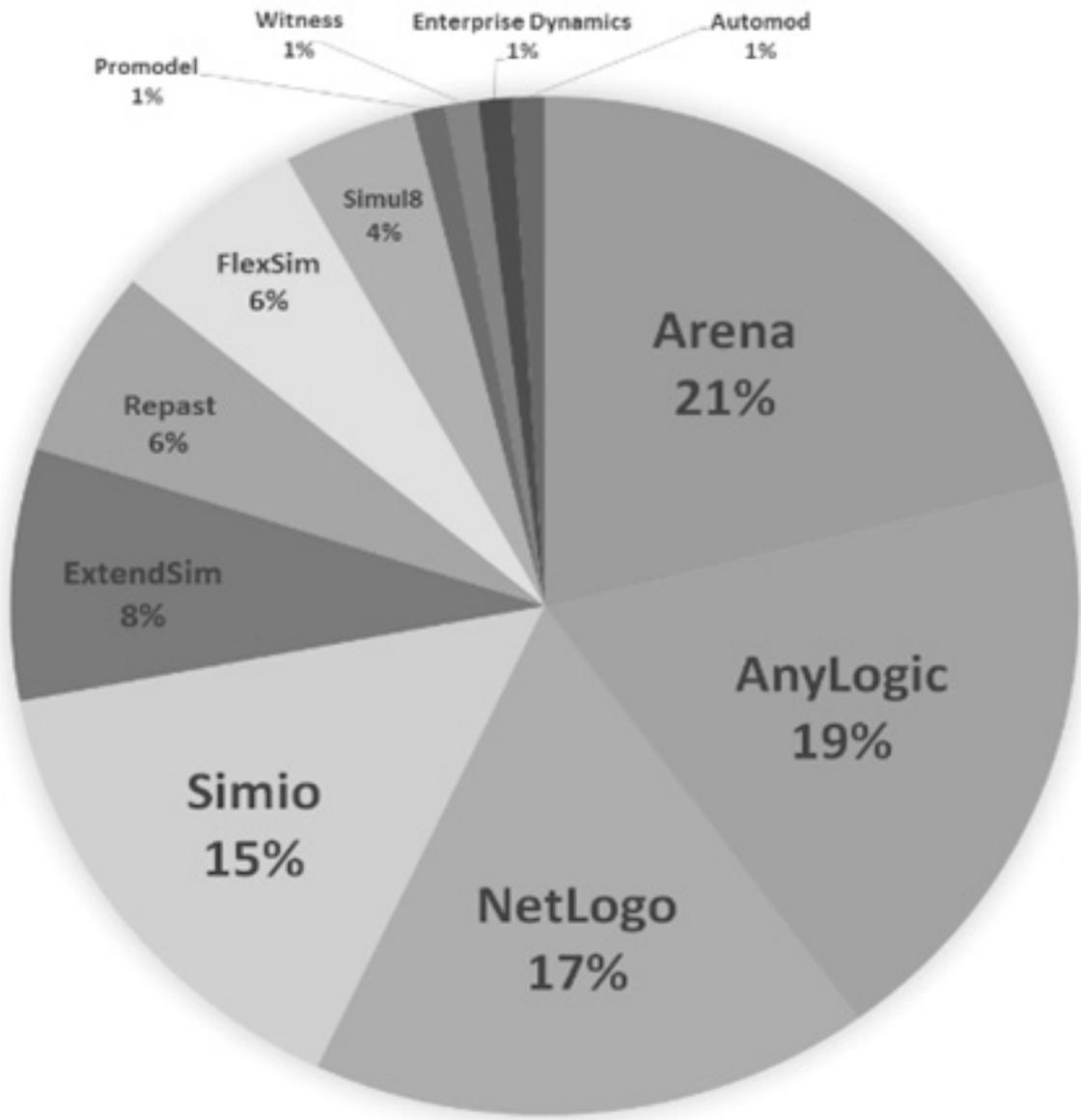


Рис. 2. Популярность использования различных систем имитационного моделирования

В этом случае находим расстояние d_{j^*j} и время t_{j^*j} между оптимальным j^* -ым и ближайшим выходами:

$$t_{j^*j} = \min_j \left\{ \frac{d_{j^*j}}{s} \right\}.$$

Вводим промежуточную переменную Z показывающую достаточность времени для эвакуации людей через другой ближайший выход.

$$Z = \begin{cases} 1, & t_{j^*j} \leq \Delta t \\ 0, & t_{j^*j} > \Delta t \end{cases}$$

Нехватка времени может стать причиной гибели людей, тогда проанализировав причины задержек необходимо оптимизировать процесс эвакуации.

Программное обеспечение агентного моделирования

Возможности описания индивидуальных особенностей движения агентов в процессе эвакуации сделали программные комплексы, построенные на основе агентных моделей весьма распространёнными в мире [8]. Крупнейшая международная конференция разработчиков моделей Winter Simulation Conference (WSC) хорошо показывает сравнительную популярность этих инструментов в академической среде. На графике, приведенном на рисунке 2, можно увидеть, сколько статей с описанием реальных проектов, выполненных на разных инструментах, опубликовано в материалах WSC-2015 [7].

Таблица 1. Обзор характеристик систем имитационного моделирования

Характеристика	Пакет программ	
	Arena	AnyLogic
Область применения	Бизнес, производство, управление персоналом, прогнозирование, социальная сфера и др.	Бизнес, производство, логистика, склады и др.
Язык интерфейса	английский	Русский
Наличие учебных материалов:		
1.Руководство пользователя	+	+
2. Обучающие курсы	+	+
3. Консультация	+	+
4. Форум	+	+
Виды моделирования:		
1. Системная динамика	-	+
2. Дискретно-событийное	+	+
3. Агентное	+	+
4.Смешанное	-	+
Язык программирования	MATLAB	Java, AnyLogic
Создания графической	+	+
Создание анимации	-	+

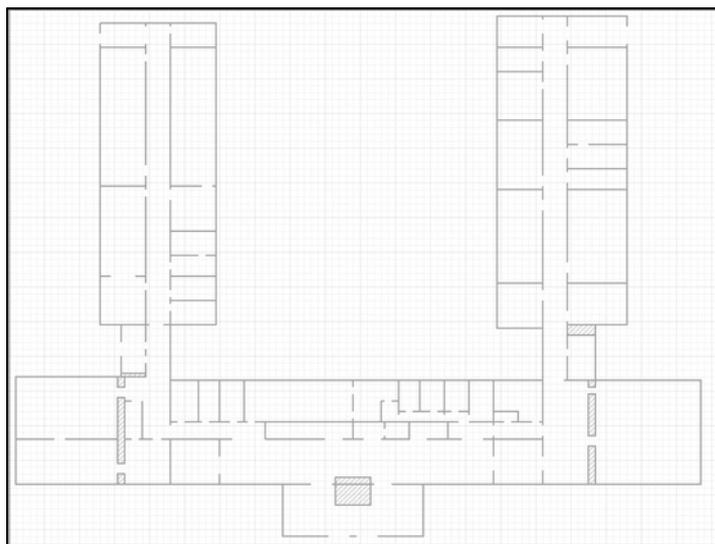


Рис. 3. План-схема этажа

Из диаграммы видно, что наиболее популярными программами для разработки аналитических и имитационных моделей сложных систем являются Arena и AnyLogic. В таблице 1 представлено сравнение данных систем имитационного моделирования.

Каждая из этих систем обладает достаточным для моделирования функционалом, однако, система AnyLogic более универсальная, т.к. она является кроссплатформенной, а также работает со всеми видами имитационного моделирования. К тому же AnyLogic имеет

специальную бесплатную версию для образовательных учреждений.

Результаты исследования

Модель системы эвакуации при возникновении ЧС разработана согласно плану помещения (рисунок 3), которая позволяет смоделировать динамическое управление процессом эвакуации в режиме реального времени. В качестве плана помещения взята схема первого этажа главного корпуса ФГБОУ ВО Педагогического института «ИГУ».

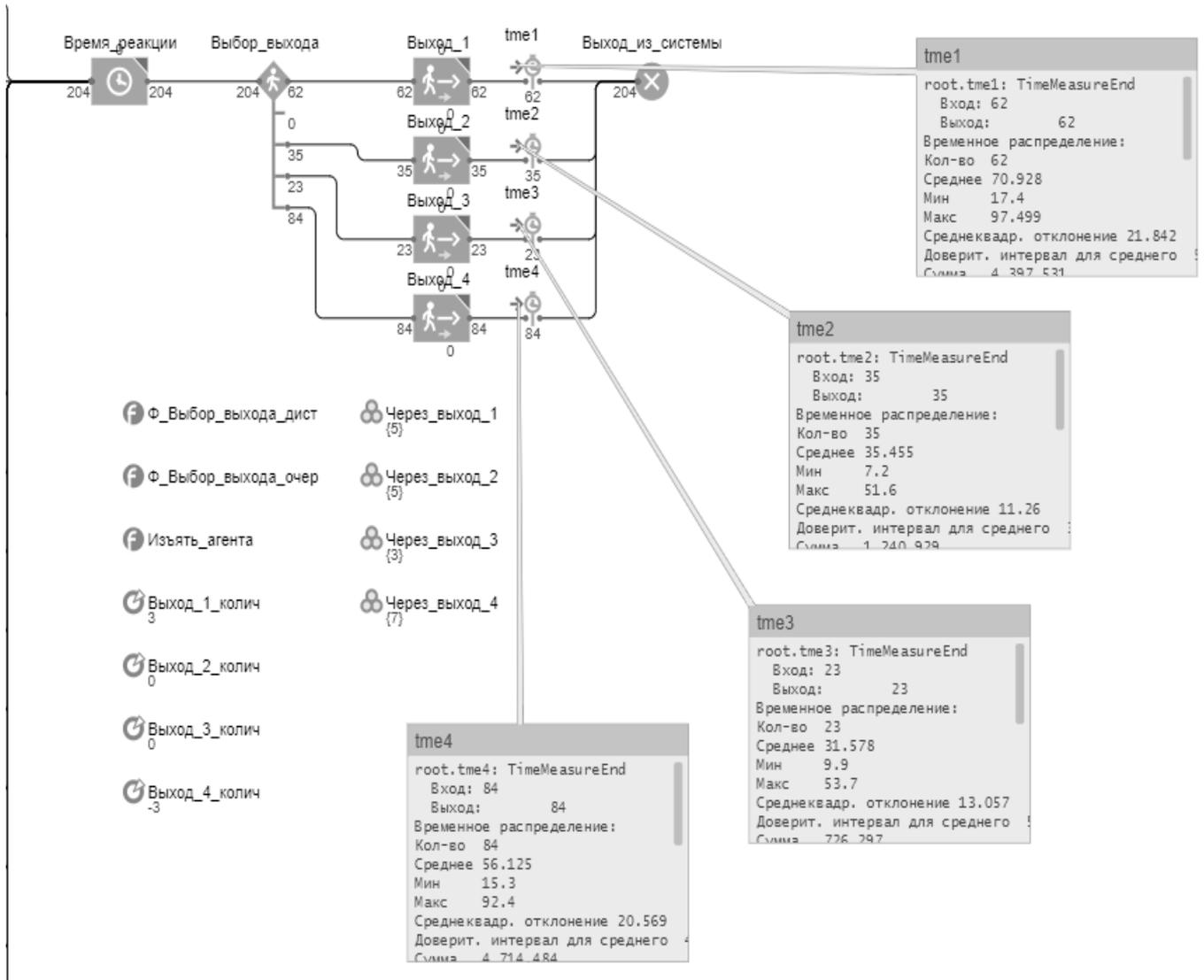


Рис. 4. Результаты эксперимента

При апробации данной модели взяты:

- ◆ количество человек, находящихся на этаже — 204;
- ◆ среднее количество человек, находящихся в помещениях в интервале [8;32], в зависимости от площади помещения;
- ◆ площадь движущегося человека задана с использованием стандартной функции AnyLogic для имитации случайного распределения (Uniform) в интервале от 0,096м² до 0,126м²; (Данные согласно ГОСТ 12.1.004–91)
- ◆ скорость передвижения потока при эвакуации также задана с использованием функции Uniform в интервале от 3,7 до 5 км/ч.

Результаты эксперимента представлены на рисунке 4.

Время эвакуации для:

- ◆ первого выхода составило 110 сек, за которое прошли 3 группы, в количестве 62 чел;
- ◆ второго выхода составило 52 сек, за которое прошли 3 группы, общей численностью 35чел;
- ◆ третьего выхода составило 55,7 сек, за которое прошли 2 группы в количестве 23 чел;
- ◆ четвертого выхода составило 92,4 сек, за которое прошли 6 групп, общей численностью 84 чел.

Исходя из полученных данных видно, что полное время эвакуации составило 110 сек (максимальное из всех выходов).

Обсуждение полученных результатов

В результате эксперимента составлена поэтапная инструкция по данной модели и проведён экспери-

мент с описанием результатов. Разработанная модель позволит собрать большое количество статистических данных, которые будут максимально приближены к реальности. На основе этих данных процесс оптимизации путей эвакуации станет более надежным и доступным.

Также в рамках эксперимента выявлены следующие особенности реализации модели в программе:

1. При эвакуации некоторые агенты отклоняются от оптимального маршрута вследствие некорректного вычисления пути в программе. Поэтому необходимо исключить возможность подхода к одному и тому же выходу с обеих сторон. Для этого вокруг целевой линии, которая является в модели эвакуационным выходом, требуется указать элемент «стена» так, чтобы агенты модели могли достичь выхода, с одной стороны.
2. Согласно математической модели, помимо дистанции до самого ближайшего эвакуационного выхода, необходимо также учитывать его загруженность. Однако, стандартные средства AnyLogic не позволяют вычислить эти показатели, поэтому нами написаны несколько функций

на языке Java, позволяющие рассчитать время, которое потребуется агентам для достижения выхода за наименьшее время.

Заключение

Практическое применение и результаты

В данной статье представлена имитационная модель поведения толпы в условии ЧС — пожар, разработанная с использованием методов агентного моделирования. Пространственная динамика агентов описывается математической моделью с заданными начальными условиями. Система позволяет сформировать корректировочные поправки — планы выхода, зависящие от количества людей в помещении при корректировках времени по стандартному плану. За счет масштабируемости и повторяемости, данная модель может быть использована для построения схемы эвакуации других организаций.

Таким образом, агентный подход может быть успешно применен для моделирования поведения людей, в частности в экстремальных ситуациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акопов, А. С. Имитационное моделирование: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. С. Акопов. — Москва: Издательство Юрайт, 2018. — 389 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02528-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://bibli-online.ru/bcode/413331> (дата обращения: 26.04.2019).
2. Быстрова, И. Н. Имитационное моделирование как технология подготовки специалистов технического профиля в вузе [Текст] / И. Н. Быстрова. — Шахты: Анри. — 2015. — 171 с.
3. ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования» — URL: https://bolid.ru/files/551/729/h_b2f144de9a211568a8dd46ec774da6dc (Дата обращения: 26.04.2019)
4. Колодкин, В. М. Модель движения людских потоков для управления эвакуацией при пожаре в здании / В. М. Колодкин, Б. В. Чирков, В. К. Ваштиев // Компьютерные науки. — 2015. — № 3. — С. 9.
5. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: приложения к Приказу МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382: зарегистр. в Минюсте РФ 6 августа 2009г; рег. № 14486 // МЧС России. — URL: <https://base.garant.ru/12169057> (Дата обращения: 26.04.2019)
6. Митраков, А. А. Подходы к построению систем агентного моделирования / А. А. Митраков // Пермский государственный национальный университет. — 2015. — С. 15.
7. Яковлев, Е. А. Сравнение инструментов имитационного моделирования / Е. А. Яковлев // AnyLogic. — 2016. — URL: <https://www.anylogic.ru> (Дата обращения: 26.04.2019).
8. Ivanov D. Operations and supply chain simulation with AnyLogic: Decision-oriented introductory notes for master students. / D. Ivanov — Berlin School of Economics and Law, 2017. — 97с.

© Новгородцева Татьяна Юрьевна (nfyz-31@mail.ru), Иванова Елена Николаевна, Лесников Иван Николаевич,

Дядькин Юрий Алексеевич, Червинский Максим Константинович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ СОСТАВЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНА ОБРАБОТКИ ВОДНЫХ УЧАСТКОВ ЗЕМЛЕСНАРЯДАМИ

THE CONSTRUCTION OF THE OPTIMAL PLAN TO TREAT WATER AREAS WITH DREDGERS

*Y. Pavlov
A. Shirokov*

Summary. The problem of formalized description of the task of scheduling the treatment of a set of water areas by a set of dredgers is formulated in the publication. The difference between the classical assignment problems is that there are two types of land plots and two types of dredgers. One type of dredger can handle both types of sites, and the second only one. The variables of the task are the distances between the water areas, the time of their processing. The criterion of efficiency is the total processing time of all water areas, which must be minimized.

Keywords: Formalized description, dredger, water areas, the distance between water areas, processing time.

Павлов Юрий Владимирович

Национальный исследовательский технологический университет МИСиС
yura.pavlov1994@yandex.ru

Широков Андрей Игоревич

К.т.н., доцент, Национальный исследовательский технологический университет МИСиС
ais49@mail.ru

Аннотация. В публикации приведено формализованное описание задачи составления расписания обработки множества водных участков набором земснарядов. Отличие классической задачи о назначении состоит в том, что существуют два типа земельных участков и два типа земснарядов. Один из типов земснарядов может обрабатывать оба типа участков, а второй только один. Переменными задачи являются расстояния между участками, время их обработки. Критерием эффективности выбрано общее время обработки всех участков, который необходимо минимизировать.

Ключевые слова: Формализованное описание, земснаряд, водный участок, расстояние между водными участками, время обработки.

Вступление

В современном мире многие сферы человеческой жизни подвержены механизации и автоматизации. И зачастую человеку достаточно лишь дать верную команду машине, и работа будет выполнена. Одной из таких машин является земснаряд. Это техническое судно, предназначенное для проведения работ по обработке грунтов под водой при помощи метода гидромеханизации, т.е. перекачивание жидкостей с грунтом по пульпопроводу на достаточно большие расстояния. На практике мы сталкиваемся с тем, что имеется объем работ, который необходимо выполнить с учетом ограниченных ресурсов. Традиционно рассматриваются два варианта ограничения: денег и времени. В задаче о составлении расписания работы набора земснарядов для каждого из имеющихся необходимо сформировать порядок обработки своего подмножества участков. Естественно, что при этом каждый земснаряд обрабатывает только один участок, и все участки будут обработаны.

Основные элементы, рассматриваемые в задаче,— это два множества: земснаряды и водные участки.

Земснаряды бывают двух классов [1,2,3]: рефулерные и многочерпаковые. Каждый класс земснаряда характеризуется своей скоростью передвижения между

участками и производительностью работы [4,5,6]. Каждый участок характеризуется объемом работ и качеством грунта. Количество земснарядов меньше количества участков. Каждый участок может обрабатываться только одним земснарядом. Водные участки связаны между собой путями, расстояния которых заданы. Если прямой путь между некоторыми участками отсутствует, то расстоянием между этими участками является кратчайший путь, чтобы добраться из одного участка до другого через сторонние участки. Качество грунта участка бывает обычным и жестким [2,3]. Участок с жестким грунтом может обрабатывать только многочерпаковый земснаряд, причем производительность работы этого класса земснарядов на участке с жестким грунтом ниже, чем на участке с обычным грунтом. В начальный момент времени все земснаряды стартуют с фиктивного (нулевого) участка.

Решением этой задачи будет такая информация:

1. оптимальное значение времени, требующееся земснарядам, чтобы обработать все участки,
2. назначение земснарядам участков, которые им необходимо обработать, и порядок их обработки,
3. расписание работ, показывающее, что делает каждый земснаряд в конкретный момент времени (обрабатывает участок или перемещается между участками).

Рассматриваемая задача является задачей теории расписаний [7,8]. Время дискретно. Расстояния между участками и наличие между ними прямых путей заданы неполно связным взвешенным графом. Маршрут является кортежем. Элементом кортежа маршрута является вершина графа. Расстоянием между участками является длина маршрута от одного участка до другого, равная сумме весов ребер между входящими в кортеж вершинами. Прямой путь — кортеж маршрута, состоящий из двух элементов. Сторонним участком является элемент в кортеже маршрута, не совпадающий с первым и последним элементом кортежа.

Приведем обозначения используемых переменных.

Множество данных о землеснарядах:

$$I = \{I_i\}, i = \overline{1, N},$$

$$I_i = \langle k_i, pw_i, sp_i \rangle, \quad k_i \in \{1, 2\}, pw_i > 0, sp_i > 0,$$

где k_i — класс землеснаряда I_i ,

pw_i — производительность землеснаряда I_i ,

sp_i — скорость передвижения землеснаряда I_i .

Множество данных об участках:

$$J = \{J_j\}, j = \overline{1, M},$$

$$J_j = \langle w_j, h_j \rangle, \quad w_j > 0, h_j \in \{1, 2\},$$

где w_j — объем работ на участке,

h_j — качество грунта участка.

Множество данных о расстояниях между участками, для которых есть прямой путь:

$$G = \{G_{g_1, g_2}\}, g_1 = \overline{1, L}, g_2 = \overline{1, L}, G_{g_1, g_2} > 0,$$

где L — количество прямых путей между участками,

g_1 — номер первого участка,

g_2 — номер второго участка.

Множество данных о расстояниях между участками:

$$d = \{d_{pj}\}, p = \overline{1, M}, \quad j = \overline{1, M}, d_{pj} \geq 0,$$

где p — номер первого участка,

j — номер второго участка.

Отображение из кортежа количества сторонних участков в множество количества сторонних участков, через которые необходимо пройти, чтобы попасть из одного участка в другой:

$$Z: \langle p, j, o \rangle \rightarrow P, p = \overline{1, M}, j = \overline{1, M}, o = \overline{1, \infty}, P = [0, \infty),$$

где o — вариант пути между двумя участками.

Множество количества участков, назначенных землеснаряду при заданном размещении землеснарядов по участкам:

$$F = \{F_{iV}\}, \quad i = \overline{1, N}, V = \overline{1, N^M}, F_{iV} > 0,$$

где V — размещение землеснарядов по участкам.

Отображение из кортежа назначений участков в множество коэффициентов назначений землеснарядам участков при определенном размещении землеснарядов по участкам, при определенной перестановке назначенных землеснарядам участков и при определенном порядке их обработки:

$$X: \langle i, j, V, v_{iV}, q_{iV} \rangle \rightarrow R, v_{iV} = \overline{1, F_{iV}}, q_{iV} = \overline{1, F_{iV}}, R = \{0, 1\},$$

где q_{iV} — порядок обработки участка землеснарядом, v_{iV} — перестановка назначенных землеснаряду участков.

Множество значений времени, необходимого землеснаряду, чтобы обработать назначенные ему участки:

$$A_i = \{A_{v_{iV}}\}, A_{v_{iV}} > 0.$$

Множество значений времени, необходимых землеснарядам, чтобы обработать назначенные им участки при оптимальных перестановках участков:

$$B_V = \{B_{Vi}\}, B_{Vi} > 0.$$

Множество оптимальных значений времени, необходимых землеснарядам для обработки всех участков при заданном размещении землеснарядов по участкам:

$$C = \{C_V\}, \quad C_V > 0.$$

T — оптимальное время обработки землеснарядами всех участков.

T' — округленное в большую сторону до целого числа значение времени T .

Множество состояний работ землеснаряда в разные моменты времени:

$$y_i = \{y_{is}\}, s = \overline{1, T'}.$$

Множество состояний работ всех землеснарядов в разные моменты времени:

$$Y = \{Y_s\}, s = \overline{1, T'}.$$

Множество коэффициентов перемещения между участками:

$$A_1 = \{a_{is}\}, a_{is} = \overline{1, L};$$

где a_{is} — номер пути, по которому может перемещаться землеснаряд в конкретный момент времени.

Множество коэффициентов обработки участков:

$$B_1 = \{b_{is}\}, b_{is} = \overline{1, M};$$

где b_{is} — номер обрабатываемого землеснарядом участка в конкретный момент времени

Оптимальное время обработки всех участков всеми землеснарядами одновременно и назначение участков землеснарядам рассчитывается по приведенным ниже формулам.

$$T = \min_V (C_V);$$

при следующих ограничениях:

$$C_V = \max_i (B_{Vi}), V = \overline{1, N^M};$$

$$B_{Vi} = \min_{v_{iV}} (A_{v_{iV}}); v_{iV} = \overline{1, F_{iV}}, A_{v_{iV}} > 0; V = \overline{1, N^M};$$

$$A_{v_{iV}} = \sum_{V=1}^{N^M} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \sum_{v_{iV}=1}^{F_{iV}} \sum_{q_{iV}=1}^{F_{iV}} X(i, j, V, v_{iV}, q_{iV}) \times \left(\frac{w_j}{pw_i} + \frac{d_{pj}}{sp_i} \right);$$

$$p = \begin{cases} 0, & q_{iV} = 1 \\ j, & q_{iV} > 1, X(i, j, V, v_{iV}, q_{iV} - 1) = 1 \end{cases};$$

$$\sum_{i=1}^N F_{iV} = M, V = \overline{1, N^M};$$

$$\sum_{i=1}^N X(i, j, V, v_{iV}, q_{iV}) = 1, j = \overline{1, M}, V = \overline{1, N^M};$$

$$v_{iV} = \overline{1, F_{iV}}, q_{iV} = \overline{1, F_{iV}}$$

$$\sum_{q_{iV}=1}^{F_{iV}} X(i, j, V, v_{iV}, q_{iV}) = 1, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M},$$

$$V = \overline{1, N^M}, v_{iV} = \overline{1, F_{iV}};$$

$$h_i \in \{1, 2\}, k_i \in \{1, 2\}, q_{iV} = \overline{1, F_{iV}};$$

$$X(i, j, V, v_{iV}, q_{iV}) = \begin{cases} (0||1), & (h_j = 1 \parallel (k_i = 2, h_j = 2)), \\ 0, & k_i = 1, h_j = 2 \end{cases};$$

$$d_{pj} = \begin{cases} G_{g_1 g_2}, Z(p, j, o) = 0, g_1 = p, g_2 = j, o \in \{1, \dots, \infty\} \\ \min(G_{g_1 l} + G_{l g_2}), g_1 = p, g_2 = j, Z(p, j, o) = 1, o \in \{1, \dots, \infty\} \\ \min(G_{g_1 l} + \sum_{i=1}^{Z(p, j, o)-1} G_{i(l+1)} + G_{(l+1)g_2}), Z(p, j, o) > 1, o \in \{1, \dots, \infty\} \end{cases},$$

где l — номер стороннего участка.

Расписание работ рассчитывается по приведенным ниже формулам.

$$Y_s = \sum_{i=1}^N y_{is};$$

при следующих ограничениях:

$$s = \overline{1, T'}, a = \overline{0, L}, b = \overline{0, M};$$

$$y_{is} = \sum_{a_{is}=1}^L a_{is} + \sum_{b_{is}=1}^M b_{is}.$$

Вывод

Рассмотрена задача составления расписания обработки множества водных участков набором земснарядов. Анализ ситуации показал, что имеются по два типа, как водных участков, так и земснарядов. Это вносит специфику в классическую задачу составления расписания, что учитывается в ее формальном описании. Сформулированную таким образом задачу предполагается решить генетическим алгоритмом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Устройство и принцип работы землеснаряда // ООО «ЗМК». — URL: https://www.земснаряд23.pf/articles/usrtoystvo_i_princip_roboty.php (дата обращения: 28.09.2019).
2. Речной бассейн // Экология справочник. — URL: <http://ru-ecology.info/term/10528/> (дата обращения: 28.09.2019).
3. Дноуглубительные работы // Гидрострой. — URL: <http://www.fls-gidrostroy.ru/?dnouglubitelnye-raboty> (дата обращения: 28.09.2019).
4. Как выбрать земснаряд часть 1 // HydroKit. — URL: <http://hydrokit.ru/stati/zemsnaryad-1> (дата обращения: 28.09.2019).
5. Как выбрать земснаряд часть 2 // HydroKit. — URL: hydrokit.ru/stati/zemsnaryad-2 (дата обращения: 28.09.2019).
6. Рефулерный земснаряд. Эффективность использования рефулерных земснарядов для различных гидротехнических нужд // ООО «ЗМК». — URL: http://zmk23.ru/stat/ruf_zemsnariad.php (Дата обращения: 28.09.2019).

7. Лазарев А. А., Гафаров Е. Р. Теория расписаний. Задачи и алгоритмы. — М.: Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (МГУ), 2011. 222 с. Адрес загрузки — physcontrol.phys.msu.ru/materials/PosobieLazarev/TeorRasp.pdf (Дата обращения: 28.09.2019).
8. Добрынин В. Н., Мороз В. В., Миловидова А. А. Унифицированная методика решения задачи расписания на основе задачи упорядочения // Электронный журнал Системный анализ в науке и образовании. — 2010. — Выпуск № 3. Адрес загрузки — <http://sanse.ru/download/61> (Дата обращения: 28.09.2019).

© Павлов Юрий Владимирович (yura.pavlov1994@yandex.ru), Широков Андрей Игоревич (ais49@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Национальный исследовательский технологический университет МИСиС

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МНЕНИЙ И НАСТРОЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

INTELLIGENT ANALYSIS OF OPINIONS AND MOODS USING FUZZY LOGIC MODEL

A. Tregubov

Summary. Every day, the volume of data suitable for extracting information is growing exponentially. One of the easily accessible sources of such data can be considered social networks. This type of Internet resource has become an excellent platform for the exchange of views, experience and knowledge. This document presents a model based on the theory of fuzzy sets that describes the emotional component of natural language texts. The goal is to test the suitability of the presented model for the automated intellectual analysis of opinions and hidden emotions in the text.

Keywords: fuzzy sets, sentiment analysis, natural language processing, machine learning, subjectivity analysis, knowledge extraction, data analysis, support vector method, maximum entropy method, opinion mining.

Трегубов Артем Сергеевич

Аспирант, Новосибирский национальный
исследовательский государственный университет
artem.tregubov@mail.ru

Аннотация. С каждым днем объёмы данных пригодных для извлечения информации растут в геометрической прогрессии. Одним из легкодоступных источников таких данных можно считать социальные сети. Данный тип интернет ресурсов стал прекрасной платформой для обмена мнениями, опытом и знаниями. В данном документе представлена модель, основанная на теории нечетких множеств описывающая эмоциональную составляющую текстов естественного языка. Цель состоит в том, чтобы проверить пригодность представленной модели для автоматизированного интеллектуального анализа мнений и скрытых эмоций в тексте.

Ключевые слова: нечеткие множества, анализ тональности текстов, сентимент-анализ, обработка текстов естественного языка, машинное обучение, анализ субъективности, извлечения знаний, анализ данных, метод опорных векторов, метод максимальной энтропии.

Введение

Сегодня такие сайты как Twitter, Facebook, LinkedIn и т.д. превратились в огромную платформу для обмена знаниями и мнениями в текстовой форме. Эти социальные сети используются для обмена мнениями о различных продуктах, фильмах, политике или о личных предпочтениях. Информация подобного рода очень полезна, из нее можно узнать о современных трендах.

Анализ тональности текста позволяет выявлять скрытые эмоции в тексте. Мнение определяется как кортеж (g, s, h, t) , где g — это объект, о котором высказывается мнение, s — мнение, h — субъект, высказывающий мнение, t — время, в которое было высказано данное мнение. Выявление мнений — это процесс, который анализирует и обобщает мнение, выраженное в виде огромных текстовых данных. Анализ настроений классифицирует мнения в разных классах как положительные, отрицательные или нейтральные. Анализ мнений тесно связан с классификацией и выявлением оценок из текстов, представленных на веб-сайтах. Анализ настроений направлен на выявление субъективности и скрытых чувств в тексте. Данная статья предлагает новую модель для выполнения анализа субъективности текста, использующую методы датамайнинга и нечеткой логики.

Хорошо сформулированные мнения могут сыграть важную роль при принятии решений интернет-пользователями. Выявление характеристик — это большая задача, решаемая в рамках сентимент-анализа текста. Каждый объект имеет множество характеристик. Характеристики делятся на явные и неявные. Явные — это характеристики, явно описанные в тексте отзыва. В то время как неявные — это характеристики, затронутые в тексте, но не описанные в нем явно.

Данная статья организована следующим образом: следующая часть дает обзор подходов, описанных в существующей литературе, третья часть посвящена описанию техники классификации и теории нечетких множеств, последняя часть описывает результаты и выводы.

Обзор литературы

Сентимент-анализ — это новая область исследований, в которой были использованы различные техники машинного обучения для выделения и классификации мнений. В рассмотренной литературе были описаны такие методы машинного обучения, как классификатор Байеса [1], метод опорных векторов [2], и нейронные сети [3]. Все эти методы имеют один общий недостаток, присущий такому классу, как методы обучения без учителя — снижение качества результатов на другой доменной модели.

Для эффективного анализа настроений требуется экстраординарный алгоритм выделения признаков. Каждый продукт имеет свой собственный набор функций, а отзывы о нем — это список особенностей продукта, которые являются хорошими индикаторами при классификации отзывов о продуктах.

На этапе извлечения происходит выделение характеристик, а также эмоционально окрашенных слов. Для этого используют алгоритмы обработки текстов на естественном языке.

Подходы на основе лексических правил используют внешние словари, в которых predeterminedены положительные и отрицательные оценки слов. Это повышает производительность классификатора на основе эмоций. Примерами таких словарей являются WordNet [4], ConceptNet, SenticNet и SentiWordNet. Модели, основанные на аспектах, используются для извлечения аспектов, которые основаны на тематических моделях.

Но текст, созданный пользователями социальных сетей, не структурирован и нелогичен по своей природе. Из литературы было обнаружено, что нечеткие множества [5] эффективны для классификации настроений. Pandey and Goyal [6, 7] использовали нечеткую логику для раннего прогнозирования ошибок программного обеспечения и улучшенной надежности программных систем.

Обоснование исследований

После обзора множества статей было обнаружено достаточное число пробелов в области применения нечеткой логики. Поскольку большинство методов машинного обучения выполняет бинарную классификацию, классифицируя чувства или эмоции как положительные или отрицательные. Также текст, созданный пользователями социальных сетей, имеет сложную структуру. Нечеткие множества способны содержать элементы, которые могут принадлежать разным множествам, а также иметь разную степень принадлежности. Каждое выражение или слово можно классифицировать с помощью нечетких множеств, например, такие слова, как «Отлично» и «Хорошо», получают разную степень принадлежности.

Проблема выделения характеристик является особенно важной в области сентимент-анализа. Для эффективного анализа необходимы экстраординарные подходы к выделению признаков. Каждый продукт имеет свой собственный набор характеристик, и отзывы с четким разделением текста о каждой конкретной функции являются редкостью и представляют большую ценность при составлении датасетов пригодных для обучения [8].

Этап выделения ключевых характеристик подразумевает выделение оцененных характеристик (то есть характеристик продукта, которые были оценены) и слов, содержащих эмоциональную окраску. Обычно для этого используются методы обработки текстов на естественном языке.

В изученной литературе были найдены такие методы машинного обучения с учителем, как классификатор Байеса, Метод максимальной энтропии, метод вспомогательных векторов и нейронные сети, которые наиболее популярны для классификации мнений.

Но тексты, публикуемые в социальных сетях, более неструктурированы [10]. В литературе были найдены методы, использующие нечеткие множества для классификации. Они показали высокие результаты.

После анализа множества статей было выявлено несколько пробелов в развитии сентимент-анализа. Большинство методов подразумевают разделение текстов на 2 класса (положительные и отрицательные). А также в большинстве работ рассматриваются отзывы, размещенные на специализированных сайтах, такие тексты имеют более строгую структуру.

Использование нечетких множеств позволяет обойти первое ограничение и задать разную степень принадлежности отзыва тому или иному множеству.

Основная идея предлагаемого метода подразумевает использование нечетких множеств совместно с методом вспомогательных векторов.

Исследование

Методы глубокого обучения подразумевают наличие большого объема информации для проведения обучения, а также знание основ выявления паттернов и знаний. В литературе описаны несколько подходов, таких как регрессия, классификация, ассоциация и кластеризация, которые используются для классификации данных и выявления значимых характеристик.

Также в литературе описаны техники классификации: K-средних, ANN, метод вспомогательных векторов. Последние показывают наиболее высокие результаты в области обработки текстов при достаточно высокой производительности [8].

Процесс интеллектуального анализа мнений подразумевает определение, выделение и классификацию эмоциональной составляющей, скрытых в текстовых сообщениях. Процесс интеллектуального анализа состоит из следующих этапов:

1. Сбор данных.
2. Обработка данных.
3. Обобщение обработанных результатов.

Обработка данных в свою очередь состоит из следующих этапов:

1. Извлечение признаков.
2. Классификация чувств.

Обобщение результатов выполняется с целью получить результаты, сгруппированные по различным признакам, которые будут понятны и легко воспринимаемы человеком. Дальнейший анализ подразумевает работу пользователя со сгруппированными результатами.

Теория нечетких множеств

В классической теории множеств принадлежность элементов множеству оценивается в бинарных терминах в соответствии с четким условием. Считается, что элемент x принадлежит множеству X , если выполнено некоторое условие истинно. Данное условие не может быть выполнено в некоторой степени.

Основная идея теории нечетких множеств заключается в том, что истинность может быть выражена не только лишь 2 значениями, а напротив, любым значением между 0 и 1, тем самым показывая степень истинности.

Пусть \tilde{A} — это нечеткое множество множества A , тогда степень принадлежности элемента x из U определяется функцией $\mu_{\tilde{A}}(x)$, называемой функцией принадлежности:

$$\tilde{A} = \left\{ \frac{\mu_1}{x_1} + \frac{\mu_2}{x_2} + \frac{\mu_3}{x_n} + \dots + \frac{\mu_n}{x_n} \right\}$$

где μ — степени принадлежности элементов нечеткому множеству, x — элементы множества U .

Разработка модуля обработки текста с использованием нечеткой логики

Полученные тексты отзывов должны быть предварительно обработаны системой для выявления ключевых слов, отражающих субъективное отношение к функциям. Затем полученные результаты отдаются в модуль для обработки с использованием нечеткой логики, которые бы возвращали степень принадлежности к некоторым множествам.

Входными значениями являются мнения о свойствах, разделенные на 5 основных категорий (от очень плохого до очень хорошего). Диапазоны значения для них определяются по формуле:



Рис. 1

$$\left[1 - \frac{\log_{10}(1:5)}{\log_{10}(5)} \right]$$

Результатом расчетов является степень удовлетворенности каждой конкретной характеристики.

Предлагаемое решение

Архитектура представлена на картинке ниже. Для обработки используются техники анализа данных, с использованием языка R и Matlab. На каждом этапе, результаты работы текущего модуля передаются в качестве входных данных для следующего модуля (рис. 1).

Данные для обработки

В качестве источника данных была использована социальная сеть Twitter. С помощью языка R были выделены записи, относящиеся к конкретному продукту и его отдельным свойствам.

Предварительная обработка данных

В этом разделе обсуждаются этапы предварительной обработки, используемые в предлагаемой модели. В начале просматриваются все тексты, совпадающие с ключевыми словами, фиксируются в корпусе, разбиваются на токены и стоп-слова. Для извлечения выражений, использующихся для выражения мнения, применяются методы обработки текстов на естественном языке. Так же строится матрица терминов документов.

Извлечение свойств

Особенности объектов извлекаются в каждом предложении, а субъективные признаки классифицируются.

Таблица 1

Алгоритм	Точность	Полнота	F-мера
SVMM	0.22	1	0.36
MAX	0.20	1	0.33

Мнения, содержащие слова, извлекаются и классифицируются как положительные и отрицательные, а их степень полярности определяется с помощью нечетких множеств.

Обработка данных

В предложенной модели для классификации настроений используются алгоритмы обучения с учителем, вспомогательные векторные машины (SVM) и метод максимальной энтропии.

Классификация мнений

Модули языка R используются для классификации. Модель обучения строится с использованием следующих шагов:

1. Создать матрицу терминов для документа.
2. Создать контейнер.
3. Создать модель, загрузив контейнер в алгоритм машинного обучения.
4. Протестировать модель.

Результаты

Результаты были основаны на наборе данных, который уже упоминался в разделе 4, и мы проанализировали различные методы классификации. Было проведено сравнение результатов полученных на одинаковом наборе данных и результаты описаны в таблице 1.

Также были сравнены параметры, такие как точность классификации и время обучения.

Выявлено, что SVM обладает наиболее высокой точностью и значительно более высокой скоростью обучения.

Предложенные методы могут быть использованы для анализа отзывов пользователей и отзывов, размещенных в социальных сетях, для анализа товаров и услуг, с целью улучшения качества и как следствие повышения лояльности покупателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dinu, Liviu P., and Iulia Iuga. 2012. The Naive Bayes Classifier in Opinion Mining. In Search of the Best Feature Set. Berlin: Springer.
2. T. Wang, H. Huang, S. Tian, J. Xu, Feature Selection for SVM via Optimization of Kernel Polarization with Gaussian ARD Kernels. Expert Systems with Applications, 37(9) (2010) 6663–6668
3. L.S. Chen, H. J. Chiu, Developing a Neural Network based Index for Sentiment Classification. Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists (2009) 744–749.
4. George A. Miller. 1995. WordNet: A Lexical Database for English. Commun. ACM38, 11 (1995), 39–41.
5. Zadeh, L.A. 1965. Fuzzy Sets. Information and Control 8: 338–353. 20.
6. Pandey, A.K., and N. K. Goyal. 2009. A Fuzzy Model for Early Software Fault Prediction Using Process Maturity and Software Metrics. International Journal of Electronics Engineering 239–245. 21.
7. Pandey, A.K., and N. K. Goyal. 2010. Predicting Fault-prone Software Module Using Data Mining Technique and Fuzzy Logic. International Conference.
8. M. Abdel Fattah, New term weighting schemes with combination of multiple classifiers. Neurocomputing, 167 (2015) 434–442.
9. L. Gui, Y. Zhou, R. Xu, Y. He, Q. Lu, Learning representations from heterogeneous network for sentiment classification of product reviews. Knowledge-Based Systems, 124 (2017) 34–45.
10. Emitza Guzman, Rana Alkadhi, and Norbert Sey. 2017. An exploratory study of twitter messages about software applications. Requirements Engineering 22, 3(2017), 387–412.

© Третьубов Артем Сергеевич (artem.tregubov@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И МЕХАНИЗМОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКИМИ ОБЩЕЖИТИЯМИ

DEVELOPMENT OF SPECIAL SOFTWARE OF MANAGEMENT SYSTEMS AND MECHANISMS FOR DECISION-MAKING FOR MANAGEMENT OF STUDENT HOSTELS

**O. Yurkova
M. Sleptsova**

Summary. The purpose of the work is the development of special software for automating the workplace of the commandant of a student dormitory and replacing paper workflow with digital.

Special software was developed to systematize the commandant's work in a student dormitory. Testing confirmed the high efficiency and reliability of the software. All functional requirements for the software product were implemented.

Keywords: specialized software, workstation, database, object-oriented programming languages, C #, MS SQL-Server.

Юркова Ольга Николаевна

К.э.н., ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»
yurkova_olga@mail.ru

Слепцова Марина Александровна

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»
sleptsowa.marina2014@yandex.ru

Аннотация. Цель работы — разработка специального программного обеспечения для автоматизации рабочего места коменданта студенческого общежития и замена бумажного документооборота цифровым.

Было разработано специальное программное обеспечение для систематизации работы коменданта в студенческом общежитии. Проведение тестирования позволило подтвердить высокую эффективность и надежность работы программного обеспечения. Были реализованы все функциональные требования к работе программного продукта.

Ключевые слова: специализированное программное обеспечение, автоматизированное рабочее место, база данных, объектно-ориентированные языки программирования, C#, MS SQL-Server.

Введение

Сегодня трудно представить какую-либо сферу человеческой жизни без присутствия в ней информационных систем и технологий. Особенно важно создание специального программного обеспечения и автоматизированных систем там, где необходимо ежедневно обрабатывать большое количество данных [1]. Такой сферой является, например, студенческое общежитие. Поэтому целью работы станет разработка специального программного обеспечения и автоматизация рабочего места коменданта студенческого общежития по учету студентов. Представленная программа позволит коменданту в полном объеме работать с базой данных студентов (просматривать и редактировать информацию о проживающих студентах, добавлять и удалять жильцов, производить поиск по запрошенным параметрам). Система управления нацелена на упрощение и систематизацию работы общежития, на замену бумажных носителей информации цифровыми и ускорение процесса обмена данными. Для выполнения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи: проанализировать деятельность коменданта общежития; изу-

чить функциональные части программ-аналогов; спроектировать и разработать специальное программное обеспечение информационной системы рабочего места коменданта общежития; протестировать разработанный программный продукт.

Моделирование процесса работы коменданта

Модель процесса деятельности коменданта студенческого общежития была создана посредством методологии SADT. SADT — методология структурного анализа и проектирования, интегрирующая процесс моделирования, управление конфигурацией проекта, использование дополнительных языковых средств и руководство проектом со своим графическим языком [2]. Данная методология позволяет решать такие задачи, как: анализ функций, выполняемых системой; описание спецификаций требований и функций проектируемой системы; проектирование систем любой сложности. Именно эти критерии и стали основополагающими при выборе методологии для построения модели процесса системы управления работой коменданта (рис. 1).

Таблица 1. Обзор функциональных возможностей программ-аналогов

Особенности	Название программного продукта	
	БИТ. Общежитие 8	Комкон: Общежитие 8
Учет проживающих в общежитии (заезд, перемещение, выселение)	+	+
Формирование договоров	+	+
Учет лиц, дополнительно проживающих на жилплощади с лицом, заключившим договор	+	-
Отчетность по численности проживающих, задолженности проживающих, наличию свободных мест	+	+
Типизация проживающих в общежитии (льготники)	-	+
Учет состояния жилого фонда в разрезе жилых корпусов, комнат	-	+
Формирование ценовой политики в отношении различных категорий студентов	-	+
Бесплатный программный продукт	-	-

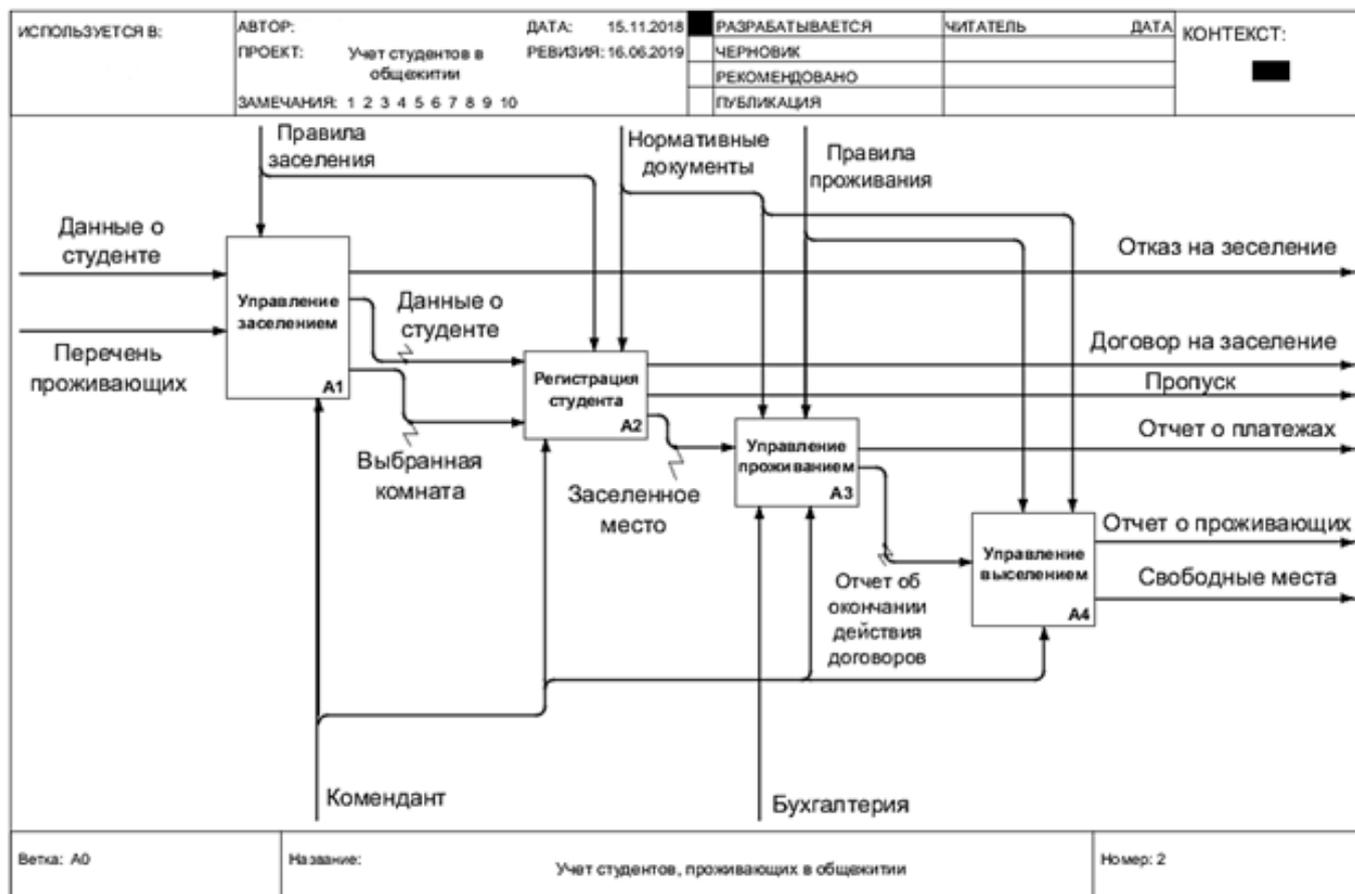


Рис. 1. Модель системы управления работой коменданта

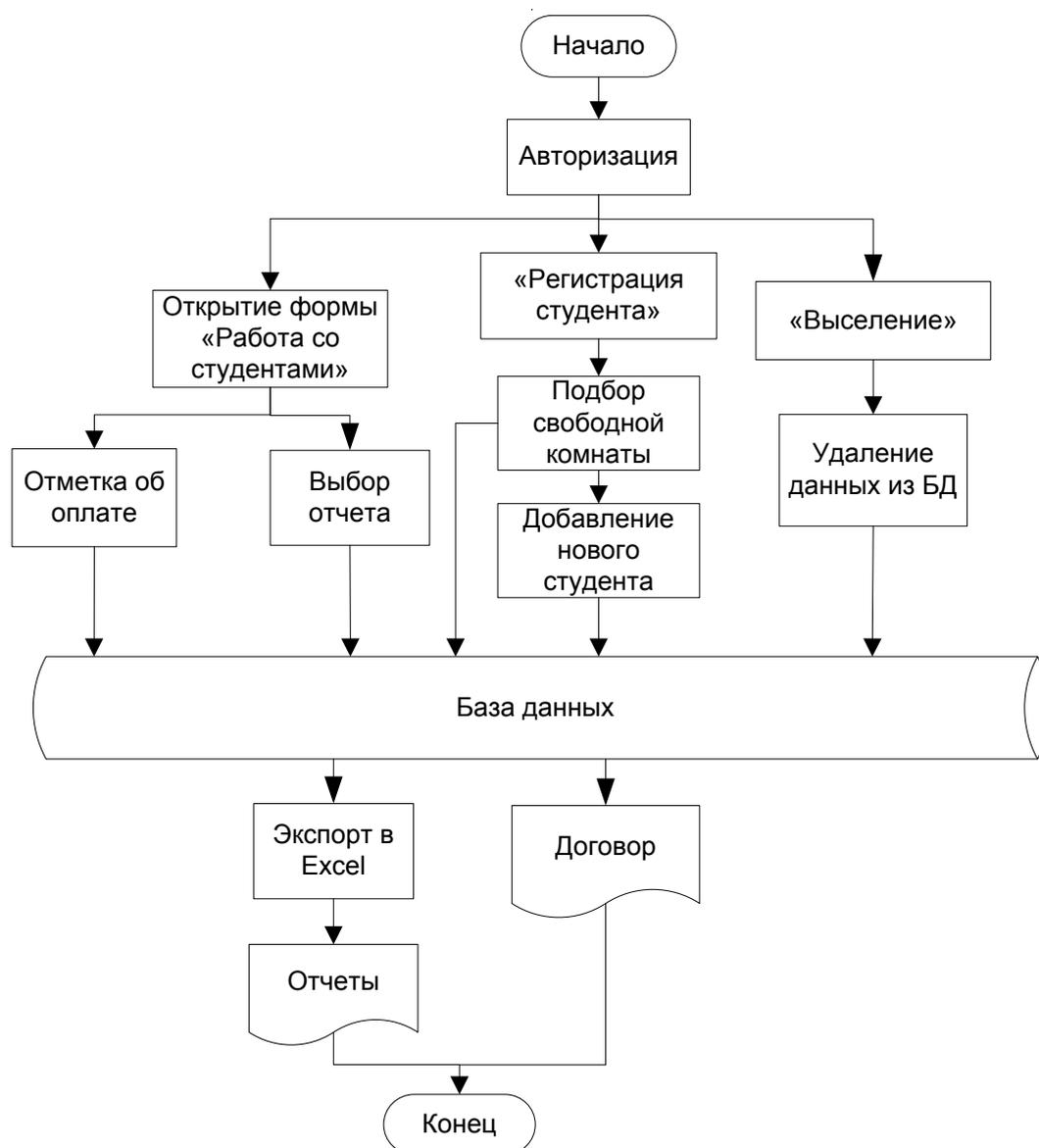


Рис. 2. Технологический процесс сбора, обработки, передачи и вывода информации

Обзор программ-аналогов

На сегодняшний день существует малое количество специального программного обеспечения по учету студентов в общежитии. Для анализа функциональных возможностей были выбраны следующие программы: «БИТ. Общежитие 8» и «Комкон: Общежитие 8».

Рассмотрим их функциональные возможности (таблица 1).

После анализа функциональных возможностей программ-аналогов стоит отметить их основной недостаток: они представляют собой прикладные модули и лишь расширяют функционал 1С и системы «Комкон: ВУЗ». Как след-

ствие, разработка независимого программного решения для автоматизации деятельности коменданта студенческого общежития является полностью целесообразной. Для этого необходимо учесть все преимущественные стороны рассмотренных программ-аналогов при разработке самостоятельного программного продукта.

Интерфейсы пользователя

К разрабатываемой автоматизированной системе выдвинуты следующие требования для графического отображения:

- ◆ поддержка полноэкранный режим работы;
- ◆ наличие кнопок управления достаточно большого размера;

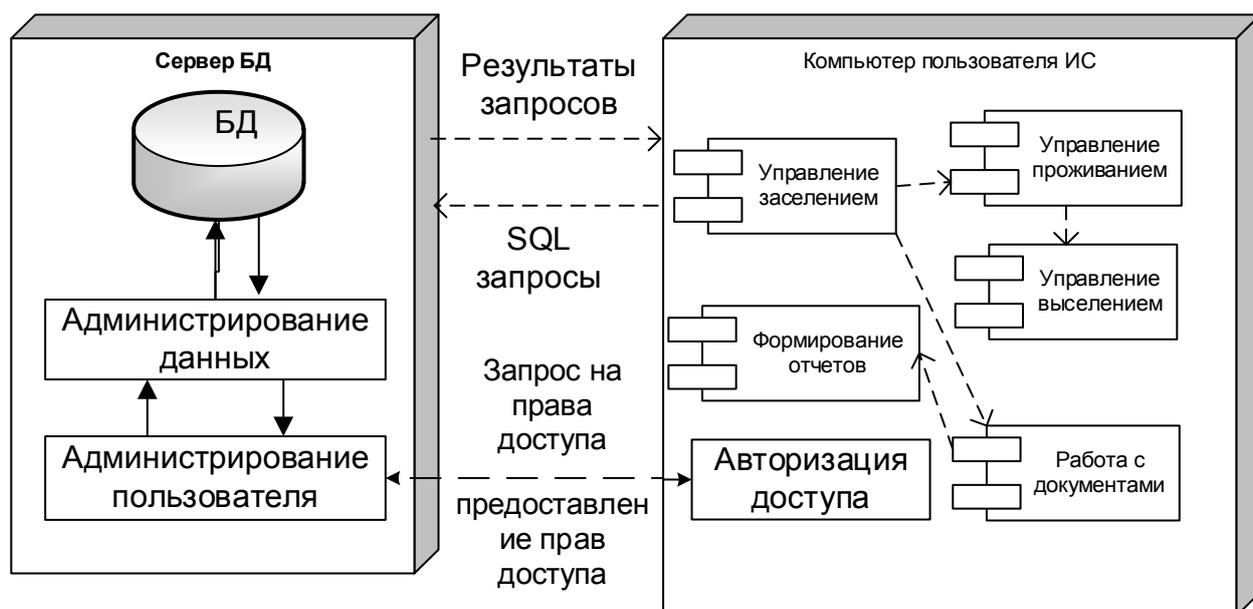


Рис. 3. Диаграмма развертывания

- ◆ наличие подписей на кнопках или под ними;
- ◆ использование выпадающих списков при выборе параметров;
- ◆ использование таблиц для отображения табличных данных;
- ◆ использование всплывающих подсказок при совершении пользователем ошибок в работе автоматизированной системы;
- ◆ наличие справочной части для вывода информационных сообщений.

Во время создания специального ПО были рассмотрены требования к технологической части разрабатываемого специального программного обеспечения. Вследствие чего была смоделирована схема технологического процесса сбора, обработки, передачи и вывода информации в разрабатываемой среде (рис. 2).

Архитектура программного продукта

Приложение построено по типу клиентского приложения. Диаграмма развертывания системы управления и механизмов принятия решений для автоматизации рабочего места коменданта студенческого общежития представлена на рис. 3. Данные хранятся в базе данных MS SQL-Server. Рассмотрим более детально каждый модуль специального программного продукта.

Модуль «Вход» предназначен для авторизации пользователя и направлен на защиту информации от третьих лиц, а также выполняет роль сепаратора прав доступа.

Модуль «Работа со студентами» необходим для контроля за проживанием студентов, в частности — получение отчетов о проживающих студентах, фиксации оплаты жилищных услуг, а также выдачи квитанций. При необходимости, можно произвести фильтрацию по параметрам и экспортировать данные в MS Excel для дальнейшей работы.

Модуль «Подбор комнаты» дает возможность выбора свободной комнаты с учетом предпочтений студента в выборе соседей (это могут быть студенты той же специальности, группы или ранее знакомые люди).

Модуль «Заселение» предназначен для ввода всех необходимых данных о студенте, въезжающем в общежитие, а также для составления договора и выписки пропуска.

Модуль «Выселение» аннулирует договор со студентом и удаляет все записи из базы данных о выезжающем студенте.

Выбор средств разработки

Для реализации программного продукта было решено использовать язык программирования C# и среду программирования Microsoft Visual Studio. В качестве среды разработки серверной части был выбран MS SQL-Server Management Studio.

C# является языком программирования, который разработан для создания множества приложений, рабо-

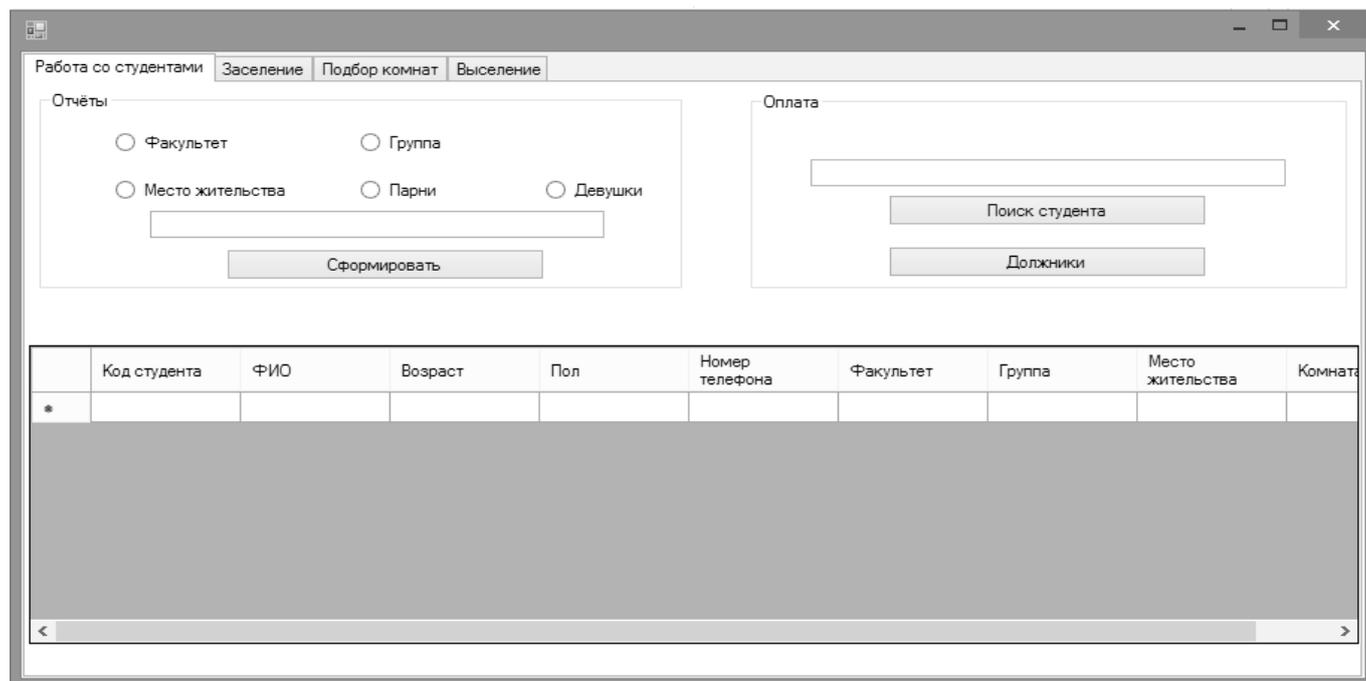


Рис. 4. Главное окно программного продукта

тающих в среде .NET Framework. Язык C# прост и объектно-ориентирован. Благодаря множеству нововведений C# обеспечивает возможность быстрой разработки приложений.

Microsoft Visual Studio — линейка продуктов компании Microsoft, включающих интегрированную среду разработки программного обеспечения и ряд других инструментальных средств. Данные продукты позволяют разрабатывать как консольные приложения, так и приложения с графическим интерфейсом, в том числе с поддержкой технологии Windows Forms.

SQL Server Management Studio (SSMS) — это интегрированная среда для управления любой инфраструктурой SQL, от SQL Server до баз данных SQL Azure. SSMS предоставляет средства для настройки, наблюдения и администрирования экземпляров SQL Server и баз данных. С помощью SSMS можно развертывать, отслеживать и обновлять компоненты уровня данных, используемые приложениями, а также создавать запросы и скрипты [3].

Техническое обеспечение и интерфейс программы

Для безошибочной работы специального ПО следует определить набор технических средств, на основании которых будет строиться система. Для реализации поставленной задачи необходимо следующее техническое обеспечение:

- ◆ рабочие станции (для формирования данных, необходимых для решения задачи, для выполнения процедур связанных с БД, хранящейся на сервере);
- ◆ сетевое оборудование (для обеспечения многопользовательского доступа к серверу, а также к другим рабочим станциям сети);
- ◆ минимальная оперативная память 512 МБ;
- ◆ для SQL Server требуется как минимум 6 Гб свободного места на диске;
- ◆ принтер.

Также был разработан графический интерфейс автоматизированного рабочего места коменданта студенческого общежития (рис. 4).

Тестирование

Во время тестирования специального программного продукта определяется уровень качества ПО. Экспериментальная проверка должна выявить ошибки и ответить на самый главный вопрос: насколько система соответствует тем требованиям, которые были выдвинуты перед началом разработки программного продукта?

Для начала была совершена попытка ввода неверного логина в модуле авторизации пользователя. Система вывела окно сообщения о неверных аутентификационных данных. Таким образом, вход в АРМ коменданта не был осуществлен.

Также была осуществлена проверка поиска по заданным параметрам данных студента в базе данных с общей численностью записей более 800. Программный продукт осуществил поиск в течение нескольких минут, что является довольно хорошим результатом.

Была произведена проверка внезапного прерывания работы пользователя (в данном случае, отключение электропитания). После возобновления работы, программа продолжила работу в штатном режиме.

В ходе тестирования было установлено, что разработанный программный продукт соответствует всем заявленным требованиям, а также ведет себя корректно в любых внештатных ситуациях, что говорит о надежности созданной автоматизированной системы.

Заключение

Специальное программное обеспечение систем управления и механизмов принятия решений для управления студенческими общежитиями предназначено для обеспечения удобства работы коменданта и замены бумажных носителей информации цифровыми.

В работе был осуществлен анализ предметной области и обзор программ-аналогов, разработаны требования к графической и функциональной части специального программного обеспечения, созданы информационные модели, разработан графический интерфейс, выполнено написание и отладка программного

кода, а также осуществлен поиск и реализация тестовых примеров на основе имеющихся данных.

Внедрение системы управления и механизмов принятия решений для управления студенческим общежитием обеспечит:

- ◆ замену бумажных носителей;
- ◆ ускорение процесса обмена информацией;
- ◆ возможность быстрого доступа ко всей информации о проживающих;
- ◆ эффективный поиск информации;
- ◆ формирование отчетов;
- ◆ устранение необходимости в физическом размножении и перемещении документов.

Программы-аналоги не создают конкуренции разработанному программному продукту, поскольку оба являются модулями системы 1С и всего лишь дополняют более общие системы. А ценовая политика данных программ устроит не каждого пользователя.

Функциональные требования разрабатывались на основе анализа преимуществ и недостатков программ-аналогов. Актуальность данной работы заключается в том, что не каждое учебное заведение может позволить себе купить лицензии на дорогостоящие модули 1С, а также оплатить обучение своих сотрудников работе в конфигурациях 1С. Разработанное специальное программное обеспечение не нуждается в особой подготовке пользователей, поскольку обладает интуитивно-понятным интерфейсом и мощным пользовательским функционалом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лысенко А. Н. Система социально-экономической безопасности региона: сущность, структура, угрозы, механизм управления // Управление устойчивым развитием. 2019. № 2 (21). С. 32–39.
2. Юркова О. Н., Голикова А. М., Сологубов А. К. Подходы к разработке специального программного обеспечения систем управления принятия решений в социальных и экономических системах в условиях неопределенности и нечеткости исходной информации. // Высокие технологии и инновации в науке: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции (Санкт-Петербург, Ноябрь 2018). — СПб.: ГНИИ «Нацразвитие», 2018. — С. 133–138
3. Юркова О. Н. Разработка автоматизированной системы управления студенческим общежитием // Актуальные вопросы и основы международного сотрудничества в сфере высоких технологий: сборник статей междунар. научн.-практ. конф. — Стерлитамак, 2017. — С. 199–203

НАВИГАЦИЯ ПРИ ДЕФЕКТАХ КОСТНОЙ ТКАНИ НА НИЖНЕЙ И ВЕРХНЕЙ ЧЕЛЮСТИ

NAVIGATION IN DEFECTS OF BONE TISSUE IN THE LOWER AND UPPER JAW

S. Alieva

Summary. The article considers the possibility of using navigation guides for planning an surgical intervention, when preparing the oral cavity for prosthetics. When evaluating the effectiveness of their use, a significantly significant decrease in the frequency of complications was shown. The predictability of the operation and the possibility of using simultaneous implantation significantly increased. There is also a reduction in the time of surgery and the time before prosthetics.

Keywords: navigation, navigation guides, digital dentistry, planning, prosthetics.

Алиева Севиндж Паша кызы

Аспирант, Первый Санкт-Петербургский
государственный медицинский университет им. акад.

И. П. Павлова
alievasp@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается возможность применения навигационных гайдов для планирования операционного вмешательства, при подготовке ротовой полости к протезированию. При оценке эффективности их применения, было показано достоверно значимое снижение частоты осложнений. Существенно повышалась прогнозируемость операции, возможность применения одномоментной имплантации. Также отмечается сокращение времени операции и сроков до протезирования.

Ключевые слова: навигация, навигационные гайды, цифровая стоматология, планирование, протезирование.

Введение

Точность планирования и выполнения хирургических процедур в стоматологии важна для обеспечения высокой степени успеха. Правильное позиционирование хирургического шаблона имеет решающее значение для уменьшения отклонения имплантатов в различных направлениях [4]. Применение хирургических шаблонов при установке имплантатов, несомненно, помогает хирургу использовать биомеханически обоснованные места с позиции наилучшей окклюзионной нагрузки, эстетики и требований гигиены [5; 6].

Компьютерная томография, подготовленная с помощью шаблона, позволяет оценивать участки имплантата по отношению к контуру запланированного восстановления [1]. Радиографический шаблон преобразуется в хирургический шаблон, который содержит информацию об оптимальном положении и направлении имплантата. Поскольку хирургический шаблон является модификацией рентгенографического шаблона, который жестко опирается на зубы во время всех процедур, размещение имплантата является более предсказуемым [2; 3].

Для повышения эффективности планирования, нами создавались навигационные гайды для костной аугментации, позволяющие снизить риск развития осложнений, сократить время операции и сроки до протезирования.

Таким образом, целью исследования было создание и оценка эффективности навигационных гайдов для костной аугментации.

Организация исследования

Исследование проводилось на базе клиники ЧЛХ НИИ стоматологии и челюстно-лицевой хирургии ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И. П. Павлова Минздрава. Было проведено исследование, в котором приняло участие 75 человек. Испытуемые были разделены на 2 группы: контрольная и экспериментальная. Контрольную группу составило 50 человек, экспериментальную — 25 человек. В контрольной группе были пациенты с дефектами альвеолярных частей нижней и верхней челюсти с проведением костной аугментации без применения навигационного шаблона. Экспериментальная группа — это пациенты с дефектами альвеолярных частей нижней и верхней челюсти с проведением костной аугментации с использованием навигационного шаблона. Каждая группа в свою очередь делится на подгруппы в зависимости от локализации дефекта. Данные приведены в таблице 1.

Первым этапом перед проведением операции (синус-лифтинга) является точная диагностика и оценка состояния конкретного пациента. Для этого назначается комплексное исследование:

1. Первичная консультация. Сдается общий анализ крови, создаются гипсовые модели челюстей, проводится рентгенограмма верхней челюсти.
2. КЛКТ. Производится рентгенография верхней челюсти, после чего данные обрабатываются

Таблица 1. Распределение на подгруппы

Локализация дефекта	Без применения навигационного шаблона		С применением навигационного шаблона	
	Нижняя челюсть	Верхняя челюсть	Нижняя челюсть	Верхняя челюсть
	19 (38%)	31 (62%)	13 (52%)	12 (48%)
Протяженность дефекта				
1 зуб	7 (37%)	10 (32%)	0	2 (16,67%)
Более 1 зуба	12 (63%)	21 (68%)	13 (100%)	10 (83,33%)

Таблица 2. Дооперационные параметры альвеолярной кости

	Без применения навигационного шаблона		С применением навигационного шаблона	
	Верхняя челюсть	Нижняя челюсть	Нижняя челюсть	Верхняя челюсть
Толщина альвеолярного гребня в зоне дефекта максимальная (мм)	6,8	6,3	7,5	6,6
Толщина альвеолярного гребня в зоне дефекта минимальная (мм)	6,2	5,9	7,2	6,5
Высота альвеолярного гребня в зоне дефекта максимальная (мм)	6,4	9,7	12,6	7,5
Высота альвеолярного гребня в зоне дефекта минимальная (мм)	3,8	7,7	7,2	3,6
Плотность кости по Хаунсфилду (среднее значение)	695	782	945	828

Таблица 3. Послеоперационные параметры альвеолярной кости

	Без применения навигационного шаблона		С применением навигационного шаблона	
	Верхняя челюсть	Нижняя челюсть	Нижняя челюсть	Верхняя челюсть
Толщина альвеолярного гребня в зоне дефекта максимальная (мм)	7,7	7,9	7,9	7,1
Толщина альвеолярного гребня в зоне дефекта минимальная (мм)	6,5	8,4	7,6	7,0
Высота альвеолярного гребня в зоне дефекта максимальная (мм)	10,5	10,8	13,0	12,0
Высота альвеолярного гребня в зоне дефекта минимальная (мм)	10,3	9,8	12,2	11,6
Плотность кости по Хаунсфилду (среднее значение)	695	782	945	828

специальной программой, сегментируется необходимая область челюсти и выстраивается 3D-модель. На основании полученных данных создается навигационный гайд из стерилизуемого фотополимера. Данный гайд является наконечником. Он моделируется с учетом анатомических особенностей конкретного пациента.

3. Изготовление макета. На основании полученных данных производится изготовление макета верхней челюсти конкретного пациента в натуральную величину из немедицинского про-

зрачного пластика. Макет позволяет провести предоперационную подготовку. Если примерить готовый гайд на макете, учесть нюансы фиксации, то в дальнейшем сокращает время самой операции и количество проводимых манипуляций.

Результаты и обсуждения

Параметры инструментальной оценки (КЛКТ) состояния альвеолярной кости до операции и после операции приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 4. Частота развития осложнений до и после операции

Критерии	Результаты	
	Контрольная группа N (%)	Экспериментальная группа N (%)
При дефектах на верхней челюсти	31(41,9%)	12(100%)
При дефектах на нижней челюсти	19(63,2%)	13(61,5%)
Перфорация дна верхнечелюстного синуса	35,5	16,7
Парестезия	42,1	0
Кровотечение из нижнечелюстного канала	21,1	0
Прогнозируемость операции	13(26%)	13(52%)

Как видим из представленных данных, есть определенные отличия в исходных предоперационных параметрах. Так, в контрольной группе максимальная толщина альвеолярного гребня в зоне дефекта на верхней челюсти составляет 6,8 мм., на нижней — 6,3. В экспериментальной группе эти показатели составляют соответственно 7,5 мм на нижней челюсти и 6,6 мм на верхней челюсти. Определенные отличия отмечаются в минимальной высоте альвеолярного гребня в зоне дефекта. Так, в контрольной группе на нижней челюсти эти показатели составляют 7,7 мм., на верхней челюсти — 3,8 мм. В экспериментальной группе соответственно — 3,6 мм на верхней челюсти, и 7,2 мм.— на нижней челюсти. После операции показатели достоверно улучшились (таблица 3).

За максимальные и минимальные точки толщины и высоты альвеолярных частей верхней и нижней челюсти принимаются данные линейных измерений по КЛКТ. Плотность кости высчитывается на основании данных КЛКТ. Автоматическое определение.

Также нами была проанализирована частота развития осложнений во время и после операции, а также возможности одномоментной имплантации. Полученные данные представлены в таблице 4.

Как видим из представленных в таблице данных, возможность одномоментной имплантации достоверно выше в экспериментальной группе, в которой использовались навигационные гайды. Так, при дефектах верхней челюсти возможность одномоментной имплантации достигает 100%, тогда как в контрольной группе эти показатели существенно ниже и достигают 41,9%. При дефектах на нижней челюсти возможность одномоментной имплантации примерно одинакова: в экспериментальной группе составляет 61,5%, в контрольной группе эти показатели составляют 63,2%. Полученные данные

позволяют заключить, что применение в процессе планирования операции навигационных гайдов, является более рациональным, в первую очередь, за счет того, что при таком методе есть возможность одномоментной имплантации.

Анализ частоты возникновения осложнений во время и после операции указывает на более высокую эффективность и целесообразность применения навигационных гайдов при планировании операции. Так, в экспериментальной группе частота встречаемости осложнений намного ниже, чем в контрольной группе. Так, перфорация дна верхнечелюстного синуса в экспериментальной группе составляет 16,7%, тогда как в контрольной группе частота встречаемости этого осложнения достигает 35,5%. Парестезий в экспериментальной группе не наблюдалось, тогда как в контрольной группе эти парестезии наблюдались примерно в 42,1% случаев. Кровотечений из нижнечелюстного канала в экспериментальной группе также не наблюдалось, тогда как в контрольной группе кровотечения наблюдались в 21,1% случаев. Также стоит отметить, что при применении навигационных гайдов существенно повышается прогнозируемость операции. Так, если в экспериментальной группе прогнозируемость достигает 52% случаев, то в контрольной группе эти показатели достигают лишь 26%.

Заключение

Нами была проанализирована эффективность применения навигационных гайдов в стоматологии. В ходе исследования планировались и создавались навигационные гайды для костной аугментации. При оценке эффективности их применения, было показано достоверно значимое снижение частоты осложнений. Существенно повышалась прогнозируемость операции, возможность применения одномоментной имплантации. Также отме-

чается сокращение времени операции и сроков до протезирования.

Кроме того, в группе с применением навигационного шаблона достоверно снизился срок от момента операции до момента протезирования, по сравнению с контрольной группой. При применении навигационного шаблона проведение одномоментной имплантации на верхней челюсти возможно и при перфорации дна верхнечелюстного синуса.

Из проведенного анализа осложнений (перфорации, парестезии, кровотечение) по критерию хи-квадрат у пациентов с применением хирургического шаблона и без него можно сказать следующее. В экспериментальной

группе не наблюдали наличие парестезий, в то время как в контрольной группе они присутствовали. Так же в экспериментальной группе отсутствовали кровотечения.

Полученные данные позволяют рекомендовать применение навигационных гайдов при планировании операции. Применяя навигационные гайды, появляется возможность провести операцию установки имплантатов с максимальной точностью, минимальной инвазивностью и минимальными временными затратами, что способно повлиять на успешность результатов. Также применение навигационных гайдов позволяет облегчить пациенту послеоперационный период, уменьшить вероятность неприятных послеоперационных ощущений и свести к минимуму риск осложнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альфаро Ф. Э. Костная пластика в стоматологической имплантологии. описание методик и их клиническое применение. — М.: Азбука стоматолога, 2006.
2. ГОСТ 23501.101–87 «Системы автоматизированного проектирования. Основные положения», РД 250–680–88 / Методические указания. Автоматизированные системы. Основные положения.
3. Лукьяненко А. А. Клинический пример использования экзостоза нижней челюсти как источника аутогенной кости при дентальной имплантации // Бюллетень Волгоградского научного центра РАМН. — 2010. — № 3. — С. 60–62.
4. Майорана К., Симион М. Передовые методики регенерации кости с БИО-ОСС, БИО-ГАЙД. — М.: Азбука стоматолога, 2005.
5. Полховский Д. М. Применение компьютерных технологий в стоматологии // Современная стоматология. — 2008. — № 1. — С. 24–27.
6. Ряховский, А. Н. Цифровая стоматология. — М.: ООО «Авантис», 2010. — 282 с.

© Алиева Севиндж Паша кызы (alievasp@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФЕРТИЛЬНОСТИ У ПАЦИЕНТОК С БЕСПЛОДИЕМ, АССОЦИИРОВАННЫМ С ЭНДОМЕТРИОИДНЫМИ КИСТАМИ ЯИЧНИКОВ

Анненкова Елена Игоревна

Аспирант, Российский университет дружбы народов
mdannenkova@mail.ru

THE EFFECTIVENESS OF FERTILITY RESTORATION IN PATIENTS WITH INFERTILITY AND ENDOMETRIOID OVARIAN CYSTS

E. Annenkova

Summary. Objective: the aim of this study was to improve treatment outcomes for patients with infertility associated with endometrioid ovarian cysts (EOC), based on the developed algorithm.

Materials and methods: we examined 82 women with infertility and EOC. The algorithm for the diagnosis and treatment of infertility associated with EOC was developed, based on the literature data and treatment experience. The effectiveness of the developed algorithm was evaluated. Patients were divided into 2 groups: 38 women from the 1st group received standard diagnostic and treatment services, while 44 patients from the 2nd group were diagnosed and treated according to the algorithm. Pregnancy rates in the two groups were compared.

Results: this study reported that pregnancy rate in patients diagnosed and treated according to the developed algorithm was 1.85 times (70%) higher compared to the standard diagnostic and treatment services. The spontaneous pregnancy rate was 1.63 times higher as well.

Conclusion: we have demonstrated the clinical effectiveness of the developed algorithm software, which was enabled to automate the process of diagnosis and treatment of patients with EOC, to shorten decision-making process, and to predict outcomes of infertility treatment.

Keywords: infertility, endometriosis, endometrioid ovarian cysts, assisted reproductive technologies.

Аннотация. Цель исследования: улучшить исходы лечения бесплодия, ассоциированного с эндометриоидными кистами яичников (ЭКЯ), на основании разработки алгоритма лечебно-диагностических мероприятий.

Материалы и методы: обследовано 82 женщины с бесплодием и ЭКЯ. На основании предыдущего данных литературы и опыта лечения пациенток разработан алгоритм диагностики и лечения бесплодия у женщин с ЭКЯ, проведено исследование его эффективности. Пациентки разделены на 2 группы: группа 1—38 женщин, в лечении которых был использован стандартный комплекс лечебно-диагностических мероприятий; группа 2—44 пациентки, в лечении которых применяли разработанный нами алгоритм. Сравнивали частоту наступления беременности в зависимости от подхода к ведению пациенток с ЭКЯ.

Результаты: использование предложенного нами алгоритма способствует повышению частоты наступления беременности по сравнению с использованием стандартных подходов в 1,85 раза (до 70%), увеличивая частоту спонтанной беременности в 1,63 раза.

Заключение: продемонстрирована клиническая эффективность применения разработанного алгоритма, который позволяет автоматизировать выбор тактики ведения пациенток с ЭКЯ, снизить длительность принятия врачебных решений и прогнозировать исходы лечения бесплодия.

Ключевые слова: эндометриоидные кисты яичников, бесплодие, беременность, вспомогательные репродуктивные технологии.

Введение

Согласно современным представлениям эндометриоз — это хроническое доброкачественное эстроген-зависимое заболевание, при котором за пределами матки происходит разрастание ткани, по морфологическим и функциональным свойствам подобной эндометрию. Распространенность эндометриоза составляет 5–10% [1–3].

У 44% женщин, страдающих эндометриозом, выявляются эндометриоидные кисты яичников (ЭКЯ), нередко сочетающиеся с трубным бесплодием [4, 5]. Кисты являются наиболее частым проявлением генитального эндометриоза и встречаются преимущественно среди женщин репродуктивного возраста [5–7].

Существует мнение, что ЭКЯ диаметром до 3 см следует оставлять без терапии [8, 9]. Однако возникают сле-

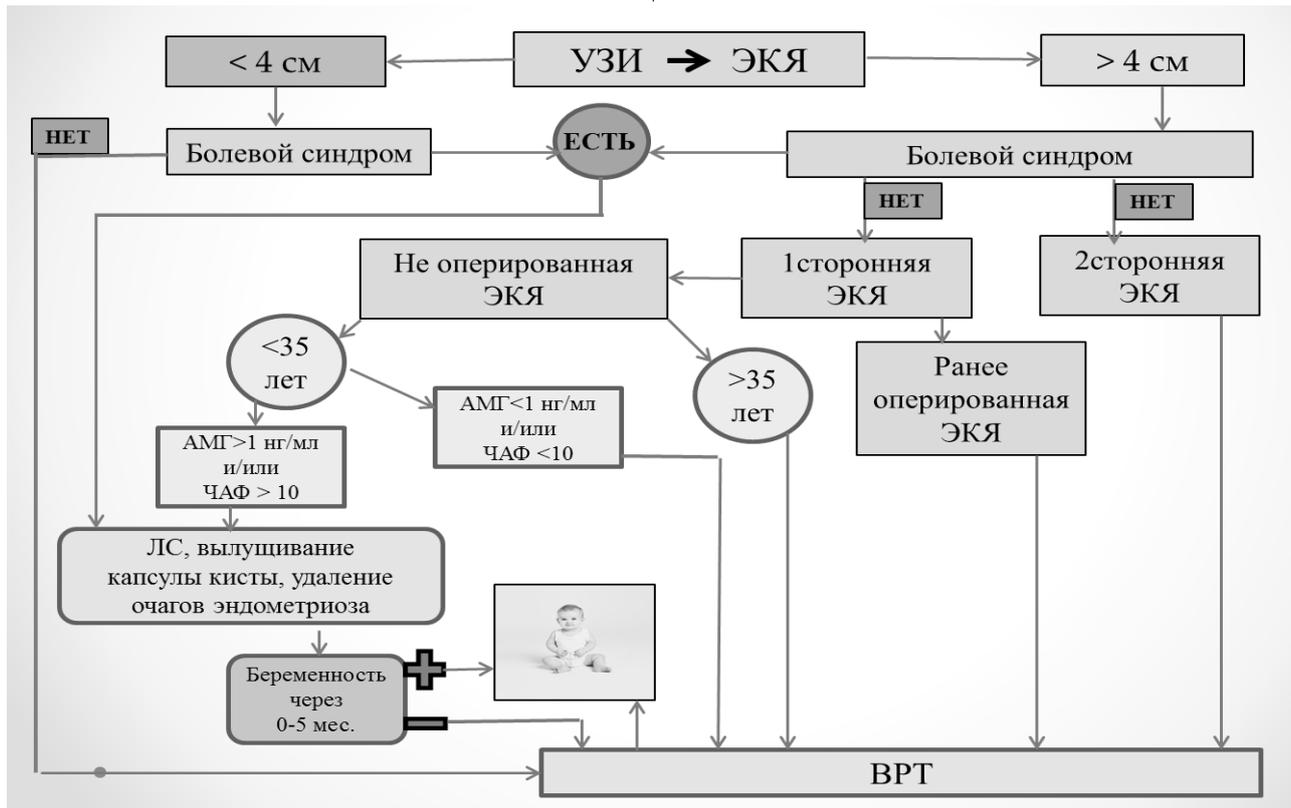


Рис. 1. Алгоритм прогнозирования и результативности ведения пациенток с эндометриоидными кистами яичников и бесплодием

дующие вопросы: какова максимальная продолжительность выжидательной тактики, и следует ли применять ее у всех пациенток с эндометриозом? Несомненно, выжидательную тактику следует исключать при наличии тазовой боли; хирургическое вмешательство в таких случаях является методом выбора [9, 10]. Однако тактика ведения при отсутствии клинических проявлений до настоящего времени активно дискутируется. Установлено, что наличие ЭКЯ приводит к снижению овариального резерва, и данный процесс прогрессирует, если ЭКЯ остается в структуре яичниковой ткани или, тем более, увеличивается в размерах [11, 12]. Как следствие, снижение овариального резерва приводит к снижению фертильности и наступлению преждевременной менопаузы [13].

Кроме того, наличие ЭКЯ способствует формированию спаек между яичником, маточной трубой и широкой связкой матки, что также снижает вероятность наступления беременности. Эти данные свидетельствуют в пользу хирургического лечения ЭКЯ, особенно у молодых женщин с бесплодием [14–16]. Однако известно, что хирургическое лечение также снижает овариальный резерв яичников, способствуя тем самым репродуктивному старению и ускоряя наступление менопаузы, особенно в случае повторных операций [10, 15].

Вышеизложенное подтверждает необходимость проведения исследований, направленных на совершенствование тактики ведения пациенток с бесплодием и ЭКЯ.

Цель исследования: улучшить исходы лечения бесплодия, ассоциированного с ЭКЯ на основании разработки алгоритма лечебно-диагностических мероприятий.

Материалы и методы: на базе Центральной клинической больницы № 1 филиала Негосударственного частного учреждения здравоохранения «Научный клинический центр открытого акционерного общества «Российские железные дороги», филиала № 2 Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Лечебно-реабилитационный центр Минэкономразвития России» было обследовано 82 женщины с бесплодием и ЭКЯ. Средний возраст обследованных составил $32,8 \pm 9,6$ лет (от 18 до 40 лет).

На основании опыта лечения данной категории пациенток и с учетом литературных данных был разработан алгоритм диагностики и лечения бесплодия у данной категории женщин, представленный на рис. 1. Проведено исследование клинической эффективности

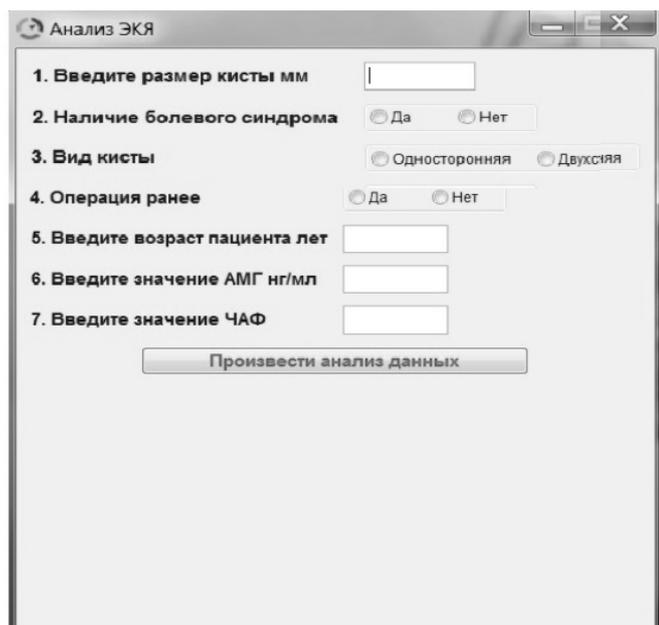


Рис. 2. Вид меню программы поддержки принятия решений до введения данных пациентки

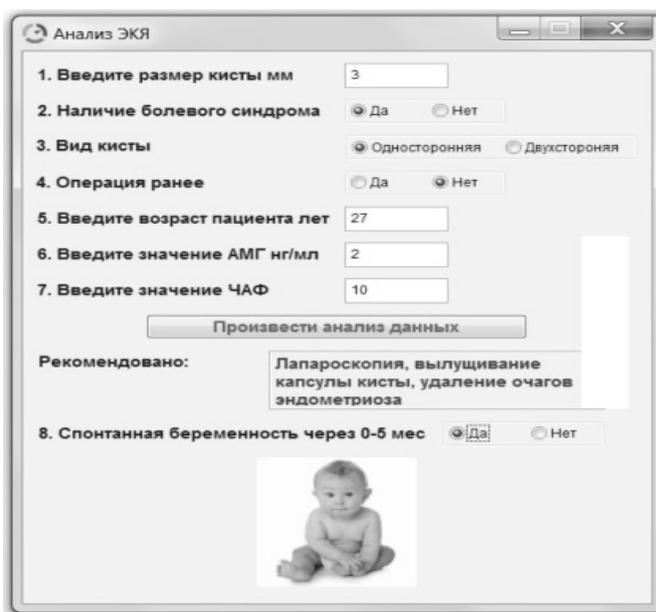


Рис. 3. Интерфейс программы после анализа данных пациентки

предложенного подхода к ведению пациенток с ЭКЯ и бесплодием.

82 женщины были разделены на 2 группы:

- ◆ группу 1 составили 38 женщин, в лечении которых был использован стандартный комплекс лечебно-диагностических мероприятий;
- ◆ в группу 2 вошли 44 пациентки, в лечении которых применяли разработанный алгоритм.

Длительность наблюдения составила 1 год после терапии. В ходе исследования выполнялось комплексное обследование и лечение с применением хирургических методов и/или вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ), а также оценка исходов лечения с анализом частоты и сроков наступления беременности.

Сравнивали частоту наступления беременности в зависимости от подхода к ведению пациенток с ЭКЯ: спонтанная беременность, беременность, возникшая после одной или нескольких операций, с применением ВРТ.

Хирургическое лечение ЭКЯ осуществлялось лапароскопическим доступом в соответствии с принципом максимального сохранения ткани яичника и овариального резерва.

Для обеспечения удобства использования алгоритма нами была разработана программа, позволившая авто-

матизировать выбор тактики ведения пациенток с ЭКЯ. На рисунках 2–3 представлен интерфейс программы.

По нашему мнению, после выявления ЭКЯ для принятия определения дальнейшей тактики ведения следует принимать во внимание следующие характеристики: возраст, проведенное ранее хирургическое лечение по поводу ЭКЯ, болевой синдром, размер кисты (более или менее 4 см), наличие сохранного овариального резерва и возможный доступ к фолликулам.

Размеры кисты менее 4 см и отсутствие болевого синдрома позволяют рекомендовать такой пациентке ВРТ. Женщинам с размерами ЭКЯ менее 4 см и наличием тазовых болей следует предложить хирургическое лечение. При этом в ходе лапароскопии выполняется вылушивание капсулы кисты и удаление очагов эндометриоза. Аналогичный подход применяется и у пациенток с односторонними кистами более 4 см и болевым синдромом, которым ранее хирургическое лечение ЭКЯ выполнено не было. При этом женщинам старше 35 лет при наличии ограничения доступа к фолликулам показано хирургическое лечение (лапароскопия, вылушивание кисты), а при отсутствии такого ограничения пациентка может быть направлена на ВРТ.

При двусторонних кистах с ограничением доступа к фолликулам также рекомендуется производить хирургическое лечение, а при отсутствии ограничения доступа осуществляется терапия при помощи ВРТ.

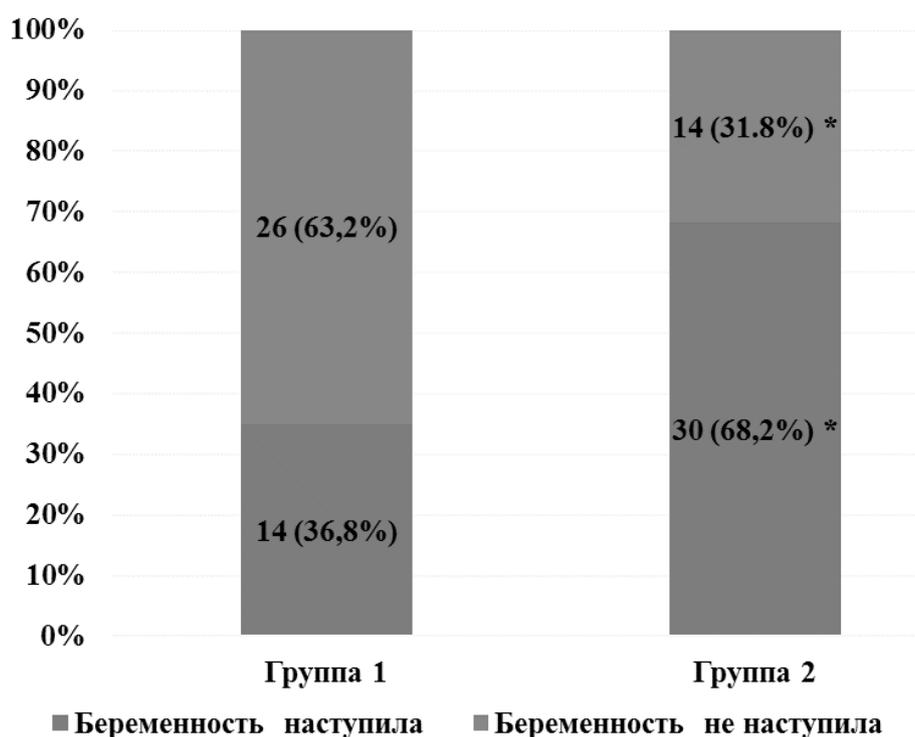


Рис. 4. Частота наступления беременности в зависимости от подхода к ведению пациенток с бесплодием и ЭКЯ (* — $p < 0,05$).

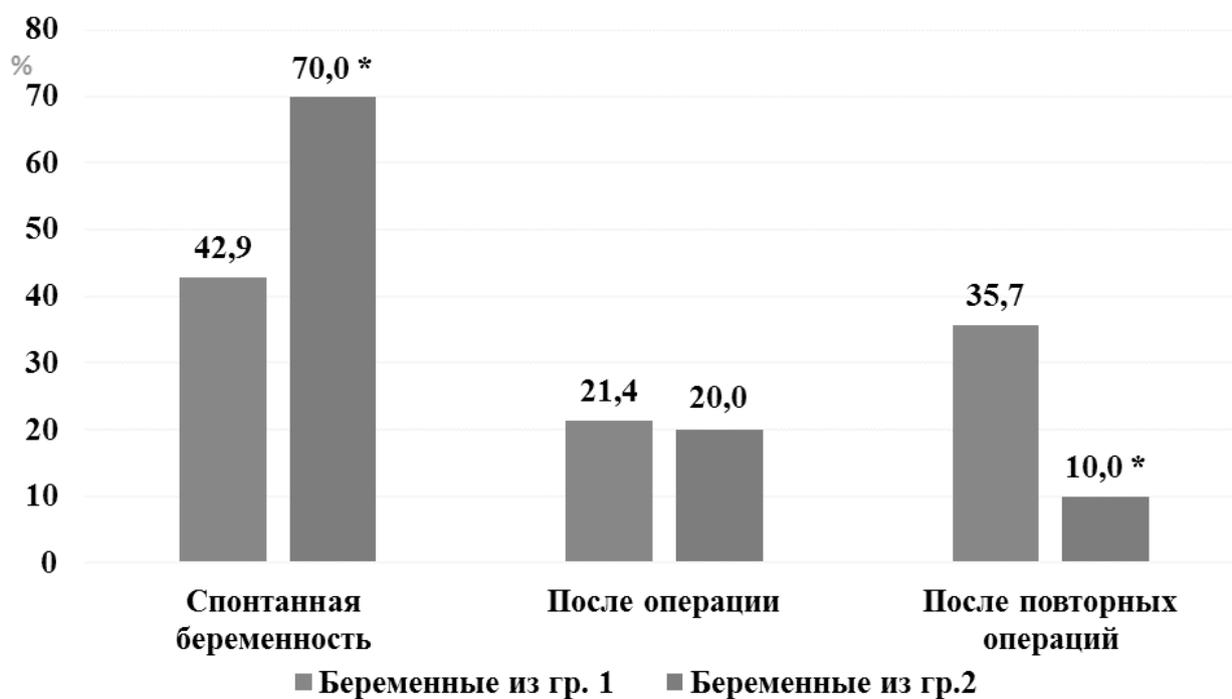


Рис. 5. Особенности наступления беременности в зависимости от подхода к ведению пациенток с бесплодием и ЭКЯ (* — $p < 0,05$).

Основным методом ВРТ в настоящем исследовании было ЭКО, при необходимости — с дополнительной процедурой инъекции сперматозоида в цитоплазму ооцита (ИКСИ). Использовался стандартный протокол, включающий индукцию суперовуляции, пункцию фолликулов и получение ооцитов, инсеминацию ооцитов и культивирование эмбрионов, перенос эмбрионов в полость матки с последующей поддержкой лютеиновой фазы и диагностикой беременности.

Статистическая обработка полученных данных выполнялась с использованием пакетов программ Statsoft STATISTICA 10 и Microsoft Excel 2016. Нормальность распределения оценивалась с применением критерия Колмогорова-Смирнова. Для всех качественных показателей были рассчитаны частоты встречаемости признаков в процентах от численности групп. Оценки различий между группами по количественным показателям с помощью попарных межгрупповых сравнений с применением рангового непараметрического критерия Манна-Уитни. Достоверность множественных и попарных межгрупповых различий подтверждалась при недостижении p порогового уровня статистической значимости нулевой гипотезы 0,05.

Результаты исследования

Оценка клинической эффективности предложенного подхода к ведению пациенток с ЭКЯ и бесплодием показала, что в группе пациенток, которых вели в соответствии со стандартным подходом к диагностике и лечению женщин с ЭКЯ, частота наступления беременности составила 36,8% (14 пациенток), тогда как в группе женщин, которых вели в соответствии с разработанным алгоритмом, беременность наступила у 68,2% (30 пациенток), что было статистически значимо выше ($p=0,005$) (рис. 4).

Анализ особенностей наступления беременности в зависимости от подхода к ведению пациенток с бесплодием и ЭКЯ показал, что спонтанная беременность была отмечена у 6 из 14 пациенток (42,9%) из первой группы (рис. 5). В то же время из 30 женщин, которых вели в соответствии с предложенным нами алгоритмом, спонтанная беременность наступила у 21 пациентки (70,0%), значение показателя было достоверно выше ($p=0,002$), чем

в группе 1. Частота беременности после хирургического лечения пациенток с бесплодием и ЭКЯ составила 21,4% в группе 1 и 20,0% во второй группе.

После повторных операций беременность наступила у 5 из 14 женщин (35,7%), которым был выполнен стандартный комплекс лечебно-диагностических мероприятий, тогда как в группе женщин, которых вели в соответствии с разработанным нами подходом, значение этого показателя составило только 10% ($p=0,031$).

Заключение

Проведенное исследование продемонстрировало клиническую эффективность применения разработанного алгоритма диагностики и выбора метода лечения женщин с ЭКЯ и бесплодием. Для удобства его применения в повседневной практической деятельности специалистов была разработана программа поддержки принятия врачебных решений в ходе ведения женщин с бесплодием и ЭКЯ.

Следует отметить, что полученные нами данные согласуются с результатами других авторов [2, 7, 10]. В настоящее время многие исследователи полагают, что к вопросу о хирургическом лечении ЭКЯ малого размера следует подходить очень внимательно. Небольшие по размерам кисты не следует лечить хирургическим путем, особенно у пациенток старше 35 лет. У женщин с диагностированным бесплодием и у тех, кто не смог забеременеть самостоятельно в течение 1–1,5 лет регулярной половой жизни без контрацепции, а также при наличии противопоказаний к проведению программы ЭКО, в качестве лечения следует рассматривать хирургический метод [8]. Также у пациенток с бесплодием и ЭКЯ диаметром более 4 см следует применять оперативное лечение из-за риска разрыва кист или их перекрута.

Мы полагаем, что использование предложенной и апробированной в рамках работы программы дало возможность автоматизировать выбор тактики ведения пациенток с ЭКЯ и бесплодием, повысить точность и снизить длительность принятия врачебных решений, что позволит специалистам получать рекомендации по ведению таких пациенток и прогнозировать исходы лечения бесплодия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова Т.А., Жукович А. С. Современные аспекты лечения эндометриоидных кист яичников малого размера у пациенток репродуктивного возраста. Медицинский журнал. 2019; 2: 108–114.
2. Li X., Zeng C., Zhou Y. F. et al. Endometriosis fertility index for predicting pregnancy after endometriosis surgery. Chin. Med. J. (Engl). 2017; 130(16): 1932–1937.
3. Evans M.B., Decherney A. H. Fertility and Endometriosis. Clin. Obstet. Gynecol. 2017; 60(3): 497–502.

4. Мешкова О.А., Дигаева М. А., Богданов Д. Ю., Саакова А. Л. Проблема вторичного бесплодия: распространенность и современные методы лечения. Эндоскопическая хирургия. 2015; 21 (4): 69–75.
5. Дубровина С.О., Берлим Ю. Д., Красильникова Л. В. и др. Прогнозирование рецидива эндометриодных кист яичников. Фарматека. 2017; 12 (345): 51–55.
6. Di Nisio V., Rossi G., Di Luigi G. et al. Increased levels of proapoptotic markers in normal ovarian cortex surrounding small endometriotic cysts. *Reprod. Biol.* 2019; Aug 12. doi: 10.1016/j.repbio.2019.08.002.
7. Han S., Lee H., Kim S. et al. Risk factors related to the recurrence of endometrioma in patients with long-term postoperative medical therapy. *Ginekol. Pol.* 2018; 89(11): 611–617.
8. Dunselman G.A., Vermeulen N., Becker C. et al. ESHRE guideline: management of women with endometriosis. *Hum. Reprod.* 2014; 29(3): 400–412.
9. Schliep K.C., Mumford S. L., Peterson C. M. et al. Pain typology and incident endometriosis. *Hum. Reprod.* 2015; 30(10): 2427–2438.
10. Nowak-Psiorz I., Ciecwiez S. M., Brodowska A., Starczewski A. Treatment of ovarian endometrial cysts in the context of recurrence and fertility. *Adv. Clin. Exp. Med.* 2019; 28(3): 407–413.
11. Seyhan A., Ata B., Uncu G. The impact of endometriosis and its treatment on ovarian reserve. *Semin. Reprod. Med.* 2015; 33(6): 422–428.
12. Hart R.J., Hickey M., Maouris P., Buckett W. Excisional surgery versus ablative surgery for ovarian endometriomata. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2008; 2: CD004992.
13. Uncu G., Kasapoglu I., Ozerkan K. et al. Prospective assessment of the impact of endometriomas and their removal on ovarian reserve and determinants of the rate of decline in ovarian reserve. *Hum. Reprod.* 2013; 28: 2140–2145.
14. Al-Obaidy K.I., Idrees M. T. Endometriosis With Cystic Degeneration: A Rare Disease of Males. *Int. J. Surg. Pathol.* 2019; 27 (3): 311–314.
15. Owczarek D., Malinowski A., Wilczynski M. Ovarian reserve evaluation after laparoscopic cyst enucleation, depending on applied haemostasis technique and with particular consideration of endometrial cysts. *Prz. Menopauzalny.* 2018; 17(1): 22–27.
16. Ofer A., Shulman L. P., Singh S. S. Improving the Treatment and Management of Endometriosis: Improving the treatment and management of endometriosis: An overview of current and novel approaches. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2015; 19: 2543–2540.

© Анненкова Елена Игоревна (mdannenkova@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский университет дружбы народов

ЧАСТОТА ВСТРЕЧАЕМОСТИ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ЛРГ ПО ДАННЫМ ЛИТЕРАТУРНОГО ОБЗОРА

THE INCIDENCE OF POSTOPERATIVE COMPLICATIONS IN LSG ACCORDING TO THE LITERATURE REVIEW

Y. Bakaev
A. Faibushevich
E. Gitelzon
M. Abazyan
N. Kakabadze
D. Todua

Summary. Laparoscopic sleeve gastrectomy (LRG) is a rapidly gaining popularity bariatric surgery. However, there are many issues related to early and late complications that require detailed consideration. Objectives: to determine the incidence of early and late postoperative complications and possible side effects.

Materials and methods: information was searched in Russian and English without time limits in the electronic database PubMed, search in the GoogleScholar system, Cyberleninka and in the literature lists of relevant studies and reviews. Full-text articles were selected that described early and late complications after LSG.

Results: 630 articles were identified in this literature review. After their selection according to the criteria for including and removing duplicate articles, the total number was 26.

Keywords: Longitudinal gastrectomy, sleeve gastrectomy, complications after LSG.

Бакаев Юнус Андарбекович

Российский университет дружбы народов

Файбушевич Александр Георгиевич

К.м.н., доцент, Российский университет дружбы народов

Faibushevich_FG@list.ru

Гительзон Екатерина Александровна

Ассистент, Российский университет дружбы народов

Абазян Милена Давидовна

Российский университет дружбы народов

Какабадзе Нодари Малхазиевич

Российский университет дружбы народов

Тодуа Дато Мамукаевич

Московский государственный медико-стоматологический университет

Аннотация. Лапароскопическая рукавная гастрэктомия (ЛРГ) — стремительно набирающая популярность бариатрическая операция. Однако многие вопросы, связанные с ранними и поздними осложнениями, требуют детального рассмотрения. Цели: определить частоту ранних и поздних послеоперационных осложнений и возможных побочных эффектов.

Материалы и методы: был произведен поиск информации на русском и английском языках без ограничений по времени в электронной базе данных PubMed, поиск в системе GoogleScholar, Cyberleninka и в списках литературы соответствующих исследований и обзоров. Были отобраны полнотекстовые статьи, в которых описываются ранние и поздние осложнения после ЛРГ.

Результаты: в данном обзоре литературы было идентифицировано 630 статей. После их отбора по критериям включения и удаления повторяющихся статей, итоговое количество составило 26. Выводы: Проведенный обзор литературы показал возможные осложнения и побочные эффекты.

Ключевые слова: Продольная резекция желудка, рукавная гастрэктомия, осложнения после ЛРГ, complications after LSG.

Ожирение — одно из самых распространенных в мире хронических заболеваний. В настоящее время каждый четвертый житель нашей планеты уже имеет избыточную массу тела или страдает от ожирения. Во всех странах отмечается прогрессирующее увеличение численности больных с ожирением как среди взрослого, так и среди детского населения.

С распространением ожирения по планете множатся и усугубляются связанные с ним тяжелые соматические заболевания — сахарный диабет типа 2, артериальная гипертензия, коронарная болезнь сердца, онкологические заболевания и другие, которые приводят к ухудше-

нию качества жизни, ранней потере трудоспособности и преждевременной смертности.

Хирургические методы все чаще используются для снижения веса у пациентов с избыточной массой тела, а также с сопутствующими заболеваниями.

Лапароскопическая рукавная гастрэктомия (ЛРГ) является наиболее известной бариатрической процедурой. Рукавная гастрэктомия, включает удаление двух третей объема желудка по большей кривизне, что приводит к трубчатой морфологии остатка желудка. В связи с увеличением количества бариатрических

хирургических вмешательств общие хирурги должны понимать осложнения, связанные с ЛРГ, и подходы к их решению.

Таким образом, целью данного обзора стало описание осложнений после лапароскопической продольной резекции желудка.

Материалы и методы

Был произведен поиск информации на русском и английском языках без ограничений по времени в электронных базах данных PubMed, поиск в системе GoogleScholar, Cyberleninka и в списках литературы соответствующих исследований и обзоров. Были отобраны полнотекстовые статьи, в которых описываются ранние и поздние осложнения после ЛРЖ.

Результаты и обсуждения

При анализе отечественных и зарубежных публикаций, освещающих данные о пациентах после ЛРГ выявлено, что данный метод обладает достаточно высокой эффективностью снижения избыточной массы тела, а также для разрешения некоторых сопутствующих заболеваний, но имеет риск развития ранних и поздних осложнений [1].

Кровотечение из штапельной линии — это наиболее частое, угрожающее жизни осложнение, которое требует немедленного оперативного вмешательства [2]. Риск послеоперационного кровотечения составляет от 1 до 6% [3, 4]. Источник кровотечения может быть внутри- и внепросветным. Общие симптомы включают гематомезис или стул по типу мелены.

Janik MR. и соавт.[5] провели ретроспективный анализ 522 пациентов с января 2013 по февраль 2015 года после первичного ЛРГ. Частота кровотечений составила 4% (21 пациент).

Утечка штапельной линии так же является одним из грозных осложнений после ЛРГ. Ноэль П. и Недельку М. [6] провели анализ годовой утечки одного хирурга с момента введения ЛРГ. В период с сентября 2005 по декабрь 2014 года было проведено 2012 ЛРГ. Было зарегистрировано 20 (1%) случаев утечки штапельной линии.

Сетхи М. и соавт. [7] представили ретроспективное исследование 1762 пациентов, которые перенесли ЛРГ с 2006 по 2014 год. Из 1762 ЛРГ у 20 (1,1%) развились утечки штапельной линии. Также это осложнение подтверждается авторами ряда других исследований [1, 8, 9, 10, 11]

Deslauriers V. et al. [12] провели анализ проспективно собранной базы данных с 2014 по 2017. Были включены все случаи осевого отклонения или стеноза после ЛРГ. Всего было проведено 1332 ЛРГ, у 27 развился желудочный стеноз.

С января 2006 года по октябрь 2012 года 717 пациентам с патологическим ожирением было проведено ЛРГ в хирургическом отделении Университетской клиники Сантьяго, Чили. У 5 пациентов был диагностирован (0,69%) стеноз желудка.[13]

Al Sabah et al. [14] провели исследование 2500 пациентов, проходивших МСУ в Кувейте с октября 2008 года по июнь 2016 года. Из них у 26 (1,0%) пациентов развились симптомы желудочного стеноза.

Одним из грозных осложнений является тромбоз. Разными авторами были описаны несколько вариантов тромбозов: ТПМВ, тромбоз селезеночной вены, тромбоз глубоких вен, ТЭЛА [15].

Тромбоз портomesентериальных вен (ТПМВ) является редким, но потенциально катастрофическим клиническим осложнением, которое может привести к кишечной ишемии и инфаркту. Пациенты, перенесшие бариатрические операции, подвергаются повышенному риску венозной тромбоэмболии из-за основных воспалительных и гиперкоагуляционных состояний. Частота возникновения данной патологии варьирует в диапазоне от 0,2–0,9%.[16]

Свищи, связанные с лапароскопической рукавной гастрэктомией, являются важными и потенциально фатальными осложнениями. Частота возникновения свищей после лапароскопической рукавной гастрэктомии колеблется от 1,7 до 4%. Свищи после ЛСГ приводят к острому и тяжелому перитониту с летальностью от 8 до 37,5% [17].

Были описаны случаи образования свища поджелудочной железы, печени, селезенки, а также желудочно-кишечного свища, внутрибрюшного абсцесса. [18, 19, 20, 21, 22]

Одним из осложнений после ЛРГ является желчнокаменная болезнь. Удаление части желудка приводит к появлению камней в желчном пузыре. Частота холецистита следующие 5 лет после ЛРГ возрастает на 45%. Причиной данного процесса является снижение инкреции холецистокинина и гормонов из семейства холецистокининов. После хирургического вмешательства в крови больных отмечается низкий уровень гастрина, что свидетельствует о недостаточности энтерининовой стимуляции моторики желчного пузыря [23, 24].

Также, после проведенной бариатрической операции в организме наблюдается снижение микроэлементов (железа, ферритина, цинка, Витамин В6-В12, Витамин D3). Дефицит витамина D3 препятствует адекватному функционированию волосных фолликулов. А недостаток железа и цинка связан с тканевой и гемической гипоксией, что ведет к трофическим изменениям волосистончение, усиление выпадения [25, 26].

Выводы

Таким образом, исходя из данных различных научных публикаций, можно утверждать, что ЛРГ несмотря на то, что имеет ряд положительных результатов для пациентов с избыточной массой тела и с сопутствующими заболеваниями, существует риск развития таких грозных, угрожающих жизни постоперационных осложнений как: ТЭЛА, тромбозы крупных сосудов, кровотечение, перитонит. Также к осложнениям, связанным с нарушением

нормальной физиологической деятельности желудка, относят и расстройство пищеварения, и как следствие дефицит микроэлементов, являющийся одним из этиологических факторов усиления как очаговой, так и диффузной алопеции. В следствии значительного снижения соляной кислоты в просвете желудка, происходит снижение холецистокинина, что приводит к нарушению моторики желчного пузыря.

Пациенты, которым выполнена рукавная гастрэктомия, при прохождении диспансерного наблюдения рекомендуется:

- ◆ детализированный контроль содержимого желчного пузыря по данным ультразвуковой диагностики и согласованный регулярный курс гепатопротекторов с желчегонным эффектом.
- ◆ оценка данных БАК (железо, цинк, ферритин, Витамины D3, В6-В12) и при необходимости согласованный регулярный курс заместительной терапии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вейнер Р.А., Эль-Сайес И.А., Теодориду С. и др. OBES SURG (2013) 23: 2004.
2. Чакраварты С., Сарма Д. Р., Чанг А. и др. OBES SURG (2016) 26: 1422.
3. Фрезза Э. Лапароскопическая вертикальная рукавная гастрэктомия при патологическом ожирении. Будущая процедура выбора? Сург сегодня. 2007; 37: 275–81.
4. Мелиссас Дж., Кукураки С., Аскоксиликис Дж. И др. Рукавная гастрэктомия: ограничительная процедура? Обес Сург. 2007; 17: 57–62.
5. Janik MR, Wałędziak M., Br, goszewski J. et al. OBES SURG (2017) 27: 968.
6. Noel, P., Nedelcu, M. & Gagner, M. OBES SURG (2016) 26: 1782.
7. Sethi, M., Magrath, M., Somoza, E. et al. Surg Endosc (2016) 30: 2266.
8. Garg H, Aggarwal S, Misra MC, et al. Mid to long term outcomes of laparoscopic sleeve gastrectomy in Indian population: 3–7 year results — a retrospective cohort study. Int J Surg. 2017;48:201–9.
9. Хациев Б. Б., Ефимов А. О., Кузьминов А. Н., Жерносенко А. О. Перфорация степлерной линии через 15 месяцев после лапароскопической продольной резекции желудка // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова. 2014. № 2.
10. Яшков Ю. И., Луцевич О. Э., Бордан Н. С., Ивлева О. В. Эффективность лапароскопической продольной резекции желудка у больных ожирением // Ожирение и метаболизм. 2015. № 1.
11. Pencovich, N., Lahat, G., Goldray, O. et al. OBES SURG (2017) 27: 1266.
12. Deslauriers V, Beauchamp A, Garofalo F. et al. Surg Endosc (2018) 32: 601.
13. Burgos, A.M., Csendes, A. & Braghetto, I. OBES SURG (2013) 23: 1481.
14. Al Sabah, S., Al Haddad, E. & Siddique, I. Surg Endosc (2017) 31: 3559.
15. Carli T, Pintar T. Тромбоз венозной вены — необычное осложнение после лапароскопической рукавной гастрэктомии. Обес Факты. 2016; 9 (2): 138–143. DOI: 10,1159 / 000443689
16. Villagrán R, Smith G, Rodriguez W, et al. Portomesenteric Vein Thrombosis After Laparoscopic Sleeve Gastrectomy: Incidence, Analysis and Follow-Up in 1236 Consecutive Cases. Obes Surg. 2016;26(11):2555–2561. doi:10.1007/s11695–016–2183–3
17. Sousa P, Noronha Ferreira C, Coutinho J, et al. Рецидив фистулы: клиническая реальность после успешного эндоскопического закрытия лапароскопической фистулы с гастрэктомией. GE Port J Gastroenterol. 2019; 26 (4): 242–250. DOI: 10,1159 / 000492637
18. Özbacı GS, Polat AK, Tarm İA, et al. Фистула поджелудочной железы после лапароскопической рукавной гастрэктомии. Дело Rep Surg. 2015; 2015: 910583. DOI: 10,1155 / 2015/910583
19. Монтана Л., Генсер Л., Кортес А. и др. OBES SURG (2018) 28: 2135.
20. Nassour F, Schoucair H. M., Tranchart H. et al. OBES SURG (2018) 28: 589.
21. J. L. Muñoz, J. Ruiz-Tovar, E. Miranda, et al. C-reactive protein and procalcitonin as early markers of septic complications after laparoscopic sleeve gastrectomy in morbidly obese patients within an enhanced recovery after surgery program J Am Coll Surg, 222 (2016), pp. 831–837
22. Абдельхади М. Х., Салама А. Ф., Карам М. и др. OBES SURG (2017) 27: 1374.
23. Огнерубов Николай Алексеевич Желчнокаменная болезнь после хирургического лечения рака желудка: оправдана ли профилактическая холецистэктомия? // Вестник российских университетов. Математика. 2017. № 1.

24. Мишра Т., Лакшми К. К. и Педди К. К. OBES SURG (2016) 26: 2411.
25. Крук Н. И. Патогенез хронической телогеновой алопеции // Медицинские новости. 2017. № 1.
26. Gehrler S., Kern B., Peters, T. et al. OBES SURG (2010) 20: 447.

© Бакаев Юнус Андарбекович, Файбушевич Александр Георгиевич (Faibushevich_FG@list.ru), Гительзон Екатерина Александровна
Абзян Милена Давидовна, Какабадзе Нодари Малхазиевич, Тодуа Дато Мамукаевич.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ, УЛУЧШАЮЩИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКО

ADDITIONAL METHODS THAT IMPROVE IVF RESULTS

**L. Belikova
E. Gorokhov
O. Konstantinova
N. Vorontsova
Z. Sennikova**

Summary. Despite the fact that in vitro fertilization is a fairly effective reproductive technology used in infertility, in some cases there is an objective need to use additional methods that improve the results of the procedure. The article provides a brief analysis of such methods, as well as justifies the need for the use of a method depending on the overall clinical picture. The overall effectiveness of the application of additional methods is estimated, including on the basis of a brief analysis of statistical data.

Keywords: diagnosis, embryo, pregnancy, shiny shell, implantation, method, endometrium.

В настоящее время, развитие репродуктивной биологии и репродуктивных технологий позволили улучшить результаты применения вспомогательной репродуктивной технологии, и открыл новые возможности диагностики. Однако эффективность новых методов лечения и диагностики изучена не полностью. В связи с этим, существует объективная необходимость в применении дополнительных методов, которые существенно улучшают результаты лечения бесплодия, показания к ним и их эффективность.

Первым дополнительным методом, который стоит рассмотреть в рамках представленного исследования, является метод культивирования бластоцист. Так, в рамках данного метода, через 2–3 дня после оплодотворения ооцит содержит 2–8 клеток, через 3–4 дня он достигает стадии морулы, через 5–6 дней — стадии бластоцисты, и к этому времени блестящая оболочка разрывается и происходит хэтчинг. В естественном цикле бластоциста достигает полости матки на 4–5-й день

Беликова Любовь Вадимовна
Оренбургский государственный медицинский университет
nice.lyubanka@inbox.ru

Горохов Евгений Александрович
Оренбургский государственный медицинский университет

Константинова Ольга Дмитриевна
Д.м.н., профессор, Оренбургский государственный медицинский университет
const55@mail.ru

Воронцова Наталья Александровна
Ассистент, Оренбургский государственный медицинский университет
vna11@bk.ru

Сенникова Жанна Владимировна
К.м.н., ассистент, Оренбургский государственный медицинский университет

Аннотация. Несмотря на то, что экстракорпоральное оплодотворение является достаточно эффективной репродуктивной технологией, применяемой при бесплодии, в ряде случаев возникает объективная необходимость в использовании дополнительных методов, улучшающих результаты процедуры. В статье дается краткий анализ таких методов, а также обосновывается необходимость применения того или иного метода в зависимости от общей клинической картины. Оценивается общая эффективность применения дополнительных методов, в том числе, на основе краткого анализа статистических данных.

Ключевые слова: диагностика, эмбрион, беременность, блестящая оболочка, имплантация, метод, эндометрий.

после овуляции. Через 1–2 дня после этого происходит имплантация эмбриона. При продленном культивировании до стадии бластоцисты эмбрион переносят тогда, когда он, будучи в естественном цикле, достиг бы матки.

Скорость деления эмбрионов с сохранением способности к дальнейшей дифференцировке при продленном культивировании все лучше поддается контролю. Соответственно, появляется возможность лучше оценить потенциал развития эмбриона на стадии бластоцисты и лучше распознать нарушение раннего эмбрионального развития как причины повторных неудач экстракорпорального оплодотворения (ЭКО). Но роль культивирования эмбрионов до стадии бластоцисты, как правило, состоит в том, что оно повышает шансы на успешную имплантацию за счет селекции эмбрионов с наиболее высоким потенциалом развития.

Селекция эмбрионов: наибольшее клиническое значение культивирования бластоцист состоит в том, что

оно дает возможность селекции эмбрионов с наиболее высоким потенциалом развития, что в свою очередь повышает шансы наступления беременности. Однако точно оценить количественную сторону такого повышения трудно. Во-первых, данные национальных регистров сопоставимы лишь условно, во-вторых, преимущество селекции эмбрионов существенно зависит от количества получаемых, а, следовательно, и отбираемых эмбрионов. Наконец, следовало бы корректно рассчитать кумулятивные шансы наступления беременности после пункции фолликула, так как без селекции эмбрионов при криоконсервировании оплодотворенные ооциты с очень высоким потенциалом развития не теряются, а используются позднее в цикле с переносом размороженных эмбрионов.

Если, несмотря на указанные ограничения, попытаться оценить частоту наступления беременности, сравнивая национальные регистры различных стран, то этот показатель в Германии и Швейцарии оказывается сопоставимым с показателем в Австрии. В Германии в 2007 г. шансы наступления беременности в пересчете на одну аспирацию без селекции эмбрионов на 4% ниже, чем в Австрии, где селекция эмбрионов разрешена. Однако в Австрии чаще выполняют также перенос одного эмбриона. Поэтому трудно рассчитать, тем не менее оно, по-видимому, составляет несколько процентов. Однако с селекцией эмбрионов повышается также частота выполнения овариального дриллинга.

В некоторых европейских странах возможность повышения шансов наступления беременности после селекции эмбрионов учитывается в политике в области здравоохранения, чтобы уменьшить число случаев многоплодной беременности. Так, в Бельгии количество эмбрионов на один перенос ограничено. Например, женщине моложе 35 лет переносят только один эмбрион, если перенос выполняется впервые. В результате перечисленных мер частота рождения двоен в Бельгии снизилась с 25 до 10%.

Поляризационная микроскопия ооцита: с помощью поляризационного микроскопа удастся рассмотреть блестящую оболочку, наружную оболочку яйцеклетки с ее тремя гликопротеиновыми слоями. По состоянию блестящей оболочки можно судить о потенциале развития яйцеклетки. Кроме того, поляризационный микроскоп позволяет также увидеть веретено деления клетки. Яйцеклетку можно считать зрелой только в том случае, если наряду с первым полярным тельцем видно веретено деления. Яйцеклетки без видимого веретена деления берутся для инъекции сперматозоида в цитоплазму яйцеклетки (ИКСИ) только в том случае, если в них позднее удастся увидеть веретено деления.

При поляризационной микроскопии ооцит помещают в стеклянную чашечку, через которую пропускают различные типы поляризованного света. Благодаря двойному лучепреломлению удастся рассмотреть блестящую оболочку и веретено деления и оценить полученные данные с помощью компьютерной обработки. Уплотнение блестящей оболочки, часто отмечаемое у пациенток в позднем репродуктивном периоде и после созревания яйцеклетки *in vitro*, и отсутствие видимого веретена деления коррелируют со снижением показателя успешных результатов ЭКО.

Интрацитоплазматическая инъекция сперматозоидов с морфологическим отбором: при ИКСИ отбор сперматозоидов осуществляется при увеличении микроскопа в 400 раз. Такое увеличение дает возможность только ориентировочной оценки морфологических особенностей сперматозоидов. Увеличение в 6000 раз позволяет различить более тонкие детали строения и выявить или исключить вакуоли в ядре. Исследования показали, что отклонения в морфологии сперматозоидов, с одной стороны, снижают шансы наступления беременности после ИКСИ, с другой, повышают частоту анеуплоидии, т.е. отклонений количества хромосом эмбрионов от нормального. В отдельных работах показано, что селекция сперматозоидов с лучшими морфологическими признаками повышает вероятность успешной имплантации эмбриона и снижает частоту абортос как при повторных неудачных имплантациях после ИКСИ, так и при тяжелых формах олигоастеноспермии.

Вспомогательный хэтчинг: с помощью электронной микроскопии было показано, что перед имплантацией в эндометрий эмбрион выходит из блестящей оболочки. У женщин в позднем репродуктивном периоде и при повторных неудачных имплантациях блестящая оболочка эмбрионов часто бывает уплотнена. Для искусственного надсечения блестящей оболочки (вспомогательный хэтчинг) с целью облегчения выхода из нее эмбриона применяются различные методы: механический, химический (обработка кислотой) и наиболее совершенный — лазерный.

Генетическое исследование полярных тельц: незадолго до овуляции диплоидный набор хромосом переходит в гаплоидный и образуется первое полярное тельце. После проникновения сперматозоида в яйцеклетку происходит второе деление созревания, при котором хромосомы делятся на хроматиды, и выводится набор хроматид с образованием второго полярного тельца. Количество хромосом или хроматид в полярных тельцах и яйцеклетке идентично, так сто исследование полярного тельца позволяет судить о наборе хромосом.

Поскольку анеуплоидия, т.е. отклонение количества хромосом от нормального, имеет преимущественно материнское происхождение и с возрастом учащается, обнаруживаясь по меньшей мере у 50% женщин, достигших 40 лет, анализ полярных телец дает возможность отобрать ооциты с эуплоидным набором хромосом и исключить транслокации материнских хромосом. Анализ полярных телец позволяет также диагностировать отдельные, особенно аутосомные моногенные, заболевания, если женщина является носителем дефекта. Однако значение метода ограничено, так как, с одной стороны, методические погрешности при анализе полярных телец снижают точность диагностики, с другой стороны, женщина с тяжелым генетическим заболеванием часто не вынашивает беременность, что снижает ценность метода.

Преимплантационная диагностика и преимплантационный скрининг: преимплантационная диагностика проводится на стадии 4–8 клеточного эмбриона, т.е. когда ему примерно 3 дня, или на стадии бластоцисты (примерно на 5-й день). Для исследования перед переносом берут соответственно 1–2 бластомера или 1–2 клетки трофэктодермы.

Исследуют хромосомный набор методом флуоресцентной гибридизации *in situ*, подвергают мутационному анализу отдельные гены с помощью полимеразной цепной реакции или секвенирования либо исследуют относительно крупные части генома методом матричной сравнительной геномной гибридизации.

Показаниями к преимплантационной диагностике являются хромосомные аномалии, такие как транслокации, инверсии и инсерции у родителей. Наиболее часто преимплантационную диагностику проводят в тех случаях, когда у родителей имеются наследственные заболевания, передающиеся по аутосомно-рецессивному (муковисцидоз, серповидно-клеточная анемия, спинальная мышечная атрофия) или аутосомно-доминантному (миотоническая дистрофия I типа, хорея Гентингтона, нейрофиброматоз) типу, а также заболевания, ассоциированные с X-хромосомой (синдром fragile X-хромосомы, мышечная дистрофия Дюшенна и гемофилия).

Преимплантационный скрининг технически проводится так же, как и преимплантационная диагностика. Однако его цель состоит не в поиске отдельных хромосомных aberrаций или генетических мутаций, а в том, чтобы проверить, нет ли анеуплоидии у полученных эмбрионов, и выбрать генетически здоровый эмбрион. Полагают, что с помощью преимплантационного скрининга удастся повысить шансы наступления беременности при переносе эмбриона. Однако, в крупных исследованиях было показано, что такого повышения при применении

преимплантационного скрининга не происходит, что, по-видимому, объясняется часто получаемыми ложноположительными и ложноотрицательными результатами и повреждением эмбриона при взятии бластомеров для исследования. Вопрос о том, повышает ли преимплантационный скрининг, проводимый на основании результатов биопсии трофэктодермы, шансы наступления беременности, пока остается открытым.

Улучшение функции эндометрия: многочисленные исследования показали, что нарушение функции эндометрия может быть причиной повторных неудачных имплантаций эмбрионов в программах ЭКО. В связи с этим были предложены различные методы и средства для улучшения функции эндометрия.

Один из подходов основывается на выявленном у пациентов с идиопатическим бесплодием нарушении регуляции экспрессии цитокинов и на том факте, что функция этих цитокинов регулируется другими цитокинами. Удалось также показать, что стимуляция яичников высокими дозами препаратов в программах ЭКО может привести к дисфункции эндометрия.

В эксперименте *in vitro* было показано, что как цитокины, так и простагландины, содержащиеся в семенной плазме, могут оказать благоприятное действие на экспрессию медиаторов в эпителиальных клетках эндометрия. Проспективное рандомизированное двойное слепое контролируемое исследование выявило повышение шансов наступления беременности у женщин, которым при пункции фолликула интрацервикально и интравагинально вводили семенную плазму. Однако данное исследование является экспериментальным, и его результаты требуют подтверждения.

Положительный эффект терапии гепарином и аспирином у пациенток с привычным невынашиванием и антифосфолипидным синдромом позволил предположить, что антикоагулянтное действие такой терапии, возможно, может помочь и при нарушении имплантации у пациенток с тромбофилией или без нее.

В программах ЭКО для повышения частоты успешной имплантации применялись также кортикостероиды. Патогенетическая концепция такой терапии основывается на предположении, что иммунологические нарушения функции эндометрия вызывают повышение активности медиаторов воспаления.

Основываясь на нарушении иммунологического барьера на уровне фетоплацентарного барьера, ряд исследователей при лечении бесплодия систематически вводят пациентам внутривенно Ig G. Такая терапия основывается также на наблюдении, что у пациенток с по-

вторной неудачной имплантацией в крови повышено количество клеток-киллеров. Исходя из этого, имплантация эмбриона, должно быть, снижена из-за антитро-

фобластной иммунной реакции и эту патологическую иммунную реакцию, возможно, удастся подавить инъекциями Ig G.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михель фон Вольфф, Петра Штуте. Гинекологическая эндокринология и репродуктивная медицина. — 2-е изд. — М.: МЕДпресс-информ, 2018. — 511 с.
2. Карр Б., Блэкуэлл Р., Азиз Р. Руководство по репродуктивной медицине. — М.: Практика, 2015. — 832 с.
3. Радзинский В. Е., Фукс А. М. Гинекология. — М.: ГЭОТАР-медиа, 2014. — 1000 с.
4. Березовская Е. П. 1000 вопросов и ответов по гинекологии. — 2-е изд. — М.: «Э», 2017. — 432 с.

© Беликова Любовь Вадимовна (nice.lyubanka@inbox.ru), Горохов Евгений Александрович,
 Константинова Ольга Дмитриевна (const55@mail.ru), Воронцова Наталья Александровна (vna11@bk.ru), Сенникова Жанна Владимировна.
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Оренбург

УСПЕШНЫЙ ИСХОД БЕРЕМЕННОСТИ У ПАЦИЕНТКИ С ПОЛНЫМ ПРЕДЛЕЖАНИЕМ ПЛАЦЕНТЫ В РАМКАХ ГЕНЕТИЧЕСКИ ДЕТЕРМИНИРОВАННОЙ ТРОМБОФИЛИИ

SUCCESSFUL PREGNANCY OUTCOME IN A PATIENT WITH COMPLETE PLACENTA PREVIA IN CASE OF GENETICALLY DETERMINED THROMBOPHILIA

**T. Gubar
L. Alekseeva**

Summary. One of the causes of bleeding in the second half of pregnancy is placenta previa. The frequency of this complication is from 0.2 to 1.5%. Over the past decade, there has been a growth trend. A direct relationship between the frequency of placenta previa and hereditary defects in the hemostatic system has been proved. For example, reduced PAI — 1 synthesis causes desynchronization of the processes of fibrinolysis and fibrin formation, thrombotic mechanisms are enhanced, which leads to implantation defects and a decrease in the depth of decidual trophoblast invasion.

Keywords: placenta previa, bleeding, pregnancy, hemostasis.

Губарь Татьяна Константиновна

Врач акушер–гинеколог, Медицинский центр «Диамед»; аспирант, Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, г. Улан-Удэ, Россия
gtk71@mail.ru

Алексеева Лилия Лазаревна

Д.м.н., Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова; заместитель главного врача по лечебной работе, ГАУЗ «Республиканский Перинатальный центр», Республика Бурятия, г. Улан-Удэ
l.alekseeva09@mail.ru

Аннотация. Одной из причин кровотечения во второй половине беременности является предлежание плаценты. Частота этого осложнения составляет от 0,2 до 1,5%. За последнее десятилетие отмечается тенденция к росту. Доказана прямая связь между частотой предлежания плаценты и наследственными дефектами в системе гемостаза. Например, сниженный синтез PAI — 1 вызывает десинхронизацию процессов фибринолиза и фибринообразования, усиливаются тромботические механизмы, что ведет к дефектам имплантации и снижению глубины децидуальной инвазии трофобласта.

Ключевые слова: предлежание плаценты, кровотечение, беременность, гемостаз.

Предлежание плаценты является одним из самых тяжелых осложнений беременности и родов, частота колеблется от 0,3% до 1,04%[1] Перинатальная смертность при аномалии расположения плаценты составляет 2,3% до 10,1%, а материнская смертность от 2,3% до 10,1%. [1,4]

За последнее десятилетие отмечается тенденция к росту, это связано еще и с тем, что с развитием акушерства и перинатологии увеличивается процент сохраненных беременностей, это также способствует росту патологических состояний, в том числе и аномалий расположения плаценты[2] Наиболее частой формой является частичное предлежание, более редкой полное предлежание (25–40%)[5] Факторами риска возникновения предлежания плаценты: наибольшая частота отмечается среди женщин 30–35 лет и возрастает с увеличением количества беременностей и родов, кесарево сечение в анамнезе, дефекты имплантации и инвазии трофобласта, воспалительный процесс в эндометрии, многоплодие и др.

Доказано, что одной из причин формирования предлежания плаценты являются наследственные или приобретенные нарушения в системе гемостаза.

Например, сниженный синтез PAI — 1 вызывает десинхронизацию процессов фибринолиза и фибринообразования [9], гипергомоцистеинемия, обусловленная генетическим дефектом в гене MTHFR, сразу влияет на многие механизмы — коагуляционный каскад, сосудисто тромбоцитарное звено, окислительно — восстановительные реакции, на эндотелий гладкомышечные клетки сосудов. [2,6] усиливаются тромботические механизмы, что ведет к дефектам имплантации и снижению глубины децидуальной инвазии трофобласта. В результате нарушения в свертывающей и противосвертывающей системе происходит нарушение маточно — плацентарно — плодового кровотока, вследствие этого возникают тромбозы плаценты и матки — формируется фетоплацентарная недостаточность. Эти патологические состояния могут влиять на локализацию плаценты — предлежание или низкое расположение. [5,2]

Исход беременности у пациентки с полным предлежанием плаценты с генетической тромбофилией.

Клинический случай: Больная П 35 лет, поступила под наблюдение в МЦ Диамед 14.09. 2015 г

Диагноз при поступлении Беременность 13 нед. Отягощенный акушерский анамнез. 2 рубца на матке. Данную пятую беременность пациентка не планировала.

Акушерский анамнез: Менструальная функция с 13 лет, установились сразу, регулярные, по 5 дней, через 28 дней, умеренные, б/болезненные. Данная беременность 5 — я, наступила самостоятельно.

Первая беременность закончилась медицинским абортom в 2008 на сроке 6 нед без осложнений. В 2010–2 — я беременность осложнилась низким расположением плаценты в 36 недель нижний край плаценты располагался на 2 см выше внутреннего зева, роды без осложнений, вес плода 3550, рост 52 см. В 2011 году беременность осложнилась ИЦН в 14 недель — наложение шва на шейку матки, также диагностировалось низкое расположение плаценты — в 36 недель нижний край плаценты располагался на 2,5 см выше внутреннего зева, оперативные роды в 39 недель плод мужского пола весом 3100 рост 51 см, кормила до 7 мес. В 2013 беременность осложнилась ИЦН, низким расположением плаценты (локализация плаценты на 1,5 см выше внутреннего зева на сроке 36 недель), наложение шва на шейку матки в 13 недель, оперативные роды в 39 недель, плод мужского пола, вес 4100, рост 53 см, кормила 7 мес.

При обследовании: УЗИ Беременность 13 недель. Низкая плацентация. Плацента расположена по передней стенке, достигает и перекрывает внутренний зев, шейка матки 37–29 мм внутренний зев закрыт. Коллегиально было решено: беременность пролонгировать, динамическое наблюдение за локализацией плаценты, состоянием шейки матки, при миграции плаценты выше внутреннего зева решить вопрос о наложении шва на шейку матки. Ведение беременности в группе высокого риска по кровотечению, невынашиванию. Также на сроке 13 недель консультирована в акушерском стационаре третьей группы с целью составления дальнейшего плана ведения и наблюдения.

Параклинически: о\а крови: Нв — 118г\л; лей — $5.9 \cdot 10^9$; эрит — $4.25 \cdot 10^{12}$ соэ 16 мм\ч; тром — $281 \cdot 10^9$; нейтрофилы — 65,8%; эозинофилы — 1,5%; лимфоциты 25,4%; моноциты — 7,3%; При обследовании на хр инфекции — патологии не выявлено, показатели коагулограммы, гомоцистеина и биохимического анализа крови в пределах референсных значений. При обследовании

крови на полиморфизм генов тромбофилии выявлено: гомозигота по PAI-1 (5G>4G), гетерозигота F7 (10976G>A), гетерозигота F13 (G>T), гетерозигота ITGA-2 (1565T>C) гомозигота MTHFR (677C>T). Группа крови I(O) Rh положительный. Во 2 — м триместре принимала, Фемибион 2, Калий Йод 100 мг ежедневно. Для профилактики през-кламсии, назначались препараты кальция.

2.10 2017 УЗИ — заключение: Беременность 16–17 недель. Низкая плацентация. Плацента толщиной 20 мм, расположена по передней стенке, достигает и перекрывает внутренний зев. Шейка маки 38–29мм внутренний зев закрыт.

30.10 2017 УЗИ — заключение: Беременность 20 недель. Низкая плацентация. Плацента по передней стенке перекрывает внутренний зев и переходит на соседнюю стенку, структура плаценты без особенностей, состояние шейки матки без отрицательной динамики.

21.11 2015 УЗИ — заключение: Беременность 23–24 недель. Предлежание плаценты. Плацента по передней стенке перекрывает внутренний зев, структура плаценты не изменена.

На сроке 24 и- 25 недель была госпитализирована в акушерский стационар по поводу угрозы прерывания, был успешно проведен курс сохраняющей терапии и профилактика РДС плода.

15.12. 2017 УЗИ — заключение: Беременность 27–28 недель. Предлежание плаценты IV ст. Плацента по передней стенке достигает и перекрывает внутренний зев и переходит на соседнюю стенку. В 3 — м триместре беременность осложнилась анемией (Нв 102г\л, принимала Мальтофер 100 мг 2 раза в день с 27 недели). На сроке 31–32 недели при проведении УЗИ не исключается вращение плаценты. В 32 нед — МРТ — признаки предлежания плаценты, несостоятельности шва, высокая вероятность вращение плаценты в нижнем сегменте матки. В 32 недели с жалобами на незначительные мажущими кровянистые выделения, была доставлена по «03» в родильный дом 3–го уровня. По поводу кровотечения и прогрессирующей гипоксии плода было произведено оперативное родоразрешение плодом женского пола, весом 2030, ростом 44 см с оценкой по Апгар 6/6 б.

Диагноз:

29.01 Преждевременные оперативные роды в 32 недели. Предлежание плаценты. 2 рубца на матке, маточная аневризма, антенатальная гипоксия плода, анемия 1 ст. Нижнесрединная лапаротомия, донное кесарево сечение, эктирпация матки без придатков, перевязка внутренних подвздошных артерий, ранение мочевого

пузыря, дренирование брюшной полости. Гемотрансфузия. Реинфузия, общая кровопотеря 2500 мл.

Интраоперационно: «ткани мочевого пузыря рыхлые, ранение мочевого пузыря в области верхушки до 1 см, проведено ушивание раны мочевого пузыря в 3 ряда. Выявлено прорастание плацентарной ткани в заднюю стенку мочевого пузыря, выполнена резекция мочевого пузыря, иссечение пораженных участков в пределах здоровой ткани, наложение 3 — х рядного шва».

29.01 2016 переведена в урологическое отделение многопрофильной больницы, проведена экскреторная урография с целью диагностики повреждения мочевого пузыря, дефектов стенки не выявлено.

При дальнейшем обследовании: УЗИ брюшной полости — свободной жидкости в брюшной полости не определяется. Цистография 29.01 2016. На восходящей цисто-

грамме в 2-х проекциях мочевой пузырь неправильной формы, контуры мочевого пузыря четкие.

На 16 сутки послеродового периода выписана домой

Новорожденная выписана на 20 сутки из детской больницы.

Вывод: У пациенток с предлежанием плаценты в анамнезе и при данной беременности, целесообразно обследование на полиморфизм генов тромбофилии и АФС. В процессе предгравидарной подготовки многорожавшим, женщинам с рубцом на матке, предлежанием плаценты в анамнезе назначать микроинформированный прогестерон с целью профилактики дефектов имплантации и плацентации. А также патогенетически обоснованно назначение низкомолекулярных гепаринов с целью профилактики такого осложнения беременности как предлежание плаценты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айламазян Э. К. Кулаков В. И. Радзинский В. Е. Савельева Г. М. под редакцией. Акушерство. Национальное руководство. М. ГОЭТАР. Медиа. — 2009. — 1046с.
2. Макацария А. Д. Тромбозы и тромбоземболии в акушерско — гинекологической клинике. Молекулярно — генетические механизмы и стратегия профилактики тромбоземболических осложнений, руководство для врачей/ А. Д. Макацария, В. О. Бицадзе, С. В. Акиншина // ООО «Медицинское информационное агентство»: Москва 2007 г. — 638с
3. Протопопова, Т. А. Тактика ведения беременных и принципы родоразрешения при предлежании и миграции плаценты /Т.А.Протопопова// Рос.мед. журн. — 2003. № 5. — С. 48–50.)
4. Репина М. А., Сумская Г. Ф., Айламазян Э. К. Наследственные нарушения системы гемостаза и беременность/ С.-Петербург: «Издательство Н — Л». — 2008. — с. 18–25.
5. Зубенко В.Б. К вопросу о влиянии тромбофилии на патологию локализации плаценты./В.Б.Зубенко//Акушерство.Гинекология.Репродукция. — 2018.№ 1
6. Газиева И. А., Чистякова Г. Н., Ковалев В. В. Полиморфизмы генов фолатного обмена и показатели функционального состояния эндотелия в ранние сроки беременности: факторы риска развития гестационных осложнений. //Акушерство и гинекология. — 2013. — № 1 с 57–61.с. 2.6.
7. Долгушина В. Ф., Вереина Н. К. Генетические и приобретенные факторы риска тромбозов у женщин с акушерской патологией в анамнезе.// Акушерство и гинекология. 2011; 3: 27–31. 79.
8. Jeng J. R. Association of PAI-1 gene promoter 4G/5G polymorphism with plasma PAI-1 activity in Chinese patients with and without hypertension // Am J Hypertens. — 2003. — Vol. 16, N. 4. — P. 290–296].
9. Assou S., Bormela I., Haouzi D. et al. Dynamic changes in gene expression during human early embryo development: from fundamental aspect to clinical applications. Hum Reprod Update. 2011; 17(2):272–90.

© Алексеева Лилия Лазаревна (l.alekseeva09@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ НОВОГАЛЕНОВЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ В ПРАКТИКЕ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

THE USE OF MODERN NEWGALENIC DRUGS IN THE PRACTICE OF ORTHOPEDIC DENTISTRY

**O. Kostenko
N. Pergatyu**

Summary. This article discusses the use of modern newgalenic drugs to increase the level of Ca in the body and maintain healthy bone structures. With age, a person loses the ability to maintain calcium levels, this often leads to a decrease in bone mass and bone strength, which is a problem with prosthetics [1]. The use of the drug "Mountain calcium D3 with shilajit" is proposed. This drug allows you to fill the daily requirement of Ca in the body, and also contains vitamin D3 and mummy, which contributes to its full assimilation [5]. In case of inflammatory processes of the oral cavity, periodontal disease, acute bone pain, the author recommends the use of "Comarum plustre" which has antitumor activity and anti-inflammatory effect [2]. The preparations are made from natural raw materials and have good tolerance by the body.

Keywords: newgalenic drugs, Ca need in the body, shilajit, Comarum plustre.

Костенко Оксана Юрьевна

*К.м.н., Врач стоматолог-ортопед, ФГБОУ ВО
«Красноярский государственный медицинский
университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
oxi_stom@mail.ru*

Пергатый Никита Александрович

*К.м.н., Врач стоматолог-ортопед, ФГБОУ ВО
«Красноярский государственный медицинский
университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
burckut2016@yandex.ru*

Аннотация. В данной статье рассматривается использование современных новогаленовых лекарственных препаратов для увеличения уровня Ca в организме и поддержания здоровья костных структур. С возрастом человек теряет способность удерживать уровень кальция, это часто приводит к снижению костной массы и прочности костей, что является проблемой при зубопротезировании [1]. Предлагается использование препарата «Горный кальций D3 с мумиё». Этот препарат позволяет восполнить суточную потребность Ca в организме, а также содержит витамин D3 и мумиё, что способствует полному его усвоению [5]. При воспалительных процессах полости рта, пародонтите, острой боли в кости автор рекомендует использование «Сабельник болотный» который обладает противоопухолевой активностью и противовоспалительным действием [2]. Препараты изготовлены из натурального сырья и имеют хорошую переносимость организмом.

Ключевые слова: новогаленовые лекарственные препараты, потребность Ca в организме, мумиё, сабельник болотный.

Актуальность проблемы

В связи с появлением все новых и новых синтетических лекарственных препаратов на первый план выступают проблемы безопасности. Лекарственные препараты, получаемые химическим или биологическим путем, могут обладать большим спектром нежелательных явлений, отрицательно влияющих на здоровье человека. Это и прямое токсическое влияние на органы и системы, а также различные аллергологические эффекты, связанные с повышенной иммуногенностью лекарств. В тоже время, высокая иммуногенность, в первую очередь биологических препаратов, приводит к потере их эффективности. Не мало важную роль имеет и цена синтетических препаратов, многие из которых из-за сложного процесса производства стоят очень дорого. В связи с этим особый интерес представляет разработка и применение препаратов, приготовленных из природного сырья.

Целью данной работы является оценить возможность применения новогаленовых препаратов в практике ортопедической стоматологии.

Новогаленовые, максимально очищенные экстракционные, препараты — это группа фитопрепаратов, содержащих в своем составе комплекс действующих веществ в их природном состоянии, максимально освобожденный от балластных веществ.

Для перорального применения выпускаются следующие лекарственные формы: капли, капсулы, таблетки, гранулы.

Неудовлетворительное состояние костной ткани препятствует зубопротезированию. Как известно, костная масса и прочность костей снижается с возрастом, и к 50 годам может утратить до 50% объёма у женщин

Таблица 1. Продукты, содержащие кальций в большом количестве.

Название продукта	Кальция (мг. в 100 гр. продукта)	Дневная норма (средняя)	% от нормы
1. Рыба вяленая с костями	3000	1000	300
2. Семена мака	1600	1000	160
3. Семена кунжута	1400	1000	140
4. Сыр пармезан	1200	1000	120
5. Другие сыры	800–1000	1000	80–100
6. Молоко сухое	1000	1000	100
7. Крапива молодая	900	1000	90
8. Соевый сыр	400	1000	40
9. Базилик	370	100	37
10. Сардины в масле	350	1000	35
11. Миндаль	280	1000	28
12. Петрушка	250	1000	25
13. Молоко	120	1000	12
14. Творог	100	1000	10
15. Сметана	90	1000	9

и 20% у мужчин [3]. Способность удерживать определенный уровень кальция теряется (становится отрицательной) у женщин после менопаузы и у мужчин к 65-летнему возрасту.

При недостаточном поступлении с пищей минералов органического происхождения, организм восполняет их дефицит за счёт собственной костной массы [4]. Нарушение обмена кальция приводит к нарушению строения структуры костной ткани и к снижению её функции. Прежде всего, от этого страдают челюсти, а затем и ткани зубов.

Поэтому первостепенная задача — обеспечить в питании норму суточного потребления кальция. Постоянное добавление в пищу продуктов-концентраторов кальция улучшает состояние костей.

Однако ряд исследователей констатируют тот факт, что даже продукты-концентраторы кальция содержат миллиграммы макроэлемента Са, что не даёт возможности восполнять ежедневную норму кальция за счёт продуктов питания [4].

К примеру, в 100 г молока содержится ~ 100 мг кальция, в 100 г творога — 95 мг. Подробнее см. Таблицу № 1

Таким образом, для восполнения суточной потребности в кальции взрослому человеку необходимо выпить

1 л молока или съесть 1 кг творога, что практически не реально [3].

Для компенсации пищевого дефицита этого макроэлемента более предпочтительно употребление специальных препаратов кальция.

Приём кальция лучше сочетать с добавками витамина D3, поскольку его активные формы включают экспрессию генов, кодирующих белки, ответственные за усвоение кальция.

Эффективность интеграции «костно-зубного» макроэлемента в организм, помимо добавки витамина D3 зависит от обогащения пищи витаминами, С и В9, от наличия кислой среды и дополнительных микроэлементов: фосфора, меди, магния, марганца, цинка и кремния.

Отечественная фарминдустрия выпустила новогаленовый препарат «Горный кальций D3 с мумиё». Сочетание солей кальция, витамина D3 и алтайского мумиё в 1 таблетке на 100% восполняет суточную потребность Са в организме.

Подобная лекарственная форма удобна тем, что является уже готовой к усвоению организмом, поскольку мумиё включает в себя вещества растительного, минерального, животного происхождения и смолоподобного вещества, в образовании которого принимали участие



Рис. 1. Сухое сырьё фильтр-пакеты

Состав:

4 таблетки (суточный прием) содержат	Масса	% от РСН
Кальция карбонат в том числе кальций	2500 мг 1000 мг	100
Мумиё	148 мг	
Витамин D	5 мкг (200 ME)	100



Таблетки



Настойка



Крем

горные породы, почва, растения, животные и микроорганизмы [1].

Мумиё в составе «Горного кальция» содержит более 30 макро- и микроэлементов, что способствует более полному усвоению кальция организмом.

Медицинское применение мумиё разрешено в России с марта 2000 года. В стоматологической практике

для лечения пародонтоза часто используют очищенное мумиё в натуральном виде: внутрь и наружно [5].

Мумиё способствует быстрой ликвидации местных воспалительных реакций, улучшению общего состояния и самочувствия больных, стойкому купированию патологического процесса в альвеолярном отростке челюстей, а также улучшению трофики десен и слизистой оболочки полости рта.

Кроме того, мумиё является естественным катализатором доставки кальция в костную ткань, улучшает усвоение кальция, нормализует его обмен, обеспечивает регенерацию костной ткани, поддерживает её минеральный состав и плотность структуры.

4 таблетки «Горного кальция D3 с мумиё» содержат кальций — 1000 мг, что составляет 100% от рекомендуемой суточной нормы. Взрослым рекомендуется принимать по 2 таблетки препарата 2 раза в день во время еды [5].

Сравнительно недавно появилась линейка новогаленовых препаратов, изготовленных из сибирского растения Сабельник болотный. Подробнее см. Рисунок 1

Сабельник болотный (*Comarum palustre*) — лекарственное растение, которое природа наделила необычайной силой, в том числе и противоопухолевой активностью. Биологическая активность комплекса веществ сабельника определяет его применение в поддержании здоровья костных структур.

Современные технологии изготовления позволяют получать таблетки, в которых сохранена вся сила комплекса биологически активных веществ сабельника. В Сибири сабельник называют «декоп», считают суставным лекарством и веками используют для лечения зубов, костей, суставов, позвоночника и мышц.

По сообщению Г.Г. Спиригиной, сабельник болотный эффективен при лечении артрозов и артритов, подагры и остеохондроза; при воспалении хрящевой и зубной ткани; при гнойно-некротическом процессе в кости

(остеомиелит) и в период послеоперационной реабилитации больных [2].

Препараты сабельника болотного купируют острые суставные боли, жар и воспаление в кости. В отличие от синтетических обезболивающих препаратов сабельник не ухудшает показатели крови и не воздействует агрессивно на слизистую оболочку желудка и кишечника.

При острых болях в кости можно значительно снизить дозы обезболивающих средств, принимая одновременно новогаленовые препараты сабельника — таблетки, настойку, настой или чай [2].

При воспалительных заболеваниях полости рта, при пародонтозе и для профилактики опухолей необходимо делать полоскания и орошения полости рта настоем сабельника. В результате лечения устраняется воспаление и происходит активация костной регенерации — десна укрепляется и перестает кровоточить [1].

Внутренний приём препаратов сабельника должен быть длительным, не менее 1 месяца. После 10-дневного перерыва курс лечения можно повторить.

Взрослым принимать по 2 таблетки 1 раз в день перед едой.

ВЫВОД

На основе данных литературы новогаленовые препараты показали свою высокую эффективность и могут быть рекомендованы для использования в ортопедической стоматологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Всё для костей и суставов на сайте Эвалар» <https://shop.evalar.ru/catalog/purpose/dlya-kostey-i-sustavov/#anc>
2. Галина Спиригина: статья «Суставной лекарь», журнал «Домашний» № 18, 2017 год, издательство Толока /Беларусь/
3. Громова О.А., Торшин И. Ю., Гоголева И. В., Гришина Т. Р., Керимкулова Органические соли кальция: перспективы использования в клинической практике // РМЖ. 2012. № 28. С. 1407
4. Диетология: Руководство под редакцией А. Ю. Барановского год издания: 2008, Издательство: Питер
5. Учёные о мумиё, сайт «Горноалтайское МУМИЁ» <http://altaymumie.ru/uchenye-o-mumie>

НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ У АВИАЦИОННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АВИАЦИИ

THE MOST SIGNIFICANT RISK FACTORS FOR THE DEVELOPMENT OF HYPERTENSION IN THE AVIATION SPECIALISTS OF THE STATE AVIATION

**E. Kosukhin
A. Schegolkov
R. Makiev
A. Anuchkin
V. Gornov**

Summary. The aim of the study was based on the study of the features of development, course of hypertension (GB) in aviation specialists of state aviation, as well as the results of statistical processing of these data to identify risk factors for GB, which have the greatest contribution to the development and nature of the disease in aviation specialists of state aviation.

Keywords: hypertension, the nature of the disease, priority, age, stages of development.

Косухин Евгений Серафимович

К.м.н., Филиал № 2 ФГБУ «3 ЦВКГ им. А. А. Вишневецкого»
Минобороны России
ekosuhin@mail.ru

Щегольков Александр Михайлович

Д.м.н., заслуженный врач РФ, профессор, Филиал
«Военно-медицинской академии имени С. М. Кирова» МО
РФ

Макиев Руслан Гайозович

Д.м.н., старший преподаватель, «Военно-
медицинская академия имени С. М. Кирова» МО РФ
toro5555@yandex.ru

Анучкин Александр Анатольевич

К.м.н., доцент, Филиал «Военно-медицинской
академии имени С. М. Кирова» МО РФ
terapevtreab@yandex.ru

Горнов Виталий Валерьевич

Преподаватель, Филиал «Военно-медицинской
академии имени С. М. Кирова» МО РФ
vgornov@yandex.ru

Аннотация. Целью исследования явилось на основании изучения особенностей развития, течения гипертонической болезни (ГБ) у авиационных специалистов государственной авиации, а также по результатам статистической обработки этих данных выявить факторы риска развития ГБ, оказывающие наибольший вклад в развитие и характер течения данного заболевания у авиационных специалистов государственной авиации.

Ключевые слова: гипертоническая болезнь, характер заболевания, приоритетное значение, возраст, этапы развития.

В настоящее время артериальная гипертензия (АГ) остается одной из главных проблем кардиологии в связи с широкой распространенностью, низким уровнем контроля артериального давления (АД) и весомым вкладом в развитие и прогрессирование сердечно-сосудистых заболеваний [2, с. 47; 7, с. 3022]. По данным ВОЗ смертность от сердечно — сосудистых заболеваний в России в общей популяции составляет 60% от всех случаев летальных исходов, и одним из основных факторов риска в данной группе является АГ, распространенность которой среди населения составляет 37,8% [3, с. 52; 4, с. 288; 8, с. 693; 9; 10].

Актуальность проблемы раннего повышения АД у лиц молодого возраста обусловлена ранним формированием поражения органов-мишеней. В условиях современного этапа развития авиационной техники возрас-

тает интенсивность труда операторов, а также нагрузка на организм летчиков в процессе эксплуатации техники.

В настоящее время продление профессионального долголетия лётного состава государственной авиации Российской Федерации имеет приоритетное значение [1, с. 44]. В то же время в последние годы сохраняется стойкая тенденция к снижению летного долголетия, что наносит высокий экономический ущерб государству [2, с. 48].

Важнейшим направлением работы медицинской службы в обеспечении комплектования авиации, безопасности полетов, сохранения и укрепления состояния здоровья авиационных специалистов государственной авиации и продлении летного долголетия является врачебно-летная экспертиза (ВЛЭ). Одним из основных

Таблица 1. Средние и стандартные отклонения показателей для групп летного состава и результаты множественных сравнений / Average and standard deviations of indicators for flight crews and results of multiple comparisons

Показатель	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Различия
Продолжительность заболевания, лет / Duration of disease, years	2; (0,5; 4)	5; (1; 8)	6; (2; 13)	1 v 3
Продолжительность службы, лет / Length of service, years	19,8±8,1	18,2±7,0	24,8±6,9	3 v 1, 2
Масса тела, кг / Weight, kg	88±9	90±13	97±14	1 v 3
Индекс массы тела (ИМТ), кг/см ² / The body mass index (BMI), kg/cm ²	27,6±2,7	28,3±3,3	31,1±4,4	3 v 1, 2
Систолическое АД (САД), мм рт.ст. / Systolic blood pressure, mm Hg	139±9	148±10	154±18	1 v 3
Диастолическое АД (ДАД), мм рт.ст. / Diastolic blood pressure, mm Hg	85±7	93±8	95±10	1 v 2, 3
Окружность грудной клетки, см / Chest circumference, cm	106±6	105±9	110±9	2 v 3
Пульсовое АД, мм рт.ст. / Pulse blood pressure, mm Hg	54±5	55±7	59±10	1 v 3
Средне динамическое АД, мм рт.ст. / Average dynamic blood pressure, mm Hg	103±7	111±8	115±12	1 v 2, 3
Индекс периферического сосудистого сопротивления, усл.ед / Peripheral vascular resistance index, conventional units	2373±350	2790±524	2690±457	1 v 2, 3
Индекс Робинсона, усл.ед / The Robinson's index, conv. units	103±13	106±12	112±18	1 v 3
Вегетативный индекс Кердо, усл.ед / Vegetative Kerdo index, conv. units	-17±12	-30±15	-31±16	1 v 2, 3
Глюкоза, ммоль/л / Glucose, mmol/l	4,4±0,7	4,8±0,7	5,9±1,5	3 v 1, 2
Показатель	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Различия
Продолжительность заболевания, лет / Duration of disease, years	2; (0,5; 4)	5; (1; 8)	6; (2; 13)	1 v 3
Продолжительность службы, лет / Length of service, years	19,8±8,1	18,2±7,0	24,8±6,9	3 v 1, 2
Масса тела, кг / Weight, kg	88±9	90±13	97±14	1 v 3
Индекс массы тела (ИМТ), кг/см ² / The body mass index (BMI), kg/cm ²	27,6±2,7	28,3±3,3	31,1±4,4	3 v 1, 2
Систолическое АД (САД), мм рт.ст. / Systolic blood pressure, mm Hg	139±9	148±10	154±18	1 v 3
Диастолическое АД (ДАД), мм рт.ст. / Diastolic blood pressure, mm Hg	85±7	93±8	95±10	1 v 2, 3
Окружность грудной клетки, см / Chest circumference, cm	106±6	105±9	110±9	2 v 3
Пульсовое АД, мм рт.ст. / Pulse blood pressure, mm Hg	54±5	55±7	59±10	1 v 3
Средне динамическое АД, мм рт.ст. / Average dynamic blood pressure, mm Hg	103±7	111±8	115±12	1 v 2, 3
Индекс периферического сосудистого сопротивления, усл.ед / Peripheral vascular resistance index, conventional units	2373±350	2790±524	2690±457	1 v 2, 3
Индекс Робинсона, усл.ед / The Robinson's index, conv. units	103±13	106±12	112±18	1 v 3
Вегетативный индекс Кердо, усл.ед / Vegetative Kerdo index, conv. units	-17±12	-30±15	-31±16	1 v 2, 3
Глюкоза, ммоль/л / Glucose, mmol/l	4,4±0,7	4,8±0,7	5,9±1,5	3 v 1, 2

принципов ВЛЭ является донозологический принцип, в основе которого лежит разработка и обоснование методов ранней диагностики заболеваний на грани нормы и патологии [5, с. 56; 6, с. 57].

На первом этапе выполнены серии эпидемиологических и клиничко-инструментальных исследований 164 лиц мужского пола в возрасте от 24 до 57 лет, из них 100 (61%) авиационных специалистов государственной авиации с установленным диагнозом ГБ, которые были разделены на 3 основные группы: годные к летной работе (группа 1), не годные к летной работе по состоянию здоровья (группа 2), не годные к военной службе (группа 3). Средний возраст основных групп составил 42,6 года. В качестве контрольной группы выступили 29 (17,7%) мужчин с диагнозом «здоров», деятельность которых не связана с летной работой (контрольная группа), средний возраст — 37,6 лет, диапазон (30–44) года.

Программа обследования больных включала: общеклинические, лабораторные, клиничко-инструментальные и клиничко-функциональные методы исследования. В состав лабораторных исследований входили общеклинические анализы крови, биохимическое исследование крови, общий анализ мочи. Клиничко-инструментальные методы исследования включали: электрокардиографическое (ЭКГ) и эхокардиографическое (ЭХОКГ) исследование. Клиничко-функциональные методы исследования включали суточное мониторирование АД и нагрузочную велоэргометрию.

На втором этапе исследования была проведена статистическая обработка полученных данных с применением различных методов статистического анализа. Был проведен разведочный анализ, включающий в себя кластерный анализ, анализ главных компонент (ГК) и дискриминантный анализ по первым десяти ГК. Различия получилось сильно значимым ($p < 0,001$) при вероятности правильной классификации 75%. Пошаговый отбор оставил только три первых ГК при той же значимости ($p < 0,001$) и вероятности правильной классификации 69%. Поскольку разведочный анализ показал достаточную однородность групп и хорошую близость распределений количественных показателей к нормальному, для сравнения групп был использован однофакторный дисперсионный анализ ANOVA с *post-hoc* попарным сравнением средних методом Шеффе.

В таблице 1 приведены средние и стандартные отклонения для трех групп летчиков, *p*-значения и результаты множественных сравнений Шеффе.

Примечание. Полу жирным шрифтом указаны группы, между которыми выявлены статистически значимые

различия ($p < 0,05$). Например, 1 v 3 означает различие между 1 и 3 группами, а 1 v 2,3 означает различие между 1 группой и 2, 3 группами.

Из результатов множественных сравнений значимые различия группы летного состава с ГБ, допущенных к летной работе, от других групп летного состава выявлены по следующим показателям: продолжительность заболевания, продолжительность службы, ИМТ, САД, ДАД, пульсовое АД, среднединамическое АД, индекс периферического сопротивления сосудов, вегетативный индекс Кердо.

Изучение структуры показателей, характеризующих исследуемый контингент, и результатов анализа на предыдущих этапах исследования показало, что необходимо вместо 11 показателей, тесно связанных между собой по смыслу и вычисляемых по значениям ЧСС, САД и ДАД, ввести новый интегральный показатель, содержащий максимум информации об этих показателях. Для этого, с использованием стандартного способа построения 1-й главной компоненты был введен фактор «степень выраженности (прогрессирования) АГ».

Далее были рассмотрены связи данного фактора с остальными показателями в каждой группе в отдельности. В группе летного состава с ГБ, годных к летной работе, множественный регрессионный анализ с пошаговым отбором наиболее информативных показателей оставил два показателя, окружность груди и индекс массы миокарда левого желудочка (ИММ ЛЖ) при множественном коэффициенте корреляции $R = 0,69$ и $p < 0,002$.

В результате проведенного анализа установлено, что у летного состава с ГБ по мере прогрессирования заболевания значение фактора «степень выраженности (прогрессирования) АГ» возрастает. При этом некоторое снижение значения данного фактора в группе дисквалифицированных с летной работы можно объяснить началом проведения медикаментозной гипотензивной терапии. Также было выявлено, что наиболее значимыми признаками раннего развития ГБ у летчиков является увеличение индекса массы миокарда выше 125 г/м².

Признаки, выявленные в группе здоровых лиц: рост, масса тела и ИМТ, можно рассматривать как базовые для всех групп, значение которых влияет на раннее развитие ГБ.

По результатам множественного регрессионного анализа, проведенного относительно фактора «степень выраженности (прогрессирования) АГ» с пошаговым отбором наиболее информативных показателей, было выявлено, что возраст летчика (старше $39,8 \pm 6,8$ лет), как не модифицируемый фактор риска развития сердеч-

Таблица 2. Статистически значимые соотношения исследованных показателей относительно классности летчика / Statistically significant ratios of the studied indicators regarding the class of the pilot

Показатель	Летчик снайпер n=14	Летчик 1 класса n=53	Летчик 2 класса n=21	Летчик 3 класса n=12	Различия
Продолжительность заболевания, лет / Duration of disease, years	8,5; (4; 13)	5; (2; 9)	3; (1; 5)	1; (0,8; 2)	4 v 1, 2
Через сколько лет установлен диагноз ГБ после начала летной работы, лет / How many years after the diagnosis of hypertension after the beginning of flight work, years	20,9±7,8	16,5±7,4	11,5±6,2	10,3±7,0	1 v 3, 4
Продолжительность работы, лет / Duration of work, years	30,4±3,5	23,0±6,1	15,6±5,1	13,3±7,8	1 v 2–4 2 v 3, 4
Возраст, лет / Age, years	50,9±4,1	43,9±5,6	37,9±4,6	35,3±4,5	1 v 2–4 2 v 3, 4
Общий холестерин, ммоль/л / Total cholesterol, mmol/l	6,5±1,0	5,8±1,3	5,9±1,3	4,6±0,9	4 v 1, 2

но-сосудистых заболеваний, также влияет на раннюю дисквалификацию с летной работы.

Наиболее значимыми признаками течения ГБ, приводящими лётчиков к увольнению: метаболические изменения, выявленные на ЭКГ; выявление рентгенологических признаков развития ГБ (расширение тени сердца, уплотнение аорты); выявление зон гипокинезии/акинезии в миокарде по данным ЭХОКГ; выявление гипертрофии левого желудочка на ЭКГ.

Для трех основных групп летчиков были исследованы связи набора непрерывных показателей с дискретными. Для этого был использован однофакторный дисперсионный анализ ANOVA. Далее приводятся только те показатели, с которыми выявлена статистически значимая ($p < 0,01$) связь. Связи, выявленные с показателем классность летчика, представлены в таблице 2.

Из табл. 2 следует, что продолжительность заболевания у исследованных групп летчиков увеличивается в зависимости от классности (налета), а также в соответствии с динамикой возраста и продолжительностью работы.

Также у групп исследованного летчиков наблюдается тенденция к более ранней установке диагноза ГБ после начала летной работы, что объясняется улучшением качества диагностики, распространением и развитием инструментальных методов исследования.

Признаки соединительнотканной дисплазии выявляются у летчиков в возрасте 44,6±7,1 лет ($p=0,008$), продолжительность военной службы при этом составляет 23,4±7,8 лет ($p=0,01$).

Установлено, что наличие признаков ГБ при проведении рентгенографии связано с возрастом, который составляет 47,7±5,4 лет, ИМТ 31,2±4,1 кг/м². При этом уровень АГ достигает второй степени при продолжительности заболевания в среднем 6,5 лет.

Обнаружение метаболических изменений на ЭКГ выявлено у летчиков с ИМТ 31,2±4,5 кг/м² ($p=0,003$).

Нарушения ритма по ЭКГ выявлены у 16 летчиков, при этом САД и среднединамическое АД у них значительно различались от остальных пациентов, и составили соответственно 140±17 мм рт.ст. ($p=0,01$) и 105±12 мм рт.ст. ($p=0,009$).

Гипертрофия ЛЖ на ЭКГ была выявлена у 20 авиационных специалистов с ИМТ 31,6±4,1 кг/м² и отсутствовала у 80 летчиков с ИМТ 28,7±3,7 кг/м² ($p=0,003$).

Нагрузочная проба на велоэргометре была положительная у 43 исследуемых, и данный показатель связан с уровнем САД (153±15 мм рт.ст.), ДАД (95±9 мм рт.ст.), среднединамическим АД (114±11 мм рт.ст.) и индексом Робинсона (112±17 усл.ед.). Данные показатели статистически различались от лиц летного состава с отрицательной ВЭМ пробой в сторону увеличения ($p < 0,008$).

Обращает на себя внимание тот факт, что разница в продолжительности заболевания у пациентов с нормальным ИММ ЛЖ и с ИММ ЛЖ выше нормы составляет, в среднем, 3 года, что в последствии ведет к дисквалификации с летной работы.

Увеличение массы миокарда левого желудочка (ММЛЖ) было выявлено у 46 пациентов, ИМТ у которых

составлял $30,4 \pm 3,9$ кг/м², окружность грудной клетки 110 ± 9 см, масса тела 97 ± 14 кг. Данные показатели статистически различались от лиц летного состава с нормальной ММЛЖ в сторону увеличения ($p < 0,01$).

Признаки дисфункции миокарда по ЭХОКГ выявлялись у летного состава в возрасте $46,4 \pm 7,0$ лет, продолжительность военной службы которых составила $25,6 \pm 7,7$ лет.

Таким образом, факторы авиационного труда негативно влияют на развитие и характер течения ГБ, при этом летная работа является самостоятельным фактором риска развития данной нозологии.

Выявленные взаимосвязи факторов риска развития ГБ и параметров морфо-функционального состояния сердечно-сосудистой системы у летного состава, сопровождающаяся описанными изменениями, определяют

критические показатели, характеризующие течение заболевания в период до и после дисквалификации с летной работы, которые должны учитываться при составлении алгоритма ранней диагностики.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Соответствие принципам этики

Материалы статьи разрешены к опубликованию заключением комиссии филиала № 2 ФГБУ «3 ЦВКГ имени А.А. Вишневого» от 10.07.19 г. Каждым пациентом было подписано индивидуальное согласие на участие в исследовании.

ЛИТЕРАТУРА

- Благинин А. А. Основные направления совершенствования медицинского обеспечения полётов авиации ВВС в современных условиях // Воен.-мед. журн. 2014. Т. 335, № 2.
- Благинин А.А., Щегольков А. М., Горнов С. В., Клишко В. В., Горнов В. В. Раннее выявление гипертонической болезни у летчиков и их медицинская реабилитация // Вестник восстановительной медицины. 2016. — № 4 (74).
- Кардиоваскулярная профилактика. Национальные рекомендации. Разработаны Комитетом экспертов Всероссийского научного общества кардиологов и Национальным научным обществом «Кардиоваскулярная профилактика и реабилитация». Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2011; 10(6); Прил. 2
- Кардиология. Гематология / под ред. Николаса А. Буна, Ники Р. Колледжа, и др.; пер. с англ. под ред. В. И. Маколкина, В. И. Ершова. М.: ООО «Рид Элсивер», 2009. — 288 с. — (Серия «Внутренние болезни по Дэвидсону» / под общ. ред. Н. А. Мухина). Перевод изд. Davidson's Principles and Practice of Medicine, 20th edition / Nicholas A. Boon, Nicki R. Colledge, Brian R. Walker, John Hunter.
- Чаплюк А.Л., Вовкодав В. С., Чурилов Ю. К., Клепиков А. Н. Методологические основы современного этапа медицинского освидетельствования летного состава государственной авиации // Воен.-мед. журн. 2014. Т. 335, № 10.
- Пономаренко В.А., Ворона А. А. Предпосылки для развития профилактической военной авиационной медицины // Воен.-мед. журн. 2014. Т. 335, № 10.
- Рекомендации по лечению больных с артериальной гипертензией. Разработаны рабочей группой по лечению артериальной гипертензии Европейского общества кардиологов (ЕОК, ESC) и Европейского общества по артериальной гипертензии (ЕОАГ, ESH). — European Heart Journal. 2018. Т. 39. doi:10.1093/eurheartj/ehy339.
- Российский статистический ежегодник. 2014: Стат. сб. / Росстат. М., 2014.
- World Health Organization — Noncommunicable Diseases (NCD) Country Profiles [Электронный ресурс], 2018. Режим доступа: http://www.who.int/nmh/countries/rus_en.pdf?ua=1, свободный (30.04.2019).
- World Health Organization. A global brief on Hypertension: Silent killer, global public health crisis [Электронный ресурс], 2013. Режим доступа: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/79059/1/WHO_DCO_WHD_2013.2_eng.pdf?ua=1, свободный (30.04.2019).

© Косухин Евгений Серафимович (ekosuhin@mail.ru), Щегольков Александр Михайлович,

Макиев Руслан Гайозович (moro555@yandex.ru),

Анучкин Александр Анатольевич (terapevtreab@yandex.ru), Горнов Виталий Валерьевич (vgornov@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИНВАЗИВНАЯ ОЦЕНКА ЦЕНТРАЛЬНОГО АОРТАЛЬНОГО АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ, ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ БЕТА-БЛОКАТОРОВ ПРОТИВ НЕ-БЕТА-БЛОКАТОРОВ И ИХ КОРРЕЛЯЦИЯ С ТЯЖЕСТЬЮ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА У БОЛЬНЫХ ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ

Кошимбаева Лейла Акиновна

Терапевт, ГБУЗ ГКБ 1 г. Нальчика; дежурный кардиолог, ГБУЗ КГБ 2 г. Нальчика
azarar@rambler.ru

INVASIVE ASSESSMENT OF CENTRAL AORTIC BLOOD PRESSURE, DIFFERENTIAL EFFECT OF BETA-BLOCKERS VERSUS NON-BETA-BLOCKERS AND THEIR CORRELATION WITH THE SEVERITY OF CORONARY HEART DISEASE IN HYPERTENSIVE PATIENTS

L. Koshimbaeva

Summary. Different classes of antihypertensive agents have different effects on Central blood pressure. Central systolic and pulse pressure cannot be accurately inferred from brachial blood pressure. Thus, there is potential for treating or overtreating hypertension based on shoulder blood pressure readings. Demographic and clinical indicators were comparable between patients in different groups of antihypertensive therapy. The mean systolic blood pressure difference (SBP) and mean pulse pressure (PP) ratios between the beta-blocker and non-beta-blocker groups were significantly different ($p < 0.0001$) and ($p = < 0.0001$), respectively. The mean Central SBP difference and the mean pressure ratio between the beta blocker and the beta blocker combination groups differed significantly, ($P < 0.0001$ and $p = 0.0005$, respectively). The mean SBP difference and mean PP ratio also differed significantly for beta-blocker monotherapy compared to non-beta-blocker drugs individually. In each group of antihypertensive therapy, the middle and severe groups of coronary heart disease had significantly higher levels of Central PP.

Keywords: Central aortic blood pressure, beta blockers, coronary heart disease.

Аннотация. Различные классы антигипертензивных средств оказывают различное влияние на Центральное кровяное давление. Центральное систолическое и пульсовое давление не может быть точно выведено из плечевого кровяного давления. Таким образом, существует потенциал для лечения или чрезмерного лечения гипертонии на основе показателей плечевого кровяного давления. Демографические и клинические показатели были сопоставимы между пациентами в разных группах антигипертензивной терапии. Средние значения разности систолического артериального давления (SBP) и отношения среднего пульсового давления (PP) между группами бета-блокаторов и не-бета-блокаторов были достоверно различны ($p < 0,0001$) и ($p = < 0,0001$) соответственно. Средняя центральная разница SBP и средние значения отношения давления между бета блокатором и групп комбинации бета блокатора значительно отличались, ($P < 0.0001$ и $p = 0.0005$ соответственно). Средняя разница SBP и среднее отношение PP также значительно отличались для монотерапии бета-блокатором по сравнению с препаратами, не являющимися бета-блокаторами, индивидуально. В каждой группе антигипертензивной терапии средние и тяжелые группы ишемической болезни сердца имели значительно более высокие уровни Центрального PP.

Ключевые слова: Центральное аортальное артериальное давление, бета-блокаторы, ишемическая болезнь сердца.

Обоснование

Гипертония является одним из основных факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний. Он определяется как длительное повышение плечевого артериального давления. Систолическое давление обычно усиливается при измерении периферического. Следовательно, плечевое давление, измеренное в кли-

нической практике, не отражает истинное кровяное давление. Центральное аортальное давление отражает сердечную постнагрузку и перфузию и поэтому является лучшим показателем сердечно-сосудистых исходов. Снижение артериального давления влияние различных антигипертензивных препаратов может быть точно оценено по Центральному аортальному давлению. Далее было показано, что центральное аортальное кровяное

давление превосходит в прогнозировании исхода пациента по сравнению с соответствующим периферическим артериальным давлением. Предыдущие исследования показали, что различные классы антигипертензивных препаратов оказывают различное влияние на центральное аортальное давление, несмотря на сходные эффекты на плечевую артериальную кровяное давление. Это может быть важной причиной различных клинических исходов при применении различных классов антигипертензивных средств. Бета-блокаторы ассоциированы с более высокой частотой инсультов по сравнению с другими широко используемыми антигипертензивными средствами [2, с. 50]. Это может быть связано с тем, что бета-блокаторы, несмотря на адекватное снижение артериального давления в плечевой артерии, не снижают центральное аортальное кровяное давление в той же степени, что и другие антигипертензивные средства.

Все пациенты прошли детальный анамнез и физикальное обследование. Обычные исследования крови включали гемоглобин, общий лейкоцитарный индекс, дифференциальный лейкоцитарный индекс, мочевину крови, креатинин сыворотки, натрий/ калий сыворотки и случайные тесты сахара в крови. Также был исследован липидный профиль сыворотки крови. 2-я эхокардиография была выполнена для выявления пациентов с ЛЖ >50%, что явилось критерием включения. Нитраты имеют короткую продолжительность действия. Таким образом, пациентам, которым назначали нитраты, не вводили нитраты в день КАГ, чтобы исключить какое-либо мешающее влияние на кровяное давление. Только несколько пациентов жаловались на стенокардию во время КАГ, поэтому им вводили сублингвальный нитрат после измерения Центрального аортального давления и плечевого артериального давления [6, с. 99].

Продолжительность исследования

Исследование продолжалось с февраля 2019 г. по май 2019 г.

Описание медицинского вмешательства

Образцы для исследования получены методом венопункции с забором проб крови в пробирки с антикоагулянтом ЭДТА.

Конечной точкой исследования являлось подтверждение влияния бета-блокаторов против не-бета блокаторов у больных с гипертонической болезнью.

Плечевое кровяное давление измеряли в трех экземплярах в правой руке с помощью манжеты ртутного сфигмоманометра. Больной отдыхал в сидячем поло-

жении в течение 5 мин до оценки АД. Диастолическое давление регистрировалось при исчезновении звуков Короткова. Среднее из трех измерений регистрировалось как систолическое и диастолическое артериальное давление в плечевом суставе. Пульсовое давление рассчитывали, как разность между систолическим и диастолическим давлением в плечевом суставе [1, с. 9].

Во время проведения КАГ в лаборатории катетеризации регистрировали центральное аортальное давление. КАГ выполняли через бедренный (в основном) или лучевой доступ. Перед проведением КАГ регистрировали центральное аортальное систолическое и диастолическое давление с помощью кончика ангиографического катетера в восходящей аорте. Дистальный конец ангиографического катетера был соединен с куполом датчика (Medex Medical Ltd., Haslingden, Lancashire, UK), чтобы обеспечить отсутствие воздуха внутри напорной линии. Центральное аортальное систолическое и диастолическое артериальное давление регистрировали по формам сигналов аортального давления, которые появлялись на дисплее монитора.

Оценивалась связь Центрального ПП с тяжестью ИБС. Тяжесть ИБС определялась на основании максимально-го коронарного стеноза, оцениваемого визуально двумя кардиологами во время коронарографии [3, с. 12]. Пациенты с легкой ИБС были исключены, так как атеросклеротическое заболевание вряд ли существенно влияет на жесткость аорты и, следовательно, на Центральное пульсовое давление. Сформированные группы были: (I) нормальная коронарная (n=19); (II) умеренная ИБС: 50% –89% стеноз (n=71) и (III) тяжелая ИБС: ≥90% стеноз (n=36). Поскольку антигипертензивные препараты также влияют на Центральное артериальное давление дифференцированно, мы изучали значения артериального давления среди групп различной степени тяжести ИБС отдельно в «группе ВВ», «группе NBB» и «группе СВВ». Показатели артериального давления в группах умеренной и тяжелой ИБС сравнивались с показателями в группе нормальной коронарной системы.

В этом исследовании приняли участие 212 пациентов. До анализа данных были исключены 42 пациента. Из них 21 пациент имел неконтролируемое артериальное давление, 9 пациентов имели низкий гемоглобин и 12 пациентов имели повышенный уровень креатинина в сыворотке крови.

Основные результаты исследования

Средний возраст для групп ВВ, NBB и СВВ составил 55,06, 56,29 и 55,64 года соответственно. Мужчины внесли свой вклад 39 (79.6%), 12 (66.7%) и 74 (71,8%) пациента в группах ВВ, NBB и СВВ соответственно. Диабет был

Таблица 1. Базовый демографический профиль различных исследовательских групп.

Характеристика	ВВ руки (n=49)	NBB руки (n=18)	СВВ руки (n=103)
Возраст (в среднем ± SD, лет)	55.06	56.29	55.64
<60, (%)	38 (77.6%)	11 (61.1%)	69 (70.0%)
≥60, (%)	11 (22.4%)	7 (38.9%)	34 (33.0%)
Мужчина, кол (%)	39 (79.6%)	12 (66.7%)	74 (71.8%)
Диабет, кол (%)	14 (28.6%)	5 (27.8%)	35 (34.0%)
Курильщик, кол (%)	14(28.6%)	4 (22.2%)	31(30.1%)
Потребление алкоголя, кол (%)	6 (12.2%)	2 (11.1%)	8 (7.7%)
Высота (см)	156.3	160.2	155.3
Вес (кг)	65.4	66.7	66.1
ИМТ (кг / м2)	28.9	25.8	27.5
Общий холестерин (мг/дл)	126	115	121
Глюкоза (мг/дл)	112	109	113
Креатинин (мг/дл)	0.8	0.9	1.0

Таблица 2. Сравнение показателей гемодинамики между всеми исследуемыми группами после лечения.

Параметр	ВВ руки (n=49)	NBB руки (n=18)	СВВ руки (n=103)	P Значение (ВВ vs NBB)	P Значение (ВВ vs СВВ)	P Значение (NBB vs СВВ)
ЧСС (уд / мин)	64.6±4.5	63.2±4.9	64.5±3.4	0.27	0.88	0.16
Плечевой СБП (мм рт. ст.)	131.4±13.0	129.3±15.8	137.2±14.2	0.58	0.04	0.03
Плечевой ДБП (мм рт. ст.)	79.8±5.9	78.3±7.0	82.3±7.9	0.87	0.05	0.04
Плечевой ПП (мм рт. ст.)	51.2±9.9	51.5±10.0	54.5±12.3	0.91	0.10	0.30
Центральный сад (мм рт. ст.)	125.7±12.8	119.3±14.1	127.7±13.9	0.04	0.39	0.02
Центральный ДАД (мм рт. ст.)	80.8±6.0	78.8±6.7	82.7±7.3	0.24	0.11	0.03
Центральный ПП (мм рт. ст.)	44.2±10.5	39.5±9.4	45.3±12.0	0.10	0.58	0.05
- Центральный СБП (СБП СБП плечевого разницу (мм рт. ст.))	5.7±2.1	10.0±2.4	9.5±1.8	<0.0001	<0.0001	0.30
Соотношение ПП	1.15±0.10	1.30±0.08	1.20±0.07	<0.0001	0.0005	0.99

наиболее распространенным фактором риска во всех группах с 14 (28.6%), 5 (27.8%) и 35 (34,0%) пациентов в группах ВВ, NBB и СВВ соответственно. Средний рост, вес, индекс массы тела (ИМТ), уровень общего холестерина, глюкозы и креатинина в группах не сильно различались. Демографические характеристики исследуемой популяции представлены в Таблице 1.

ББ–бета-блокатор монотерапии, ИМТ–индекс массы тела, НБР–сочетание бета-блокаторы, НББ–бета-блокаторов в виде монотерапии.

ВВ против СВВ arm, (p <0.0001). Существенная разница наблюдалась и в показателях РР для ВВ и руку НББ

(P <0,0001) и ВВ и руку НБР, (P <0,0005). Показатели гемодинамики между всеми тремя исследуемыми группами наряду со значениями P представлены в таблице 2.

Значения представлены как среднее ± SD. ВВ — бета-блокатор монотерапия, ВРМ–удары в минуту, СВВ–бета–блокатор комбинированная терапия, ДВР–диастолическое артериальное давление, NBB–не–бета-блокатор монотерапия, РР–пульсовое давление, СБР–систолическое артериальное давление.

Сравнение показателей гемодинамики между монотерапией бета-блокаторами и различными антигипертензивными препаратами было индивидуально.

Таблица 3. Сравнение показателей гемодинамики между группами бета-блокаторов при монотерапии различными антигипертензивными препаратами.

Параметр	ВВ руки (n=49)	CCB (n=8)	ACEI руки (n=4)	ARB руки (n=6)	P Значение (ВВ vs CCB)	P Значение (ВВ vs ACEI)	P Значение (ВВ vs ARB)
ЧСС, уд.	64.6±4.5	65.3±3.9	66.1±4.1	65.6±4.2	0.60	0.60	0.60
Плечевой СБП (мм рт. ст.)	131.4±13.0	134.1±12.1	130.2±10.2	130.1±12.7	0.82	0.82	0.82
Плечевой ДБП (мм рт. ст.)	79.8±5.9	82.2±6.2	80.4±6.7	80.3±7.1	0.84	0.84	0.84
Плечевой ПП (мм рт. ст.)	51.2±9.9	51.9±7.8	49.8±8.8	49.8±7.2	0.73	0.73	0.73
Центральный сад (мм рт. ст.)	125.7±12.8	124.0±11.0	120.0±13.2	120.1±13.7	0.32	0.32	0.32
Центральный ДАД (мм рт. ст.)	80.8±6.0	81.2±5.9	80.1±6.0	82.0±4.7	0.63	0.63	0.63
Центральный ПП (мм рт. ст.)	44.2±10.5	42.8±11.2	39.9±12.2	38.1±8.9	0.17	0.17	0.17
- Центральный СБП (СБП СБП плечевого разницу (мм рт. ст.))	5.7 ± 2.1	10.1±2.4	10.2± 2.1	10.0±1.8	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Соотношение ПП	1.15 ± 0.10	1.21±0.07	1.24± 0.09	1.30± 0.09	0.001	0.001	0.001

Таблица 4. Сравнение гемодинамического профиля между пациентами с нормальными коронарными сосудами и умеренной и тяжелой ИБС на монотерапии бета-блокаторами.

Параметр	Нормальные коронарные сосуды (n=5)	Умеренный ИБС (n=20)	Тяжелый ИБС (n=10)	Значение P (Нормальные коронарные сосуды против умеренного ИБС)	Значение P (Обычные операции против тяжелой ИБС)	Значение P (Умеренный ИБС против тяжелого ИБС)
Плечевой СБП (мм рт. ст.)	122.0±14.4	134.7±14.2	131.0±14.5	0.08	0.27	0.08
Плечевой ДБП (мм рт. ст.)	75.2±7.5	82.0±7.6	80.0±7.5	0.08	0.26	0.08
Плечевой ПП (мм рт. ст.)	46.8±12.2	52.7±12.1	49.0±12.2	0.34	0.74	0.34
Центральный сад (мм рт. ст.)	113.6±14.0	129.9±13.9	124.6±14.2	0.02	0.17	0.02
Центральный ДАД (мм рт. ст.)	76.4±7.0	83.3±7.0	80.0±7.1	0.06	0.36	0.06
Центральный ПП (мм рт. ст.)	30.4±12.0	46.6±12.1	44.6±12.0	0.01	0.05	0.01
Соотношение ПП	1.73±0.18	1.13±0.18	1.10±0.18	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Во всех группах не наблюдалось достоверной разницы в частоте сердечных сокращений, плечевом СБП, плечевом ДБП, плечевом ПП, Центральном СБП, Центральном ДБП и Центральном ПП. СБП значительное различие наблюдается для ББ и АРМ бив (P <0,0001), ББ и ИАПФ руку, (P <0,0001) и ВВ и руку АРБ (P <0,0001). Существенная разница наблюдалась и в показателях PP для ВВ и руку БКК (P=0,001), ББ и ИАПФ руку, (P=0,001) и ВВ и руку АРБ (P=0,001). Сравнительный гемодинамический профиль между различными антигипертензивными препаратами монотерапии и значениями P пред-

ставлены в таблице 3. Разница СБП исследуемых групп после лечения изображена на рисунке 1.

Сравнение гемодинамического профиля между пациентами с нормальными коронарными сосудами и умеренной и тяжелой ИБС на монотерапии бета-блокаторами

Во всех группах не наблюдалось существенной разницы в частоте сердечных сокращений, плечевом СБП, плечевом ДБП, плечевом ПП, Центральном СБП и Цен-

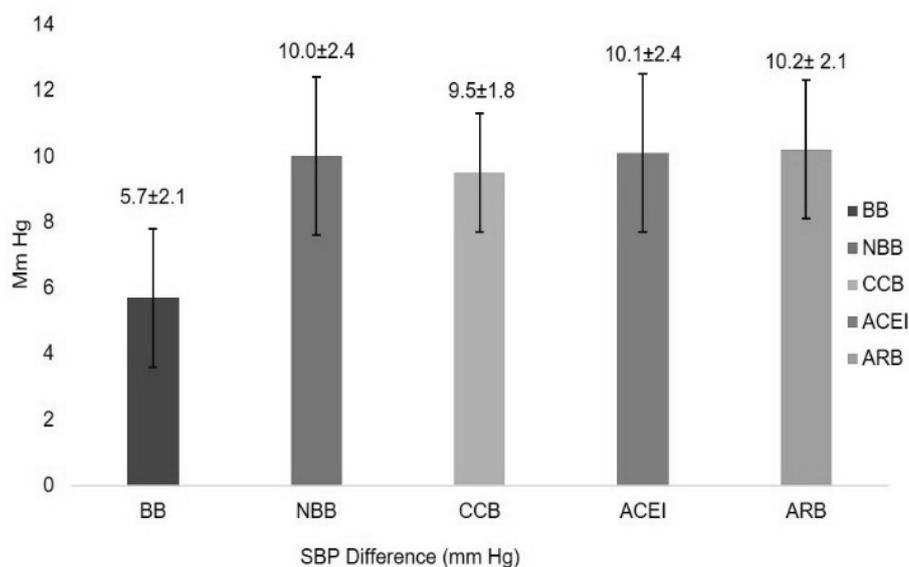


Рис. 1. Разница СБП исследуемых групп после лечения. [BB-бета-блокатор; NBB-не бета-блокатор; CCB — блокатор кальциевых каналов; ИАПФ — ингибитор АПФ; АРБ — блокатор рецепторов ангиотензина].

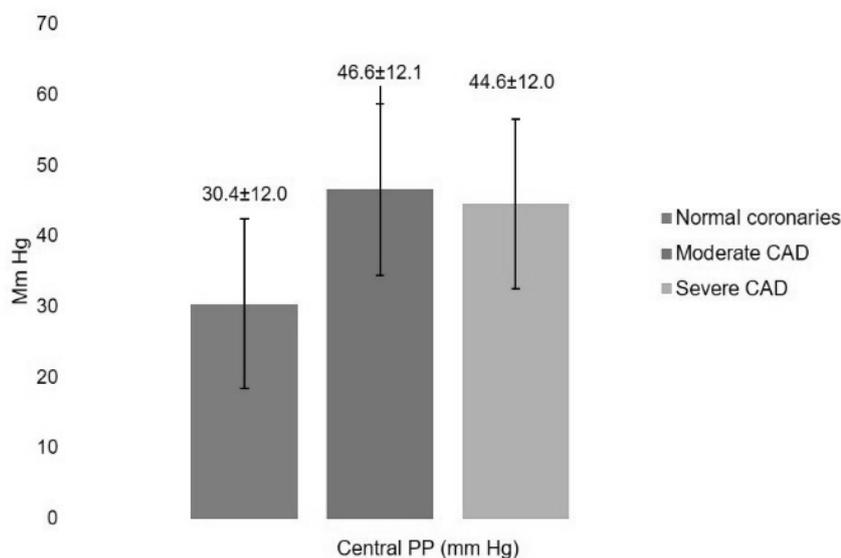


Рис. 2. Центральные ПП пациентов с нормальными коронарными сосудами, умеренной и тяжелой ИБС на монотерапии бета-блокаторами. [ИБС-ишемическая болезнь сердца; PP — пульсовое давление].

тральном ДБП. Центральный ПП был достоверно выше для нормальных коронарных сосудов по сравнению с умеренной ИБС ($P=0,01$), нормальных коронарных сосудов по сравнению с тяжелой ИБС ($P=0,05$) и умеренной ИБС по сравнению с тяжелой ИБС ($P=0,01$). Достоверная разница также наблюдалась в соотношениях PP для нор-

мальных коронарных сосудов против умеренной ИБС ($P<0,0001$), нормальной и тяжелой ИБС ($P<0,0001$) и умеренной ИБС против тяжелой ИБС ($P<0,0001$). Сравнение гемодинамического профиля между группами и значениями P подробно представлено в таблице 4 и проиллюстрировано на рисунке 2.

Таблица 5. Сравнение гемодинамического профиля между пациентами с нормальными коронарными сосудами и умеренной ИБС на не бета-блокаторе

Параметр	Нормальные коронарные сосуды (n=2)	Умеренный ИБС (n=7)	Значение P (Нормальное и умеренное)
Плечевой СБП (мм рт. ст.)	140.0±14.2	135.4±14.4	0.70
Плечевой ДБП (мм рт. ст.)	81.0±7.5	80.6±7.5	0.94
Плечевой ПП (мм рт. ст.)	59.0±12.2	54.8±12.2	0.68
Центральный сад (мм рт. ст.)	129.0±14.0	123.1±14.1	0.59
Центральный ДАД (мм рт. ст.)	85.0±6.9	80.0±7.0	0.40
Центральный ПП (мм рт. ст.)	44.0±12.1	43.1±12.0	0.93
Соотношение ПП	1.33±0.18	1.28±0.18	0.73

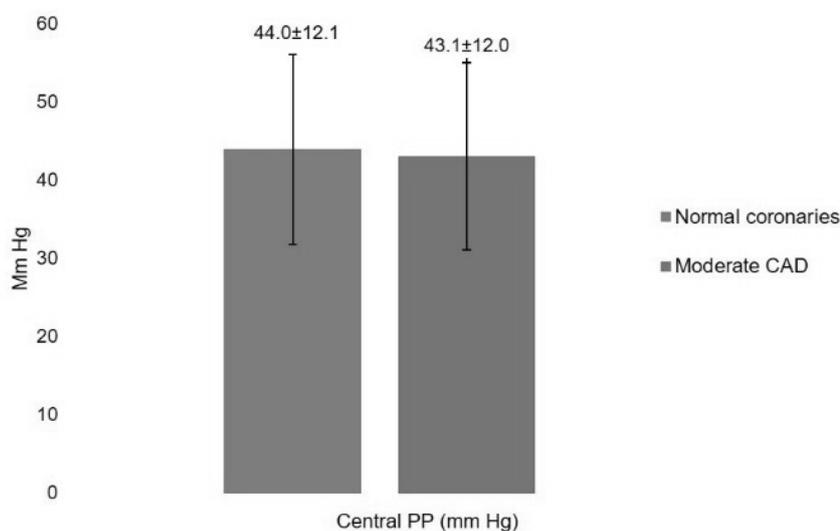


Рис. 3. Центральные ПП пациентов с нормальными коронарными сосудами и умеренными на монотерапии не бета-блокаторами. [PP-импульсное давление].

Сравнение гемодинамического профиля между пациентами с нормальными коронарными сосудами и умеренной ИБС на монотерапии без бета-блокаторов

Не наблюдалось достоверной разницы в частоте сердечных сокращений, плечевом СБП, плечевом ДБП, плечевом ПП, Центральном СБП, Центральном ДБП, Центральном ПП и соотношениях ПП между пациентами с нормальными коронарными сосудами и умеренной ИБС на монотерапии без бета-блокаторов. Сравнение гемодинамических параметров между группами показано в таблице 5 и проиллюстрировано на рисунке 3.

Сравнение гемодинамического профиля между пациентами с нормальными коронарными сосудами и пациентами с умеренной ИБС на фоне комбинированной терапии бета-блокаторами

Во всех группах не наблюдалось существенной разницы в частоте сердечных сокращений, плечевом СБП, плечевом ДБП, плечевом ПП, Центральном СБП и Центральном ДБП. Центральное ПП было значительно ниже, за нормальные коронарные артерии и умеренной ИБС (P=0,009), нормальные коронарные артерии и тяжелой ИБС, (P=0,0004) и умеренной САПР и тяжелой ИБС (P=0,08). Достоверная разница также наблюдалась в соотношениях ПП для нормальных коронарных сосудов против умеренной ИБС (P=0,006) и нормальной против тяжелой ИБС (P=0,002). Параметр гемодинамики между группами и значения p приведены в Табл. 6

Обсуждение

Мы провели это исследование (I), чтобы оценить эффекты широко используемых антигипертензивных

Таблица 6. сравнение гемодинамического профиля между пациентами с нормальными коронарными сосудами и пациентами с умеренной и тяжелой ИБС на фоне комбинированной терапии бета-блокаторами

Параметр	Нормальные коронарные сосуды (n=12)	Умеренная ИБС (n=44)	Тяжелая ИБС (n=25)	Значение P (Нормальные коронарные сосуды против умеренной ИБС)	Значение P (Обычные операции против тяжелой ИБС)	Значение P (Умеренная ИБС против тяжелой ИБС)
Плечевой СБП (мм рт. ст.)	129.3±14.6	136.8±14.7	142.5±14.5	0.12	0.08	0.12
Плечевой ДБП (мм рт. ст.)	82.8±7.5	82.8±7.4	83.5±7.5	0.99	0.79	0.70
Плечевой ПП (мм рт. ст.)	46.5±12.2	53.9±12.3	58.2±12.5	0.07	0.05	0.17
Центральный сад (мм рт. ст.)	118.8±14.3	127.2±14.3	133.8±14.1	0.07	0.02	0.07
Центральный ДАД (мм рт. ст.)	84.8±7.1	82.9±7.0	83.5±7.1	0.40	0.60	0.73
Центральный ДАД (мм рт. ст.)	34.0±12.0	44.6±12.1	50.0±12.1	0.009	0.0004	0.08
Центральный ПП (мм рт. ст.)	1.37±0.18	1.21±0.17	1.16±0.18	0.006	0.002	0.25

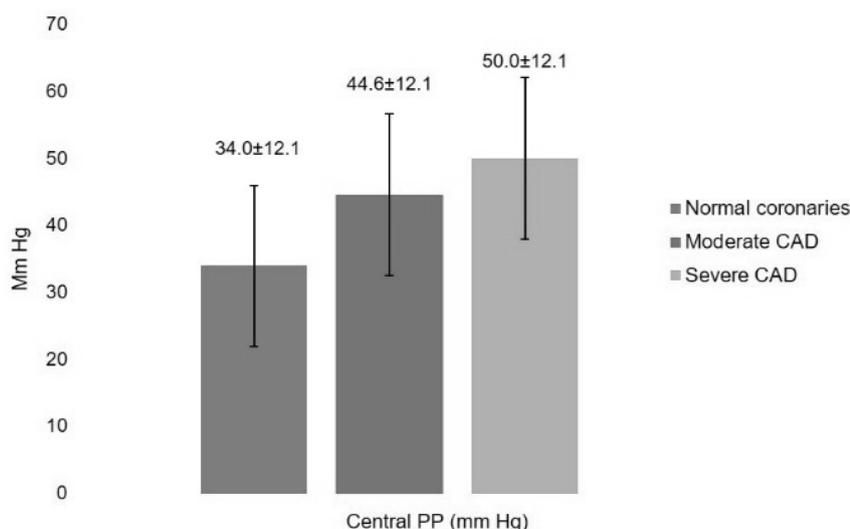


Рис. 4. Центральные ПП пациентов с нормальными коронарными сосудами, умеренной и тяжелой ИБС на комбинированной бета-блокаторной терапии. [ИБС-ишемическая болезнь сердца; PP — пульсовое давление].

препаратов на показатели Центрального аортального давления, измеренного инвазивным способом (II) в исследовании, будет ли центральное аортальное давление снижаться в меньшей степени с бета-адреноблокаторами, по сравнению с другими антигипертензивными препаратами, (III), чтобы изучить, является ли бета-блокаторы и другие антигипертензивные комбинации лекарственных средств оказывать снижение центрального

артериального давления в большей степени, чем то, что достигается с помощью бета-блокаторов при монотерапии и (IV) изучение связи между ПП и ИБС тяжестью.

Взаимосвязь комбинированной терапии (бета-блокатор+ другие антигипертензивные средства) и Центрального аортального давления нуждается в дальнейших исследованиях, чтобы прийти к выводу. Если комбини-

рованная терапия снижает центральное кровяное давление в значительно большей степени, чем монотерапия бета-блокаторами, или до уровней, достигаемых при антигипертензивной монотерапии, то нам не нужно беспокоиться о менее значительном снижении Центрального кровяного давления при монотерапии бета-блокаторами. Всякий раз, когда есть убедительные показания для бета-блокаторной терапии, комбинация бета-блокатора и ACEI/ARB/CCB должна быть предпочтительнее монотерапии бета-блокатором для контроля артериального давления.

Есть несколько ограничений этого исследования. Во-первых, это исследование было только наблюдательным исследованием. Следовательно, рандомизация антигипертензивной терапии не была обязательной. Во-вторых, исследование не было предназначено для проверки влияния различных факторов сердечно-сосудистого риска на Центральное кровяное давление. В-третьих, тип используемого бета-блокатора и роль позиционных изменений, состояния седации и других изменений окружающей среды не учитывались при сравнении плечевого и Центрального давления, что могло повлиять на показания артериального давления. Кроме того, размер выборки в группе САПР был слишком мал, и пациенты с легкой формой САПР были исключены из анализа. Наконец, исследование представляло собой одноточечное поперечное исследование; таким обра-

зом, не было никакого наблюдения за пациентами для оценки влияния Центрального аортального артериального давления на сердечно-сосудистые исходы с антигипертензивной терапией.

Заключение

Центральное систолическое и пульсовое давление в аорте снижаются в большей степени при комбинированной терапии ACEI/ARB/CCB бета-блокатором по сравнению с монотерапией бета-блокатором. Снижение Центрального систолического и пульсового давления при этой комбинированной терапии аналогично степени, полученной при монотерапии ACEI/ARB/CCB. Центральное пульсовое давление достоверно выше у пациентов с умеренной и тяжелой ИБС по сравнению с пациентами с нормальными коронарными сосудами. Поскольку как повышение Центрального пульсового давления, так и прогрессирование тяжести ИБС параллельно с атеросклерозом аорты, высокое центральное пульсовое давление может быть маркером тяжелой ИБС. Различные классы антигипертензивных средств оказывают различное влияние на Центральное кровяное давление, и центральное систолическое и пульсовое давление не может быть точно выведено из плечевого кровяного давления. Это исследование подчеркивает потенциал для недолевивания или чрезмерного лечения гипертонии на основе целей плечевого кровяного давления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голдборд У. Эффективны ли бета-блокаторы в качестве терапии первой линии при артериальной гипертонии у пожилых людей? Систематический обзор. 2008; 279(23):1903–7.
2. Кайпер Л, Хан Н. Атенолол против нонатенолола β-блокаторы для лечения артериальной гипертонии: мета-анализ. 2015; 3 (Suppl): S47–53.
3. Паньер Б.М, Герин А. П. Различные аортальные рефлекторные волновые реакции после длительного ингибирования ангиотензинпревращающего фермента и бета-блокатора при эссенциальной гипертонии. Систематический обзор. 2009; 28(12):1074–7.
4. Уодделл Т., Кингвелл Б. Каротидное давление является лучшим предиктором тяжести ишемической болезни сердца, чем плечевое давление. Гипертония. 2011; 38(4):927–31.
5. Хан Н, Макалистер ФА. Повторное изучение эффективности бета-блокаторов для лечения артериальной гипертонии: мета-анализ. CMAJ. 2006; 174(12):1737–42.
6. Шарман Е. Валидация обобщенной передаточной функции для неинвазивного получения Центрального артериального давления во время физической нагрузки. Гипертония. 2016; 47(6):1203–8.

© Кошимбаева Лейла Акыновна (azarar@rambler.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЗУБОЧЕЛЮСТНЫЕ АНОМАЛИИ У ПАЦИЕНТОВ С ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ

MAXILLOFACIAL ABNORMALITIES IN PATIENTS WITH CEREBRAL PALSY

A. Malervein

Summary. Currently, cerebral palsy is an urgent medical and social problem due to its prevalence (3–5 cases per 1000 newborns) and a high degree of patient disability. The complexity of the treatment and prophylactic measures in such children is associated with the presence of discoordination of the central nervous system, damage to the motor apparatus, changes in motility, neuropsychiatric diseases and dentoalveolar anomalies. The article discusses the relationship of dentoalveolar anomalies and forms of cerebral palsy.

Keywords: dentofacial anomalies; cerebral palsy; occlusion; orthodontic care; malocclusion.

Малервейн Анна Владимировна

Первый Московский Государственный Медицинский
Университет им. И. М. Сеченова (Сеченовский
Университет), РФ, г. Москва
an.malerv@gmail.com

Аннотация. В настоящее время детский церебральный паралич является актуальной медико-социальной проблемой, что связано его распространенностью (3–5 случаев на 1000 новорожденных) и высокой степенью инвалидизации пациентов. Сложность проведения лечебно-профилактических мероприятий у таких детей связана с наличием дискоординации работы центральной нервной системы, поражениями двигательного аппарата, изменением моторики, психоневрологическими заболеваниями и зубочелюстными аномалиями. В статье рассматривается взаимосвязь зубочелюстных аномалий и форм детского церебрального паралича.

Ключевые слова: зубочелюстные аномалии; детский церебральный паралич; окклюзия; ортодонтическая помощь; неправильный прикус.

Детский церебральный паралич представляет собой комплекс синдромов, относящихся к группе тяжелых заболеваний центральной нервной системы, различающихся по клинической картине, которые возникают в результате дизонтогенеза мозга или его повреждения на различных этапах онтогенеза. Различают несколько форм данного заболевания: спастическая, гемиплегическая, дискинетическая, атаксическая и смешанная. [8, с. 145].

Основное патогенетическое звено в формировании детского церебрального паралича — это гипоксическо-ишемические поражения головного мозга, к развитию которых приводят разнообразные причинные факторы. [1, с. 1242].

Этиологическим фактором, действующим в период внутриутробного развития, является: фетоплацентарная недостаточность, преждевременная отслойка плаценты, токсикозы, нефропатия беременных, резус-конфликт матери и плода, острые или хронические экстрагениальные заболевания у беременной. [2, с. 88].

Во время родов основными факторами риска могут быть: тазовое прилежание плода, кесарево сечение, стремительные, преждевременные, затяжные роды, дискоординированная родовая деятельность, длительный безводный период.

В послеродовом периоде причинным фактором может быть асфиксия и гемолитическая болезнь новоро-

жденного. В первую очередь при гипоксии страдают те участки головного мозга, которые отвечают за позотонические рефлексы, поддержание равновесия и обеспечение двигательных рефлекторных механизмов. [15, с.63]. В результате возникают расстройства мышечного тонуса, парезы и параличи, извращение координации с изменениями психики, речи, зрения, слуха, судорожными припадками, расстройствами чувствительности, патологические двигательные акты. Моторные дефекты касаются не только конечностей и туловища, но и челюстно-лицевой области. [8, с. 145], [19, с. 59].

Все вышеперечисленные факты сочетаются с разнообразными зубочелюстными патологиями, а также затруднением самостоятельного обеспечения адекватной гигиены полости рта.

Материалы и методы

Под наблюдением находилось 40 пациентов со спастическими формами детского церебрального паралича в возрасте 3–15 лет. Исследуемых разделили на три группы с учетом вида и степени тяжести базового диагноза.

Комплексная стоматологическая диагностика включала в себя сбор и анализ жалоб, анамнеза жизни и заболевания, оценку общесоматического состояния ребенка с использованием самых доступных и информативных методов. Особое внимание уделялось выявлению зубочелюстных аномалий, патологий прикуса, нарушений артикуляционного аппарата. Для определения стома-

	Аномалии				
	A зубов	B зубных рядов	C окклюзии	D Сочетанные	E Нейтральная Окклюзия
Спаستическая диплегия n=28 (100,0%)	5 (17,85%)	4 (14,28%)	6 (21,43%)	11 (39,3%)	2 (7,14%)
Гемиплегическая форма n=7 (100,0%)	1 (14,3%)	2 (28,6%)	-	-	4 (57,1%)
Двойная гемиплегия n=5 (100,0%)	1 (20,0%)	1 (20,0%)	-	3 (60,0%)	-
Итого: 40	7	7	6	14	6
	17,5%	17,5%	15,0%	35,0%	15,0%

тологического статуса использовался стандартный смотровой набор (зеркало, зубоврачебный зонд, пинцет).

Результаты и обсуждения

Исходя из данных таблицы зафиксировано, что сочетанные зубочелюстные аномалии у пациентов с детским церебральным параличом встречаются наиболее часто (35%). В то время как с нейтральной формой всего 6 случаев (15%).

У больных со спастической диплегией выявлена достаточно высокая распространенность зубочелюстных патологий (53,5%).

Из столбца A отмечались аномалии: структуры твердых тканей зубов в виде гипоплазии временных и постоянных зубов; прорезывания, проявляющиеся ретенцией зубов; количества зубов в виде гиперодонтии либо гиподонтии; положения зубов чаще супраположение, тортоаномалии, протрузия верхних фронтальных резцов (17,85%). Также были обнаружены явления патологической стираемости.

Из столбца B в большинстве случаев наблюдались изменения формы зубного ряда (седловидная, V-образная), нарушения последовательности и симметричности расположения зубов, а также отмечается нарушение размера зубного ряда: в трансверсальной плоскости чаще было выявлено сужение, в саггитальной- удлинение зубного ряда (14,28%). По вертикальной плоскости обнаружено сочетание вертикальной и саггитальной резцовой дизокклюзии.

Из столбца C зачастую встречалась дистальная, глубокая резцовая окклюзия и дизокклюзия, перекрестный прикус (21,43%). При этом нейтральное смыкание встречалось лишь в небольшом проценте случаев (7,14%).

У второй группы пациентов в основном регистрировался ортогнатический прикус (57,1%). По аналогии были характерны патологии отдельных зубов в виде

аномалий структуры твердых тканей (14,3%), нарушения сроков прорезывания.

У детей с двойной гемиплегией значительно преобладали сочетанные зубочелюстные отклонения во все периоды развития челюстно-лицевой области (60,0%).

При обследовании тонического мышечного напряжения у значительного процента обследуемых регистрировалась спастичность артикуляционных мышц. Такое повышение тонуса приводит к маскообразному лицу, напряжению губ, резкому ограничению артикуляционных движений. Следует подчеркнуть, что у некоторых больных обнаруживался комбинированный характер нарушений, в одних группах могла наблюдаться спастичность (например, в языке), а в других — гипотония мышц (мимическая мускулатура). [22, с. 525], [23, с. 316].

Грудино-ключично-сосцевидные мышцы чаще спастически напряжены, что обеспечивает неправильное положение головы. Артикуляционные и мимические находятся в состоянии гипотонии, поэтому губы вялые, плотно не смыкаются, рот полуоткрыт, выраженное снижение объема артикуляционных движений, нарушение жевания по типу «вялого жевания» и речеобразования. [26, с.4].

У большинства детей отмечалась смешанная губно-язычная форма артикуляции, представляющая собой недифференцированность губных и язычных движений. В дополнение отмечается гиперсаливация, макроглотсия не характерна. [14, с. 407].

У пациентов с детским церебральным параличом выявили оральные синкинезии, то есть любое произвольное движение ребенка сопровождается открыванием рта. Кроме того, наблюдается сохранность рефлекторных движений, усиление глоточного, нёбного рефлексов, а также сохранение врожденных ротовых рефлексов (поискового, хоботового, сосательного). [11, с. 371], [10, с. 46].

Вместе с тем у обследуемых нередко выявляется бруксизм. [28, с. 394]. При этом отмечают выраженное

стирание окклюзионных поверхностей молочных и постоянных зубов, что приводит к снижению высоты нижней трети лица, в следствие чего может развиваться болевая дисфункция височно-нижнечелюстного сустава. [30, с. 261].

Таким образом, в результате исследования стоматологического статуса пациентов с детским церебральным параличом получены данные о частоте и структуре зубочелюстных аномалий, при которых наблюдается синдром взаимного отягощения и взаимообусловленности.

Исправление выявленных дефектов и восстановление функции должно являться частью медицинской, социальной, психолого-педагогической реабилитации больных с детским церебральным параличом. Данная категория больных обоснованно требует повышенного внимания, ответственности и профессионализма врача-стоматолога, выражающиеся в ведении в практику мер по ранней медицинской коррекции и профилактике дефектов, нарушений звукопроизношения, психолого-педагогической и социальной помощи для полной адаптации пациентов в окружающем среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беликова А.А., Микляева Т. А., Шамшадинова А. Р. Особенности ведения стоматологических пациентов со стойкими нарушениями центральной нервной системы // Бюллетень медицинских интернет-конференций. — 2015. — № 10. — С. 1242–1243.
2. Бронников В.А., Данилова М. А., Залазаева Е. А. Влияние перинатальных факторов риска на формирование зубочелюстных и речевых нарушений у детей с церебральным параличом // Вятский медицинский вестник. — 2017. — № 2. — С. 88–92.
3. Бронников В.А., Данилова М. А., Залазаева Е. А. Взаимосвязь состояния окклюзия и речевой функции у детей со спастическими формами церебрального паралича // Ортодонтия. — 2012. — № 4. — С. 4–7.
4. Бронников В.А., Данилова М. А., Залазаева Е. А. Функциональные нарушения челюстно-лицевой области у детей с церебральным параличом // Пермский медицинский журнал. — 2018. — № 2. — С. 26–31.
5. Бронников В.А., Данилова М. А., Залазаева Е. А. Эффективность применения комплекса лечебно-профилактических ортодонтических и реабилитационных мероприятий у детей со спастическими формами церебрального паралича // Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. — 2016. — № 4–2. — С. 68–75.
6. Данилова М.А., Залазаева Е. А. Междисциплинарный подход к диагностике, профилактике и коррекции зубочелюстных и речевых нарушений у детей с церебральным параличом // Российская стоматология. — 2018. — № 11. — С. 45–48.
7. Данилова М.А., Залазаева Е. А. Применение аппарата для коррекции миофункциональных нарушений в профилактике и лечении зубочелюстных и речевых нарушений у детей со спастическими формами церебрального паралича // Бюллетень медицинского интернет-конференций. — 2014. — № 3. — С. 147–150.
8. Залазаева Е. А. Зубочелюстные, речевые и двигательные нарушения у детей со спастическими формами церебрального паралича: этиология, патогенез, профилактика и реабилитация: диссертация канд. мед. наук. — Пермь, 2013. — С. 145.
9. Косюга С.Ю., Осинкина Я. М., Альбицкая Ж. В. Особенности стоматологического здоровья и оказания стоматологической помощи детям с последствиями перинатального поражения центральной нервной системы // Медицинский альманах. — 2016. — № 2. — С. 111–114.
10. Кударина А.С., Садвакасова Н. А. Особенности речевого развития детей с детским церебральным параличом // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2002. — № 2. — С. 46–49.
11. Курптурсунов А. А. Особенности ведения стоматологического амбулаторного приема у детей с ДЦП // Бюллетень медицинских интернет-конференций. — 2014. — № 4. — С. 371–372.
12. Мосейкова А.А., Нечитайло Ю. В., Ожогина Е. А. Особенности ортодонтической помощи детям с детским церебральным параличом // Бюллетень медицинских интернет-конференций. — 2015. — № 12. — С. 1743–1744.
13. Abreu MHNG, de Castilho LS, Pires E Souza LGA, Romualdo LTA. Factors associated with anterior open bite in children with developmental disabilities // Spec Care Dentist. 2018. Vol.38. № 1. P. 46–50.
14. Alves LAC, Ciamponi AL, Guedes R, Yogi H, Determinant factors of malocclusion in children and adolescents with cerebral palsy // Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2018. Vol.154. № 3. P. 405–411.
15. Ayala-Herrera JL, Martínez-Martínez RE, Olvera-Delgado JH, Santos-Díaz MA. Dental Decay and Oral Findings in Children and Adolescents Affected by Different Types of Cerebral Palsy: A Comparative Study // J Clin Pediatr Dent. 2018. Vol. 42. № 1. P. 62–66.
16. Bakarcic D, Grzic R, Jokić NI, Lajnert V, Maricic BM, Prpic I, Vrancic ZR. The Comparison of Malocclusion Prevalence Between Children with Cerebral Palsy and Healthy Children // Coll Antropol. 2015. Vol. 39. № 3. P. 663–666.
17. Bartolomé-Villar B, Diéguez-Pérez M, Mourelle-Martínez MR, de Nova-García MJ. Oral health in children with physical (Cerebral Palsy) and intellectual (Down Syndrome) disabilities: Systematic review I // J Clin Exp Dent. 2016. Vol. 8. № 3. P. 337–343.
18. Bakhsh HH, Evans C, Rada R. Orthodontic care for the behavior-challenged special needs patient // Spec Care Dentist. 2015. Vol. 35. № 3. P. 138–142.
19. de Carvalho RB, Mendes RF, Prado RR Jr. Oral health and oral motor function in children with cerebral palsy // Spec Care Dentist. 2011. Vol. 31. № 2. P. 58–62.
20. Çifter M, Cura N. Orthodontic treatment and follow-up of a patient with cerebral palsy and spastic quadriplegia // Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2016. Vol. 150. № 4. P. 670–678.

21. Fröhlich PC, Pini DM, Rigo L. Oral health evaluation in special needs individuals // *Einstein (Sao Paulo)*. 2016. Vol. 14. № 4. P. 501–507.
22. İşcan HN, Kale-Varlik S, Metin-Gürsoy G. Functional and fixed orthodontic treatment in a child with cerebral palsy // *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014. Vol. 145. № 4. P. 523–533.
23. Jan BM, Jan MM. Dental health of children with cerebral palsy // *Neurosciences (Riyadh)*. 2016. Vol. 21. № 4. P. 314–318.
24. Katz CR. Integrated approach to outpatient dental treatment of a patient with cerebral palsy: a case report // *Spec Care Dentist*. 2012. Vol. 32. № 5. P. 210–217.
25. Kotsailidi EA, Michelogiannakis D, Rossouw PE, Vorrasi JS. Interdisciplinary Management of a Class III Anterior Open Bite Malocclusion in a Patient With Cerebral Palsy // *J Oral Maxillofac Surg*. 2018. Vol. 76. № 12. P. 2648.
26. Martinez-Mihi V, Orellana LM, Silvestre FJ, Silvestre-Rangil J. Resting position of the head and malocclusion in a group of patients with cerebral palsy // *J Clin Exp Dent*. 2014. Vol. 6. № 1. P. 1–6.
27. Martins MT, Oliveira AC, Paiva SM, Pordeus IA. Prevalence and determinant factors of malocclusion in children with special needs // *Eur J Orthod*. 2011. Vol. 33. № 4. P. 413–418.
28. Miamoto CB, Pereira LJ, Paiva SM, Pordeus IA. Severity of malocclusion in patients with cerebral palsy: determinant factors // *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010. Vol. 138. № 4. P. 394.
29. Özcan E, Sabuncuoglu FA. Orthodontic management of a patient with cerebral palsy: six years follow-up // *J Contemp Dent Pract*. 2014. Vol. 15. № 4. P. 491–495.
30. Pereira LJ, Paiva SM, Pordeus IA, Marques LS. Prevalence and risk indicators of temporomandibular disorder signs and symptoms in a pediatric population with spastic cerebral palsy // *J Clin Pediatr Dent*. 2011. Vol. 35. № 3. P. 259–263.

© Малервейн Анна Владимировна (an.malerv@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Первый Московский Государственный Медицинский Университет им. И.М. Сеченова

ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОТОРНЫХ ВЫЗВАННЫХ ОТВЕТОВ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНЫХ ПОСТУРАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

VARIATION IN MOTOR EVOKED RESPONSES OF LOWER LIMB MUSCLES DURING DIFFERENT POSTURAL TASKS

**A. Militskova
E. Mukhametova
T. Baltina**

Summary. A comparative electromyography study of the lower extremity muscles was undertaken in order to compare responses under three experimental conditions: standing with eyes-open on hard and foam surface and with eyes-closed on hard surface.

It was shown that transcutaneous electrical spinal cord stimulation at the level Th11-Th12 with pulse-duration 1ms and 0.1Hz frequency induce monosynaptic refractory responses in the hip and crural muscles while postural tasks performance in healthy subjects. Evoked responses amplitude analysis showed that both elimination of visual control and alteration of supporting surface (standing on foam surface) significantly decrease the amplitude of transcutaneous electrical spinal cord stimulation evoked responses in crural muscles.

Keywords: transcutaneous electrical stimulation of the spinal cord, postsynaptic inhibition, evoked responses, spinal cord, postural control.

Милицкова Алёна Дмитриевна

М.н.с., Казанский (Приволжский) федеральный университет
tamashotmilktea@gmail.com

Мухаметова Эльвира Ришатовна

М.н.с., Казанский (Приволжский) федеральный университет
lviraqpg@gmail.com

Балтина Татьяна Валерьевна

К.б.н., доцент, с.н.с., Казанский (Приволжский) федеральный университет
tvbaltina@gmail.com

Аннотация. Проведен сравнительный анализ характеристик рефлекторных ответов мышц нижних конечностей, вызванных чрескожной электрической стимуляцией спинного мозга в трех экспериментальных условиях: с открытыми глазами на твердой поверхности, с закрытыми глазами на твердой поверхности и с открытыми глазами на мягкой поверхности. Показано, что чрескожная электрическая стимуляция на уровне Th11-Th12 грудных позвонков с частотой 0.1Гц и длительностью стимула 1 мс индуцирует у здоровых испытуемых-добровольцев моносинаптические рефлекторные реакции в мышцах бедра и голени в покое и в условиях выполнения постральных задач. Анализ амплитудных характеристик вызванных ответов показал, что изменение зрительного контроля, равно как и изменение характеристик поверхности опоры при переходе на мягкую поверхность достоверно снижает амплитуду рефлекторных ответов мышц голени, вызванных чрескожной электрической стимуляцией спинного мозга.

Ключевые слова: чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга, постсинаптическое торможение, вызванные ответы, спинной мозг, постральный контроль.

Введение

Механизмы, участвующие в регуляции и поддержании вертикальной позы, являются сложными, однако все они связаны с афферентными и эфферентными взаимодействиями на супраспинальном и спинальном уровнях центральной нервной системы [1]. Ранее для изучения механизмов нейронального контроля постральной устойчивости, применялся ряд методов, таких как электроэнцефалография [2], транскраниальная магнитная стимуляция [3] и исследование Н-рефлекса [4–6]. В недавних работах было показано, что изменение амплитудных характеристик Н-рефлекса m. soleus может отражать адаптивные процессы на спинальном уровне и изменяться параллельно с улучшением пострального контроля во время тренировки

баланса [7, 8]. Тем не менее, во время стояния или двигательной активности не доступно единовременное исследование Н-рефлекса в нескольких мышечных группах нижних конечностей [9], что ограничивает получение информации в пределах одного пула мотонейронов спинного мозга. Относительно недавно был представлен способ неинвазивной стимуляции спинного мозга, как у субъектов с различными неврологическими нарушениями, так и у здоровых испытуемых — метод чрескожной электрической стимуляции спинного мозга (ЧЭССМ) [10]. ЧЭССМ применяется для изучения рефлекторных ответов в проксимальных и дистальных мышцах ног сходных по своим свойствам с Н-рефлексом [11]. Исследование ответов вызванных ЧЭССМ в условиях, когда к системе регуляции вертикальной позы предъявляются повышенные требования, например при ограничении

зрительного контроля и/или при изменении проприоцептивного афферентного входа может позволить более детально исследовать систему постурального контроля. Очевидно, что этот факт предопределяет актуальность исследования с целью более обширного изучения рефлекторных ответов мышц нижних конечностей в процессе поддержания вертикальной позы в различных условиях.

Целью данной работы являлась оценка влияния различных постуральных задач на параметры рефлекторных ответов мышц нижних конечностей, вызванных чрескожной стимуляцией на спинальном уровне у здоровых испытуемых.

Материалы и методы

Экспериментальная работа проводилась на базе научно-исследовательской лаборатории «Двигательная нейрореабилитация» Казанского (Приволжского) федерального университета. В исследовании принимали участие 7 здоровых испытуемых-добровольцев (4 женщины и 3 мужчин) в возрасте от 18 до 23 лет. Участники исследования были информированы о ходе эксперимента и предоставили письменное согласие на процедуры, в соответствии с руководящим принципам Хельсинкской декларации, разработанной Всемирной Медицинской Ассоциацией. Чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга осуществлялась с помощью электронейромиографа Нейро-МВП-8 (Нейрософт, Иваново, Россия) с интенсивностью от 20 до 100мА, длительностью 1мс и частотой 0,2 Гц. Накожный круглый гелевый стимулирующий электрод (катод) диаметром 20 мм устанавливали на уровне Th11–12 позвонков между остистыми отростками. Индифферентные электроды (анод), представляющие собой парные стимулирующие хлорсеребряные электроды прямоугольной формы (45x70 мм), накладывались симметрично на гребни подвздошных костей. Вызванные ответы регистрировались с помощью отводящих электродов с фиксированным (2 см) межэлектродным расстоянием в проекции двигательных точек мышц бедра и голени. Анализировались значения порогов, латентного периода и амплитуды вызванных ответов m.tibialis anterior (TA), m.soleus (SOL), m.rectus femoris (RF), m.biceps femoris (BF).

Испытуемые располагались в вертикальном положении в европейской стойке. Стимуляция проводилась в трех различных экспериментальных условиях: с открытыми глазами на твердой поверхности; с закрытыми глазами на твердой поверхности; с открытыми глазами на мягкой поверхности. Мягкая поверхность обеспечивалась подушкой из плотного поролона высотой 18 см.

Обработка результатов производилась с помощью пакета прикладных программ «Origin Pro 2015»

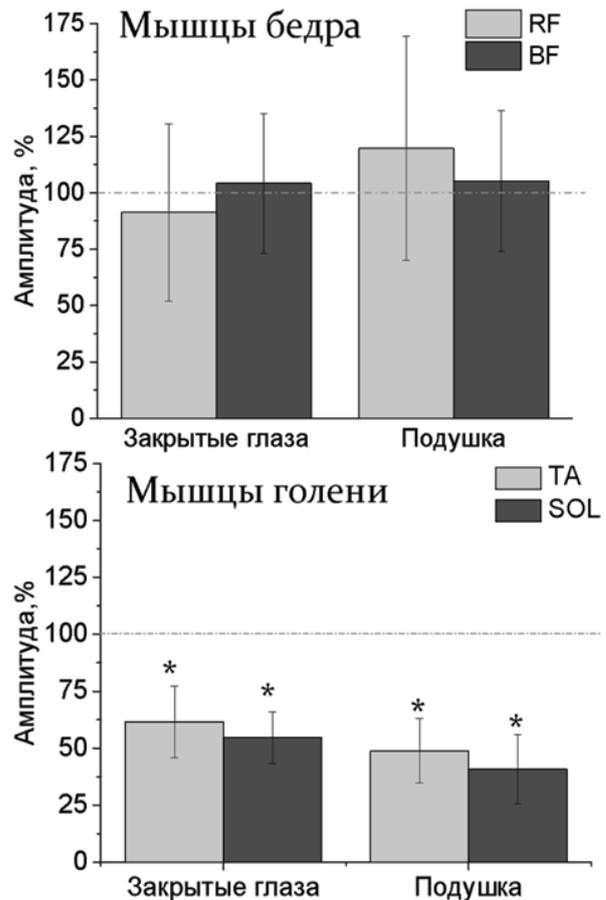


Рис. 1. Изменение максимальной амплитуды вызванных ответов мышц бедра (m. rectus femoris (RF) и m. biceps femoris (BF)) и голени (m. tibialis anterior (TA), m. soleus (SOL)) у испытуемых при стимуляции в различных экспериментальных условиях: закрытые глаза- стоя на твердой поверхности с закрытыми глазами, мягкая поверхность- стоя на мягкой поверхности с открытыми глазами, за 100% принята максимальная амплитуда вызванных ответов с открытыми глазами на твердой поверхности

и «SigmaPlot 11». Результаты представлены в виде $M \pm m$ (среднее значение \pm стандартная ошибка среднего). Статистическую обработку данных проводили с помощью непараметрического критерия Краскелла- Уоллеса. Различия считали значимыми при $p < 0.05$.

Результаты

У всех испытуемых были зарегистрированы вызванные ответы (ВО) мышц нижних конечностей на чрескожную электрическую стимуляцию на уровне Th11-Th12

позвонок во всех экспериментальных условиях. При сравнении усредненных значений порогов и латентного периода ВО мышц нижних конечностей при ЧЭССМ не было выявлено достоверных различий. Так, пороги возникновения ответов ВО анализируемых мышц составляли в среднем: для TA — $62,33 \pm 3,86$ мА; для SOL — $65,23 \pm 4,43$ мА; для RF — $60,44 \pm 6,96$ мА; для BF — $65,71 \pm 4,82$ мА. Латентный период ВО в *m. tibialis anterior* составил в среднем $14,85 \pm 1,11$ мс; латентность ВО в *m. soleus* составила в среднем $16,24 \pm 0,84$ мс; латентность ВО в *m. rectus femoris* составила в среднем $7,76 \pm 0,42$ мс; латентность ВО в *m. biceps femoris* составила в среднем $10,99 \pm 0,28$ мс. В целом, усредненные показатели латентного периода для мышц голени были меньше для мышц бедра (RF и BF), чем для мышц голени (TA и SOL) (рис. 1).

Как видно из рисунка 1, величина амплитуды ответов мышц нижних конечностей вызванных ЧЭССМ в условиях усложнения постральной задачи (при переходе на мягкую поверхность и закрытии глаз) достоверно снижалась в мышцах голени, при этом статистически достоверных различий в мышцах бедра не было обнаружено. Амплитуда в *m. tibialis anterior* в положении стоя на твердой поверхности с закрытыми глазами уменьшилась и составила $81 \pm 14\%$ от уровня контроля ($p < 0,05$), в положении стоя на мягкой поверхности — $58 \pm 11\%$ от уровня контроля ($p < 0,05$). Амплитуда в *m. soleus* в положении стоя на твердой поверхности с закрытыми глазами уменьшилась и составила $68 \pm 12\%$ от уровня контроля ($p < 0,05$), в положении стоя на мягкой поверхности — $54 \pm 14\%$ от уровня контроля ($p < 0,05$). Амплитуда в *m. rectus femoris* в положении стоя на твердой поверхности с закрытыми глазами уменьшилась и составила $91 \pm 28\%$ от уровня контроля, в положении стоя на мягкой поверхности увеличилась и составила $104 \pm 35\%$ от уровня контроля. Амплитуда в *m. biceps femoris* в положении стоя на твердой поверхности с закрытыми глазами в среднем составила $96 \pm 22\%$ от уровня контроля, в положении стоя на мягкой поверхности — $95 \pm 22\%$ от уровня контроля.

Предыдущие исследования показали, что амплитуда моносинаптического рефлекса мышц голени может значительно подавляться во время фазы переноса конечности при движении и увеличиваться во время фазы стояния [12]. Также сообщалось, что амплитуда Н рефлекса *m. soleus* может быть значительно модулирована под влиянием изменения зрительной обратной связи и устойчивости поверхности во время стояния [13, 1]. Снижение амплитуды в моносинаптическом рефлекторном компоненте ВО полученное в ходе данного исследования может также объясняться тем, что в процессе поддержания вертикального положения в условиях усложненной постральной задачи в большей степени вовлекается голеностопный сустав, что приводит к усилению пресинаптического торможения мотонейронов двигательных центров *m. tibialis anterior* и *m. soleus*. Во многом корректировка вертикальной позы обеспечивается движениями в суставах нижних конечностей, однако предполагается, что преимущественно мышцы, осуществляющие движение в голеностопном суставе, служат основным модулятором пострального контроля [14].

Заключение

Таким образом, при переходе на мягкую поверхность и закрытии глаз снижается амплитуда вызванных ответов мышц голени, а амплитуда вызванных ответов мышц бедра не изменяется. Такие параметры, как порог возникновения вызванных ответов и их латентный период, не зависят от изменения постральной задачи. Понимание влияния постральной задачи на параметры вызванных мышечных ответов могут послужить для оптимизации использования ЧЭССМ при восстановлении постральной устойчивости пациентов со спинальной патологией.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18–315–00263.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chen, Y. S. Soleus H-reflex and its relation to static postural control/ Y. S. Chen, S. Zhou // *Gait & posture*. — 2011. — Т. 33, № 2. — P. 169–178.
2. Slobounov, S. Modulation of cortical activity as a result of voluntary postural sway direction: an EEG study/ S. Slobounov, M. Hallett, C. Cao, K. Newell // *Neuroscience letters*. — 2008. — Т. 442, № 3. — P. 309–313.
3. Taube, W. Direct corticospinal pathways contribute to neuromuscular control of perturbed stance/ W. Taube, M. Schubert, M. Gruber, S. Beck, M. Faist, A. Gollhofer // *Journal of applied physiology*. — 2006. — Т. 101, № 2. — P. 420–429.
4. Koceja, D. M. Inhibition of the soleus H-reflex in standing man/ D. M. Koceja, M. H. Trimble, D. R. Earles // *Brain research*. — 1993. — Т. 629, № 1. — P. 155–158.
5. Tokuno, C. D. Control of the triceps surae during the postural sway of quiet standing/ C. D. Tokuno, A. Carpenter, S. J. Thorstensson, A. G. Garland // *Acta Physiologica*. — 2007. — Т. 191, № 3. — P. 229–236.
6. Tokuno, C. D. Sway-dependent modulation of the triceps surae H-reflex during standing/ C. D. Tokuno, M. G. Garland, A. Carpenter, A. Thorstensson, A. G. Cresswell // *Journal of applied physiology*. — 2008. — Т. 104, № 5. — P. 1359–1365.
7. Mynark, R. G. Down training of the elderly soleus H reflex with the use of a spinally induced balance perturbation/ R. G. Mynark, D. M. Koceja // *Journal of Applied Physiology*. — 2002. — Т. 93, № 1. — P. 127–133.

8. Taube, W. Influence of enhanced visual feedback on postural control and spinal reflex modulation during stance/W. Taube, C. Leukel, A. Gollhofer //Experimental brain research. — 2008. — Т. 188, № . 3. — P. 353–361.
9. Mrachacz-Kersting, N. Characterization of the quadriceps stretch reflex during the transition from swing to stance phase of human walking/ N. Mrachacz-Kersting, B. A. Lavoie, J. B. Andersen, T. Sinkjær // Experimental brain research. — 2004. — Т. 159, № . 1. — P. 108–122.
10. Городничев, Р. М. Чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга: неинвазивный способ активации генераторов шагательных движений у человека/ Р. М. Городничев, Е. А. Пивоварова, А. Пухов, С. А. Моисеев, А. А. Савохин, Т. Р. Мошонкина, Н. А. Щербакова, В. А. Селионов, И. Б. Козловская, Р. Эд-жертон, Ю. П. Герасименко //Физиология человека. — 2012. — Т. 38, № . 2. — С. 46–46.
11. Емельяников, Д. В. Оценка возбудимости мотонейронов поясничного утолщения: сравнение Н-рефлекса и метода чрескожной стимуляции спинного мозга/Д. В. Емельяников, Е. Ю. Шапкова, Т. Р. Мошонкина, Ю. П. Герасименко //Физиология человека. — 2016. — Т. 42, № . 3. — С. 32–36.
12. Ferris, D. P. Soleus H-reflex gain in humans walking and running under simulated reduced gravity/D. P. Ferris, P. Aagaard, E. B. Simonsen, C. T. Farley, P. Dyhre-Poulsen //The Journal of physiology. — 2001. — Т. 530, № . 1. — P. 167–180.
13. Taube, W. Spinal and supraspinal adaptations associated with balance training and their functional relevance/ W. Taube, M. Gruber, A. Gollhofer//Acta Physiologica. — 2008. — Т. 193, № . 2. — P. 101–116.
14. Winter, D. A. Ankle muscle stiffness in the control of balance during quiet standing/D. A. Winter, A. E. Ishac, S. Patla, M. G. Rietdyk//Journal of neurophysiology. — 2001. — Т. 85, № . 6. — P. 2630–2633.

© Милицкова Алёна Дмитриевна (mamashotmilktea@gmail.com),

Мухаметова Эльвира Ришатовна (lviraqpg@gmail.com), Балтина Татьяна Валерьевна (tvbaltina@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Казанский (Приволжский) федеральный университет

АДЬЮВАНТНАЯ ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ НЕМЕЛКОКЛЕТОЧНОГО РАКА ЛЕГКОГО, СОВРЕМЕННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ

ADJUVANT RADIATION THERAPY OF NON-SMALL CELL LUNG CANCER, MODERN DIRECTION

**F. Mufazalov
K. Mansurov
V. Zanega**

Summary. Among the diseases of oncological etiology, one of the most common is lung cancer. Annually, around the world, according to statistics, about 2,000,000 new cases of lung cancer are detected, approximately 85%, according to various sources, are non-small cell cancer (NSCLC). The Russian Federation accounts for about 60,000 patients with this pathology, there is a tendency for the growth of this disease.

An advantage in the diagnosis and staging of lung cancer is radiation diagnostic methods. Based on 1998 meta-analyses, regarding the patient's quality of life, the prognosis and tactics of treatment for NSCLC are directly dependent on the accuracy and timeliness of identifying this disease. Modern practical recommendations, treatment of patients with NSCLC, do not include the possibilities of modern radiation therapy. There is a review of existing treatment standards, which various authors focus on.

Clinical radiology is rapidly developing. Modern technology and the effectiveness of radiotherapy, brings with it a decrease in the total radiation load on the body. Based on the foregoing, the quality of postoperative local control is growing, which, in turn, contributes to an increase in overall and without relapse survival.

Keywords: non-small cell lung cancer, postoperative radiation therapy, radiology, practical recommendations.

Муфазалов Фагим Фанисович

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Уфа; ГАУЗ «Республиканский клинический онкологический диспансер» МЗ РБ
prffm@mail.ru*

Мансуров Камиль Вахитович

*ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Уфа; врач рентгенолог, ГАУЗ «Республиканский клинический онкологический диспансер» МЗ РБ
kamilvm@mail.ru*

Занега Вадим Сергеевич

*К.м.н., врач хирург, ГБУЗ РБ ГБ № 1 г. Октябрьский
vadr88@mail.ru*

Аннотация. Среди заболеваний онкологической этиологии, одно из самых распространенных — рак легкого. Ежегодно, по всему миру, по статистике, выявляют около 2 000 000 новых случаев рака легких, примерно 85%, по данным различных источников, приходится на немелкоклеточный рак (НМРЛ). На Российскую Федерацию приходится около 60 000 пациентов с данной патологией, прослеживается тенденция роста данного заболевания.

Преимущество в диагностике и стадировании рака легкого занимают методы лучевой диагностики. На основании мета-анализов 1998 года, в отношении качества жизни пациента, прогноз и тактика лечения НМРЛ, напрямую зависят от точности и своевременности выявления данного заболевания. Современные практические рекомендации, лечения больных НМРЛ, не включают в себя возможности современной лучевой терапии. Имеет место пересмотр имеющихся стандартов лечения, на чем акцентируют внимание различные авторы.

Стремительно развивается клиническая радиология. Современная технология и эффективность радиотерапии, несет в себе снижение общей лучевой нагрузки на организм. Исходя из вышеизложенного, растет качество послеоперационного локального контроля, что, в свою очередь, способствует увеличению общей и без рецидивной выживаемости.

Ключевые слова: немелкоклеточный рак легкого, послеоперационная лучевая терапия, радиология.

Среди онкологических заболеваний, одно из самых распространенных — рак легкого. Ежегодно, по всему миру, по статистике, выявляют около 2 000 000 новых случаев рака легких (по данным GLOBOCAN, 2018), примерно 85%, по данным различных источников, приходится на немелкоклеточный рак (НМРЛ), смертность составляет около 1,8 млн. человек [12]. На Российскую Федерацию приходится около 60

000 пациентов с данной патологией, прослеживается тенденция роста данного заболевания.

На ранних стадиях (I, II и IIIA стадии) у пациентов с НМРЛ, основным методом лечения, считается хирургическое вмешательство с последующей химиотерапией. Как правило, пациенты с НМРЛ поддаются хирургическому лечению, лучше, чем пациенты с мелкоклеточным

раком легких. Пятилетняя выживаемость после радикальной операции приблизительно 60–90% при I стадии, 30–70% при II стадии, и 10–30% при IIIA стадии [10].

Исследования по поводу лучевой терапии, у пациентов перенесших радикальное хирургическое вмешательство, по поводу НМРЛ, до настоящего времени, остаются недостаточно изученными. Так же, стоит отметить, что локальный контроль достигает своего максимума при проведении послеоперационной лучевой терапии (ПОЛТ). Принимая во внимание высокий процент локального рецидива после оперативного лечения и адъювантной химиотерапии, стоит задуматься о сочетании химио- и лучевой терапии.

Чаще всего, обнаружение НМРЛ, на ранних стадиях, является случайной находкой. Около 70% пациентов обращаются за помощью на IIIB — IV стадии, связано это с бессимптомностью протекания некоторых форм НМРЛ, таким пациентам показано сочетанное применение лучевой терапии (ЛТ) и химиотерапии (ХТ), пятилетняя выживаемость при этом составляет 20–30%, а средняя продолжительность жизни варьирует от 17 до 28 месяцев [1].

Проведению ПОЛТ, у больных НМРЛ, значительно ограничило PORT- Meta-analysis, проведенный в 1998 г., который стал основой большинства рекомендаций по лечению рака легкого. В связи с этим произошло резкое снижение применения ПОЛТ, у больных с N2, с 65% пациентов в 1995 г. до 37% в 2002 г. [4].

Рандомизированные исследования, представленные в Кохрановской библиотеке от 2010г, содержат 11 результатов мета-анализа, в которых проведение ПОЛТ ассоциировалось с увеличением риска смерти на 18% и снижением двухгодичной выживаемости на 5% [5]. Тем не менее, отмечалось снижение частоты локальных рецидивов на 24%, вопрос о ПОЛТ при pN2, оставался открытым и заслуживал дальнейших исследований.

E. Chmielewska и соавторы, указали на высокую эффективность адъювантной лучевой терапии у пациентов с НМРЛ на I–II стадии, при наличии микро-, макроскопической инвазии опухолевых клеток, что значительно увеличило уровень локального контроля и безрецидивную выживаемость. Данные исследования говорят о том, что однолетняя выживаемость была достигнута у $78,02 \pm 2\%$ пациентов, а пятилетняя — у $31,03 \pm 2\%$ пациентов [7].

В своем ретроспективном исследовании Apar K. Ganti и соавторы, проанализировали результаты лечения 7328 пациентов, с НМРЛ, на IIIA и IIIB стадиями, отмечают, что применение хирургического лечения совместно с хи-

миолучевой терапией значительно улучшает результаты лечения [3].

Провели изучение токсичности ПОЛТ, Керка L. и соавторы. Данное исследование основано на участии 171 пациента, с pN2 НМРЛ, в отношении которых применялась 3D-конформная ЛТ, а также 120 пациентов с pN1 без применения ПОЛТ. Исследование, проведенное в течение 2 лет, показало, что существенных различий в легочно-сердечных осложнениях не обнаружено, частота летальных исходов от онкологических заболеваний в группе ПОЛТ составила 5,3% и без ПОЛТ 5,0% [8].

Meta-analysis, на котором основана публикация 2014 г. [6], показал, что проведение ПОЛТ, с использованием современных технологий облучения, у больных раком легкого IIIA стадии, приводит к снижению числа местных рецидивов и повышает выживаемость данных пациентов.

Опубликованные рандомизированные исследования Universit Cattolica del Sacro Cuore определили показания к проведению ПОЛТ (нерадикально выполненное оперативное вмешательство, обнаружение клеток в проксимальном крае резекции, морфологически диагностированное поражение N2 уровня) [11]. Данное исследование включало 104 пациента с I стадией НМРЛ, проводилась ЛТ с использованием современных методов планирования и проведения ЛТ, на современных линейных ускорителях электронов с коррекцией неоднородностей, использованием лимитированных объемов облучения. В режиме стандартного фракционирования ЛТ проводилась с использованием лучевой нагрузки 1,8 Гр, суммарная очаговая доза составила 50,4 Гр. В итоге отмечалось, статистически значимое, снижение риска местных рецидивов на 23% в контрольной группе против 2,2% в группе ПОЛТ ($p=0,002$), 5-летняя выживаемость с ПОЛТ составила 67%, без ПОЛТ 58% ($p=0,048$). Лучевая токсичность оставалась приемлемой и не требовала дополнительной коррекции.

На данный момент прогрессивные технологии, которые успешно применяются в терапии НМЛР являются: ЛТ с модуляцией интенсивности (IMRT), ЛТ с визуальным контролем (IGRT), VMAT — ротационная объемно-модулированная ЛТ, в терапии периферического рака легкого — эффективна стереотаксическая ЛТ [1].

Исследование Lung Adjuvant Radiotherapy Trial (Lung ART) (исследовательская группа с участием Intergroupe Francophone de Cancerologie Thoracique (IFCT 0503), United Kingdom group (UK 11/NW/0075) и EORTC (EORTC22055–08053) (NCT00410683), окончание которого запланирована на 2022 год, ориентировано на сравнение радикального оперативного лечения с последую-

щей 3D-конформной ЛТ и радикального хирургического лечения. Химиотерапия рассматривается как в адьювантном, так и в неoadьювантном режиме [9].

На основании множественных рандомизированных исследований были определены показания к ПОЛТ при I–IIIА стадии НМРЛ: лимфоваскулярная и висцеральная плевральная инвазия (LVI, VPI); неполная хирургия — R1/R2 (критерий R0 — чистые бронхиальные, венозные и артериальные края культи и перибронхиальных мягких тканей); не отвечающая критериям ESTS медиастинальная лимфодиссекция (≥ 6 лимфатических узлов — три внутрилегочных и/или прикорневых узла и три узла из лимфатических зон средостения в соответствии с расположением первичной опухоли, где субкаринальные лимфатические узлы обязательны); отсутствие достаточной информации о критерии pN; рестадирирование после индукционной химиотерапии от N0 до N2; метаболически активные лимфатические узлы по ПЭТ/КТ после полной резекции с химиотерапией или без нее [2].

Безусловно, в лечении пациентов с НМРЛ, на ранних стадиях, лидирует радикальная хирургия. Для дальнейшего контроля над заболеванием, наиболее рационально совмещать возможности ПОЛТ и системной химиотерапии.

Нынешние системы планирования, позволяют добиться улучшения результатов лечения пациентов IIB и IIIА стадиями НМЛР, за счет целенаправленного интенсивного воздействия на зоны поражения и одномоментного снижения повреждения окружающих здоровых тканей. Последние исследования говорят о том, что применение ПОЛТ демонстрирует значительное повышение уровня локального контроля, без рецидивной и общей выживаемости у данной категории пациентов.

Современные технические возможности дают основание для проведения ПОЛТ у пациентов с НМРЛ, так как позволяют минимизировать риск рецидива, и приводят к увеличению выживаемости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гоголин Д., Гулидов И., Рагулин Ю. Лучевая терапия в лечении немелкоклеточного рака легкого // Врач. — 2016. — № 2. — С. 46–48.
2. Каприн А. Д., Костин А. А., Хмелевский Е. В. Стандарты лучевой терапии // 2019 г., г. Москва, С. 115–140.
3. Apar K. Ganti, Wilson Gonsalves, Fausto R. Loberiza, et al. Effect of Surgical Intervention on Survival of Patients With Clinical N2 Non-Small Cell Lung Cancer A Veterans' Affairs Central Cancer Registry (VACCR) Database Analysis // American Journal of Clinical Oncology — 2016, vol. 39, № 2, p. 142–146.
4. Bekelman J., Rosenzweig K., Bach P. et al. Trends in the use of postoperative radiotherapy for resected non-small-cell lung cancer // Radiat. Oncol. Biol. Phys. 2006. vol. 66, № 2, p. 492–499.
5. Billiet C., Decaluwé H., Peeters S. et al. Modern post-operative radiotherapy for stage III non-small cell lung cancer may improve local control and survival: a meta-analysis // Radiother. Oncol. 2014. vol.110, № 1, p. 3–8.
6. Burdett S., Ryzewska L., Tierney J. F. et al. A closer look at the effects of postoperative radiotherapy by stage and nodal status: updated results of an individual participant data meta-analysis in non-small-cell lung cancer. // Lung Cancer 2013;80:350–2.
7. Chmielewska E., Jodkiewicz M., Karwański Z. Evaluation of postoperative radiotherapy in patients with non-small cell lung cancer. A retrospective study // Pneumonologia i Alergologia Polska. — 2012. — Vol. 80, no 2.-P. 109–119.
8. Kepka L., Bujko K., Orłowski T. M. Cardiopulmonary morbidity and quality of life in non-small cell lung cancer patients treated with or without postoperative radiotherapy // RadiotherOncol2011;98:238–43.
9. Le Péchoux C. Role of postoperative radiotherapy in resected nonsmall cell lung cancer: a reassessment based on new data // Oncologist. 2011. Vol. 16 (5). P. 672–681. doi: 10.1634 / theoncologist.2010–0150.
10. Maeda R, Yoshida J, Ishii G et al. Risk factors for tumor recurrence in patients with early-stage (stage I and II) non-small cell lung cancer: Patient selection criteria for adjuvant chemotherapy according to the 7th edition TNM classification. Chest 2011; 140: 1494–1502.
11. Trodella L., Granone P., Valente S., et al. Adjuvant radiotherapy in non-small cell lung cancer with pathological stage I: definitive results of a phase II randomized trial. // RadiotherOncol 2002;62:119.
12. https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/09/Globocan_02-e1536765200858.jpg

© Муфазалов Фагим Фанисович (prffm@mail.ru),

Мансуров Камилль Вахитович (kamilvm@mail.ru), Занега Вадим Сергеевич (vadr88@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ГСК И ММСК В КОСТНОМ МОЗГЕ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПОСЛЕ АМПУТАЦИИ

Николаева Людмила Петровна

К.м.н., ассистент, ГБОУ ВПО «Красноярский
государственный медицинский университет им. проф.

В. Ф. Войно-Ясенецкого»

lpnikolaeva@yandex.ru

ASSESSMENT OF THE CONTENT OF HSC AND MMSC IN THE BONE MARROW OF TUBULAR BONES OF THE LOWER EXTREMITIES AFTER AMPUTATION

L. Nikolaeva

Summary. Introduction: New high-tech medical advances offer prospects for treatment of many diseases. New treatments are achieve a more pronounced therapeutic effect. The introduction of cellular technology, the most advanced of them.

Materials and methods: The study included 40 patients with different diseases and different age. These patients underwent lower limb amputation if unable to save it. It was patients with gangrene of the lower limb as a result of ischemia, traumatic injuries, road accidents, hypothermia. Patients were studied in the bone marrow immediately after amputation of the lower extremity. In the laboratory determined the number of hematopoietic and mesenchymal stem cells using specific markers. All samples were carried out the immunohistochemically characterization of the bone marrow.

Results: The results show that the bone marrow of different patients has a certain characteristic with constant parameters. Data show the biological value of bone marrow removed with amputation of the lower limb of the patient. The ease of obtaining bone marrow makes the procedure in surgical practice. The high content of hematopoietic and mesenchymal stem cells shows the biological value of bone marrow bones. This gives the opportunity to their use in autologous cell therapy for the patient.

Keywords: amputation of a limb, bone marrow, autologous cell therapy, stem cells.

Аннотация. Ранее все работы по изучению костного мозга проводились на костном мозге плоских костей — красном костном мозге, полученном при стерильной пункции или из гребня подвздошной кости. Костный мозг трубчатых костей не был охарактеризован из-за невозможности его прижизненного получения. Цель данной работы: количественный анализ мультипотентных мезенхимальных стромальных (ММСК) и гемопоэтических стволовых клеток (ГСК) в образцах костного мозга ампутированных конечностей у пациентов разных возрастных групп.

Исследование было проведено на 40 образцах костного мозга трубчатых костей, полученных от 40 пациентов, которым была произведена ампутация нижней конечности. Показаниями к ампутации были гангрена нижней конечности (сахарный диабет 2 типа с развитием синдрома диабетической стопы смешанной формы — 39 пациентов) и отморожение (1 пациент). Возраст пациентов: 50–75 лет (в среднем 63 года); 25 пациентов — мужчины (62, 5%), 15 пациентов — женщины (37,5%).

Костный мозг извлекали из бедренной кости сразу после ампутации нижней конечности. Количество ММСК и ГСК определяли на проточном цитофлуориметре с помощью набора антител к поверхностным антигенам клеток человека. На всех образцах проводилась иммуногистохимическая характеристика клеток костного мозга.

Количество ММСК в образцах костного мозга составило 0,50–0,92% (среднее значение $0,20 \pm 0,05\%$), ГСК — 0,01–0,92% (среднее значение $0,28 \pm 0,05\%$). При иммунофенотипировании образцов костного мозга было показано, что ММСК положительны по маркерам CD90 (1,73%), CD105 (3,17%), APC CD73 (2,88%), и отрицательны по маркерам CD45, CD34, CD11b, CD19, HLA-DR, а ГСК положительны по маркерам CD34 (2,73%), CD90 (1,90%) и отрицательны по маркерам CD38, CD45 и CD45RA.

Благодаря высокому содержанию ММСК и ГСК в костном мозге трубчатых костей, он может быть использован в аутогенной терапии при различных заболеваниях.

Ключевые слова: ампутация конечности, костный мозг, аутогенная клеточная терапия, стволовые клетки.

Введение

В хирургической практике периодически вынуждены проводить ампутацию нижней конечности из-за невозможности ее сохранения [1]. Высокие ампутации приводят к ограничению социальной адаптации пациентов [2], существенно сокращают продолжительность жизни больных в результате поражения контралатеральной конечности и различного рода осложнений [3]. Нижняя конечность, удаляемая во время вынужденной ампутации, это важное депо костного мозга, где в полости обеих бедренных костей находится около 25% всего костного мозга пациента. Отличительной особенностью костного мозга является его одновременная принадлежность двум регуляторным системам организма — системе крови и иммунной системе, клетки которых участвуют в обеспечении адаптивных реакций. В настоящее время доказано, что восстановление поврежденного органа происходит не только за счет активации органных регенеративных стволовых клеток, но и за счет миграции в зону повреждения ММСК из других органов, и прежде всего из костного мозга [4]. Основные функции костного мозга — это кроветворение и формирование иммунитета, так называемый иммуногенез. Поэтому, по возможности, при ампутации нужно уменьшать потери костного мозга, содержащего стволовые клетки.

Применение тканевой инженерии уже вышло из ряда доклинических исследований. Ближайшая задача биомедицины в этой области — использование инновационных клеточных технологий [5]. Взятие костного мозга у живых лиц с целью последующей трансплантации костного мозга [6] или выделенного концентрата стволовых клеток осуществляют с применением множественной аспирационной биопсии. [7]. Впервые мезенхимальные стволовые клетки были обнаружены именно в костном мозге [8], но все работы по изучению костного мозга проводились на костном мозге плоских костей — красном костном мозге (стерильная пункция или гребень подвздошной кости) [7]. Исследования костного мозга трубчатых костей не выполнялись из-за невозможности его прижизненного получения.

Цель исследования: количественный анализ мультипотентных мезенхимальных стромальных (ММСК) и гемопоэтических стволовых клеток (ГСК) в образцах костного мозга ампутированных конечностей у пациентов разных возрастных групп.

Материал и методы

Характеристика больных

В исследование было включено 40 пациентов, которым была произведена ампутация нижней конечности

после подписания информированного согласия. Показаниями к ампутации были: гангрена нижней конечности (сахарный диабет 2 типа с развитием синдрома диабетической стопы смешанной формы — 39 пациентов) и отморожение (1 пациент). Возраст пациентов 50–75 лет (в среднем 63 года), 25 пациентов — мужчины (62,5%), 15 — женщины (37,5%).

Получение образцов костного мозга

Образцы костного мозга получали в операционной, сразу же после ампутации нижней конечности. Из промета бедренной кости ложкой Фолькмана в стерильную пробирку извлекали костный мозг, который транспортировали в лабораторию.

Для разрушения конгломератов клеток костного мозга и получения суспензии клеток костный мозг подвергали мягкому гомогенизированию в фосфатно-солевом буфере (ФСБ), а затем отстаивали в течение 10 мин. для удаления жировой ткани (жир костного мозга поднимается в верхний слой). Далее, не затрагивая верхний слой, отбирали нижнюю фазу ядродержащих клеток костного мозга и дважды отмывали в ФСБ с последующим центрифугированием при 400 г в течение 5 мин. Осадок клеток ресуспендировали в 300 мкл ФСБ, количество клеток подсчитывали в камере Горяева, и разводили ФСБ до концентрации 1×10^7 кл/мл.

Имунофенотипирование ГСК и ММСК

Для иммунофенотипирования ГСК использовали антитела к поверхностным антигенам клеток человека по рекомендации фирмы-производителя BD Biosciences (Becton Dickinson) PE-Cy7 CD34, PE CD90 и смесь антител отрицательного контроля (APC CD38, PerCP-Cy5.5 CD45 и PerCP-Cy5.5 CD45RA). Иммунофенотипирование ММСК проводили с помощью набора Human MSC Analysis Kit (Becton Dickinson) который содержит конъюгированные антитела к маркерам ММСК (FITC CD90, PerCP-Cy5.5 CD105 и APC CD73), и смесь антител отрицательного контроля (PE CD45, PE CD34, PE CD11b, PE CD19 и PE HLA-DR).

В образец костного мозга объемом 50 мкл вносили 5 мкл антител, инкубировали в темноте в течение 15 мин., добавляли 500 мкл лизирующего раствора BD FACS Lysing Solution 1X (Becton Dickinson), инкубировали в течение 10 мин. в темноте, потом центрифугировали при 1500 об/мин. в течение 5 мин., супернатант сливали, осадок промывали три раза раствором BD FACS Flow (Becton Dickinson) с последующим центрифугированием при 1500 об/мин в течение 5 мин. Исследуемый образец разбавляли 300 мкл раствора BD FACS Flow и анализировали на проточном цитофлюориметре BD FACSCantoII (Becton Dickinson).

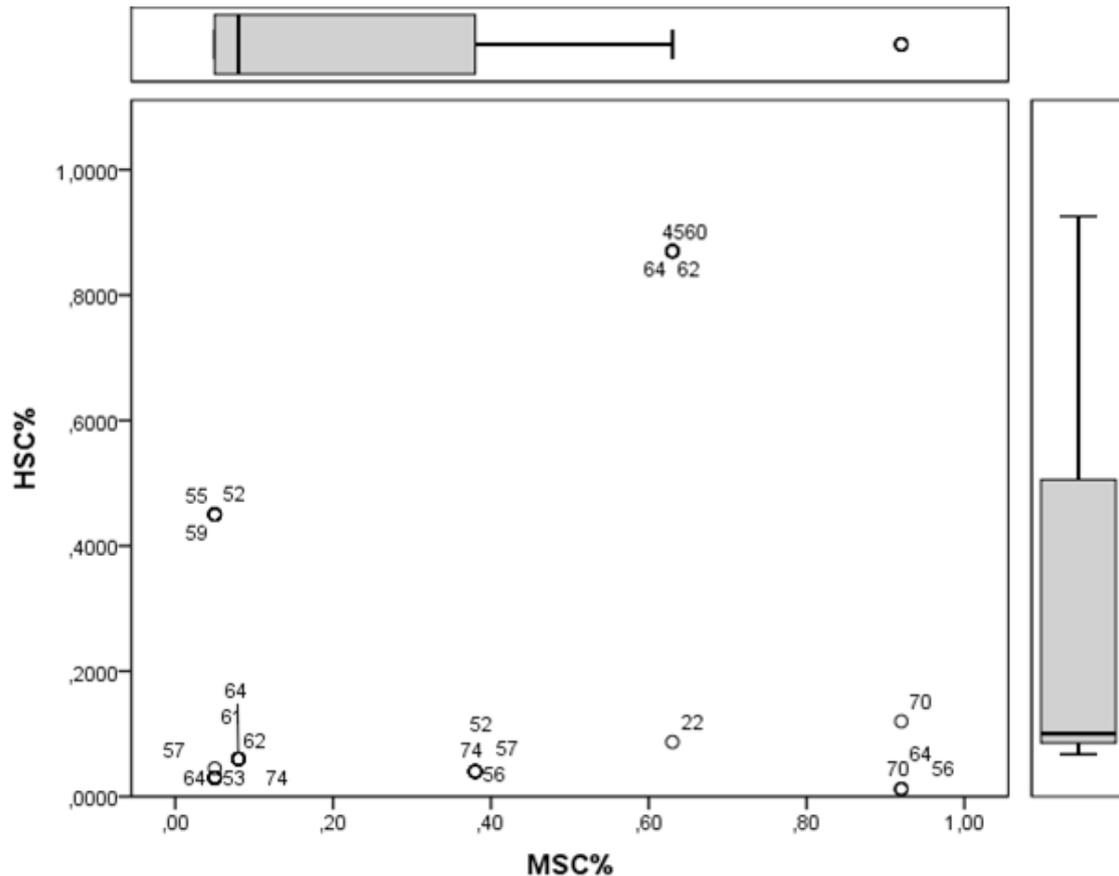


Рис. 1. Диаграмма переменной регрессии для ММСК и ГСК (в процентах) в зависимости от возраста.

Иммуногистохимический метод исследования костного мозга

Образцы костного мозга фиксировали в 1% формалине, заливали в парафиновые блоки, из которых готовили срезы толщиной 5–7 мкм и обрабатывали антителами CD34 (Vecton Dickinson), согласно инструкции фирмы-производителя, с последующим докрасиванием гематоксилин-эозином. На микроскопе Olympus CX 41 (Япония) определяли наличие ГСК по CD34 положительным маркерам.

Количественно-морфометрическое исследование клеточного состава костного мозга проводили на срезах толщиной 5–7 мкм под микроскопом Olympus CX 41 (Япония) при увеличении $\times 400$ по методу, описанному ранее, с помощью 100 точечной сетке Автандилова [8]. Количество клеток подсчитывали в 10 случайно выбранных полях зрения.

Статистический анализ

Статистика представлена абсолютными значениями, процентами и средними арифметическими величинами

со стандартным отклонением. Для определения наличия связей между учетными признаками применялся коэффициент корреляции Спирмена.

Результаты

Уровень ампутации в настоящем исследовании определялся индивидуально. Объем извлеченного костного мозга зависел от уровня ампутации (верхняя, нижняя или средняя треть бедра) и равнялся 10–100 мл. Наибольшее количество костного мозга (до 100 мл) получали при ампутации конечности на уровне верхней трети бедра. Количество клеток в костном мозге напрямую коррелировало с количеством полученного костного мозга и составляло примерно от 50×10^4 до 75×10^6 клеток на образец. Содержание ММСК находилось в пределах 0,50–0,92%, ГСК 0,01–0,92%, средние значения — $0,20 \pm 0,05\%$ и $0,28 \pm 0,05\%$ соответственно. При иммунофенотипировании образцов костного мозга было показано, что ММСК положительны по маркерам: CD90 (1,73%), CD105 (3,17%), APC CD73 (2,88%), и отрицательны по маркерам CD45, CD34, CD11b, CD19, HLA-DR, а ГСК положительны по маркерам CD34 (2,73%), CD90 (1,90%) и отрицательны по маркерам CD38, CD45 и CD45RA.

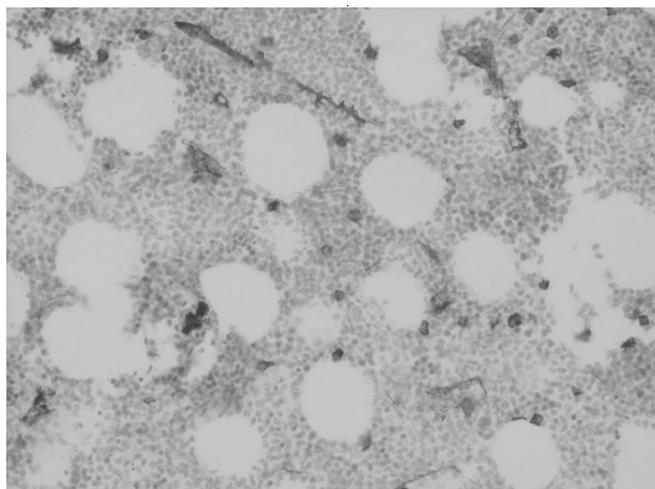


Рис. 2. Иммуногистохимический анализ срезов костного мозга бедренной кости: антитела к CD34, окраска гематоксилином, ув. x400

Анализ зависимости содержания ММСК и ГСК от возраста пациента, обнаружил, что в среднем содержание ММСК и ГСК в костном мозге ампутированной конечности одинаково во всех возрастных группах, с небольшим преобладанием количества ММСК. Следовательно, в настоящем исследовании было выявлено, что содержание стволовых клеток в костном мозге бедренной кости не зависит от возраста, что подтверждается отсутствием статистически значимой корреляции Спирмена (рис. 1).

При иммуногистохимическом исследовании образцов костного мозга было обнаружено, что в среднем содержание клеток на срезах составляет в различных участках от 50 до 80% в 100 точечной сетке Автандилова. В участках клеточного строения костного мозга видны клетки реактивного окружения, представленные расположенными вблизи капилляров гистиоцитами, эозинофилами, плазматическими клетками, единичными тучными клетками. Иммуногистоархитектоника костного мозга сохранена.

В большом количестве обнаруживаются клетки гранулопоэза различной степени зрелости со смещением в сторону незрелых промежуточных форм. Клетки эритропоэза представлены небольшими скоплениями эритробластов, формирующих эритропоэтические островки; в составе части скоплений находятся клетки макрофагального ряда. Мегакариоциты имеют морфо-

логию зрелых клеток, находятся в центральных отделах костномозговых ячеек, часто вблизи сосудов синусоидного типа без формирования кластеров. Лимфоидные элементы распределены диффузно, не формируя скоплений и агрегатов, имеют морфологию типа малого лимфоцита. Сосуды синусоидного типа, содержат клетки разной степени дифференцировки. При иммуногистохимическом исследовании в образцах выявляются CD34-экспрессирующие клетки с мононуклеарной морфологией, располагающиеся дискретно без кластерообразования. В среднем число CD34⁺ клеток при 400-кратном увеличении составило в нашем исследовании 6–8 клеток в поле зрения (рис. 2), а в костном мозге, получаемом при пункции подвздошной кости, среднее число CD34⁺ составляет 3–4 клетки в поле зрения.

Заключение

Полученные данные показывают биологическую ценность костного мозга, удаляемого при ампутации нижней конечности пациента. Простота получения костного мозга делает эту процедуру доступной в хирургической практике. Наличие ГСК и ММСК в костном мозге трубчатых костей дает возможность использовать их как в аутогенной, так и в аллогенной клеточной терапии.

На проведение данного исследования было получено разрешение этического комитета (протокол № 56/2014).

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаева Л.П., Черданцев Д. В., Горбенко А. С., Ольховский И. А. Костный мозг ампутированной конечности как возможный источник стволовых клеток. *Фундаментальные исследования* 2013; 7: 606–608.
2. Bruder S.P., Fink D. J., Caplan A. I. Mesenchymal stem cells in bone development, bone repair, and skeletal regeneration therapy. *J. Cell. Biochem.* 1994; 56(3): 283–94.

3. Николаева Л.П., Черданцев Д.В., Хват Н.С. Особенности миелограммы костного мозга трубчатых костей. Ж. Современные проблемы науки и образования. — Москва, 2015. — № 4. — 6с.
4. Weaver C.V., Garry D. G. Regenerative biology: a historical perspective and modern applications. Regen. Med. 2008; 3(1): 63–82.
5. Krause J. Bone marrow overview. In: Rodak B., editor. Hematology: Clinical Procedures and Applications. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders; 2002. p. 188–95.
6. Сисла Б. Руководство по лабораторной гематологии. М.: Практическая медицина; 2011.
7. Jamshidi K., Swaim W. R. Bone marrow biopsy with unaltered architecture: a new biopsy device. J. Lab. Clin. Med. 1971; 77(2): 335–42.
8. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. Руководство. М.: Медицина; 1990.

© Николаева Людмила Петровна (lpnikolaeva@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Красноярский Государственный Медицинский Университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ МЕТОДОВ В ИЗГОТОВЛЕНИИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЛОЖКИ, КАК ПЕРВОГО ЭТАПА СЛОЖНОЧЕЛЮСТНОГО ПРОТЕЗИРОВАНИЯ

USE OF DIGITAL METHODS IN PRODUCTION OF THE INDIVIDUAL SPOON, AS FIRST STAGE SLOZHNOCHELYUSTNY OF PROSTHETICS

**N. Nurieva
A. Delec**

Summary. The dental help to patients after antineoplastic therapy became the standard long ago and enters all algorithms of rehabilitation. Possibilities of the dental help throughout antineoplastic therapy make considerable positive impact on improvement of quality of life of patients. Now dynamically developing digitalization of dental manipulations, could not but affect the area studied by us. On the basis of department of orthopedic stomatology of YuUGMU and the Chelyabinsk regional clinical center of oncology and nuclear medicine work on introduction of digital protocols in dental rehabilitation of patients with malignant new growths of an oral cavity is begun. In 90% of cases, at rehabilitation of patients with postrezektsionny defects make removable artificial limbs with obturators. Production of such artificial limbs begins with a fabrication stage of an individual spoon. The individual spoon can be made to analog or digital ways. Comparative characteristic of two techniques is shown in this article.

Keywords: stomatology, malignant new growths of an oral cavity, defects of maxillary bones, digital stomatology, individual spoons, difficult prosthetics.

Нуриева Наталья Сергеевна

Д.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
natakira@mail.ru

Делец Александр Владимирович

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
delec74@bk.ru

Аннотация. Стоматологическая помощь пациентам после противоопухолевой терапии давно стала стандартом и входит во все алгоритмы реабилитации. Возможности стоматологической помощи на всем протяжении противоопухолевой терапии оказывают значительное положительное воздействие на улучшение качества жизни пациентов. В настоящее время динамично развивающаяся цифровизация стоматологических манипуляций, не могла не затронуть изучаемую нами область. На базе кафедры ортопедической стоматологии ЮУГМУ и Челябинского областного клинического центра онкологии и ядерной медицины начата работа по внедрению цифровых протоколов в стоматологическую реабилитацию пациентов со злокачественными новообразованиями полости рта. В 90% случаев, при реабилитации пациентов с пострезекционными дефектами изготавливают съёмные протезы с obturаторами. Изготовление таких протезов начинается с этапа изготовления индивидуальной ложки. Индивидуальная ложка может быть изготовлена аналоговым или цифровым способом. В данной статье показана сравнительная характеристика двух методик.

Ключевые слова: Стоматология, злокачественные новообразования полости рта, дефекты челюстных костей, цифровая стоматология, индивидуальные ложки, сложное протезирование.

Введение

За последние пять лет (2012–2018) гг. Общие динамические показатели впервые установленно-го диагноза рака слизистой оболочки полости рта, имеют тенденцию к увеличению. [2,18,23] Злокачественные опухоли полости рта составляют около 1,5–2% всех новообразований у человека. [1,5,24] Эта локализация занимает 2 место по темпам прироста в структуре всей онкологической заболеваемости. Данный процесс имеет под собой несколько вероятных причин, связанных с профессиональными вредностями наличием вредных привычек, а так же пониженным вниманием к собственному здоровью. [4,8,22] При этом около 90% больных оказываются в возрастном интер-

вале от 30 до 59 лет, что показывает на огромную социальную значимость, так как это основной трудоспособный контингент. [7,20,25] Несмотря на то что опухоли полости рта, относятся к визуализированным 60–70% больных начинают специальное лечение в III–IV стадиях заболевания. [3,21] Фактически 100% этих пациентов по окончании специализированного лечения нужна стоматологическая реабилитация. Зачастую в связи с развившимся осложнениями противоопухолевой терапии, такие как контрактура, рубцовые деформации, провести аналоговые стоматологические манипуляции может быть затруднительно в связи с ограничением открывания рта и большого объёма протезного ложа, которое необходимо отобразить посредством оттискового материала.



Рис. 1. анатомический оттиск полученные аналоговым методом

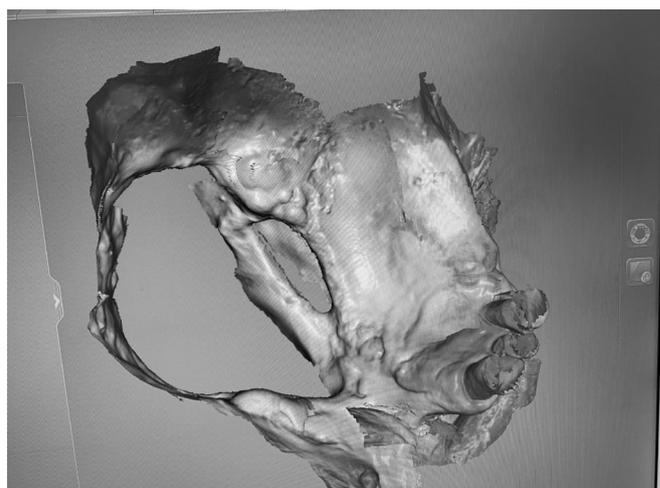


Рис. 2. Скан протезного ложа



Рис. 3: индивидуальная ложка полученная при помощи 3д печати.

Цель исследования

Оптимизировать изготовление obturating prostheses for patients with defects of the jaw bones by developing a digital method of individual tray production.

Материалы и методы

В течение годового исследования, 16 пациентам с верифицированным диагнозом рака слизистой оболочки полости рта и наличием послеоперационного дефекта челюстных костей, было проведено восстановительное протезирование частичными съёмными пластинчатыми протезами с obturating part.

Первым клиническим этапом в изготовлении obturators, является снятие анатомического оттиска для изготовления индивидуальной ложки. 10 пациентам, оттиск снимался стандартным, аналоговым методом с использованием стандартных ложек и оттискных масс. Дополнительным осложнением, при снятии оттиска на индивидуальную ложку, с которым может столкнуться врач-стоматолог на этом этапе, это развитие послеоперационных контрактур, они ограничивают открытие рта, что затрудняет снятие анатомических оттисков стандартной ложкой. При снятии анатомического оттиска стандартной ложкой в данной ситуации требуется больший объём слепочной массы, что затрудняет введение слепочной ложки в полость рта. (рисунок 1)

Также слепочная масса неконтролируемо отдавливает слизистую оболочку переходной складки, слизистые тяжи, что в дальнейшем приведет к дополнительной коррекции индивидуальной ложки. Проанализировав эти затруднения нами было принято решение ввести цифровой протокол, как альтернативу аналоговому методу. При цифровом подходе, возможно сканирование протезного ложа с помощью внутриротовых сканеров. В нашей работе мы использовали внутриротовой сканер CEREC. Сканирование протезного ложа, для изготовления индивидуальной ложки, при наличии ограничения открывания рта, процедура, требующая задействовать все врачебные навыки. Дополнительное ограничение на данном этапе так же зависит от возможности фокусного расстояния внутриротового сканера, и ограниченностью программного обеспечения. Нами было осуществлено сканирование протезного ложа у 6 пациентов с резвившимся послеоперационным ограничением открывания рта. (рисунок 2).

Для дальнейшей разработки цифрового протокола, реабилитации пациентов данной категории, нами было принято решение о цифровом моделировании и 3Д печати индивидуальных ложек. Моделирование производилось в программе Zshape implant studio. Печать индивидуальной ложки осуществлялась на принтере Formlabs 2. (рисунок 3).

Полученные результаты, доказали не только возможность изготавливать индивидуальные ложки цифровым способом, что в особенности актуально пациентам с ограничениями открывания рта и наличием дефектов

челюстных костей. Цифровая методика, без снятия оттисков стандартными ложами и изготовлением первичной аналоговой гипсовой модели, не только экономит время и увеличивает точность, но и снижает экономические затраты на изготовление протеза.

В дальнейших перспективах нашего исследования планируется совершенствование возможности внутриротового сканирования, а также возможность 3Д печати формирующих, замещающих и челюстно-лицевых протезов.

ВЫВОДЫ

Несмотря на доступность челюстно-лицевой области для обследования, процент диагностики заболеваний в стадии Т3-Т4 по-прежнему остаётся высоким. Все пациенты с опухолями полости рта, в 100% случаев помимо противоопухолевой терапии получают стоматологическую реабилитацию, в настоящее время с широким развитием цифровой стоматологии, применение цифровых методов возможно так же в случаях реабилитации данной категории пациентов. Данные методики цифровых протоколов, при планировании и реабилитации пациентов с новообразованиями полости рта, имеют перспективное развитие, связанное с высокой точностью, скоростью изготовления, а также возможностью применения в ситуациях, в которых применения аналоговых методик ограничено. В данной статье рассмотрены перспективы применения и вектор развития цифровых технологий при реабилитации пациентов с опухолями полости рта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вагнер В.Д., Ивасенко П. И., Демин Д. И. «Амбулаторно-поликлиническая онкостоматология», Москва «Медицинская книга», 2002.
2. Вагнер В.Д., Ивасенко П. И., Анисимова И. В. «Онкологическая настороженность в практике врача-стоматолога», Москва Медицинская книга, 2010.
3. Евграфова О.Л., Пермякова Н. Е., Игнатъева С. В. «Диагностика онкологических заболеваний челюстно-лицевой области», Министерство здравоохранения Удмуртской республики, 2012.
4. Геворков А.Р., Бойко А. В., Болотина Л. В. и др. Опухоли головы и шеи. М.: Медицина, 2016. Выпуск 3, Р. 12.
5. Давыдов М.И., Аксель Е. М. Статистика злокачественных новообразований в России и странах СНГ в 2012 г. 2014. 226 с. [М. I. Davydov, E. M. Axel. Statistics of Malignant Neoplasms in Russia and CIS Countries in 2012. 2014. 226 p. (in Russ)]
6. Нуриева Н. С. Стоматологическая реабилитация пациентов с приобретенными дефектами верхней челюсти с применением дентальных мини-имплантов. Клинический пример. / Ю. С. Кипарисов, Д. Г. Кипарисова, Н. С. Нуриева // Сборник публикаций научного журнала «Chronos» по материалам VI международной научно-практической конференции. 1 часть. «Вопросы современной науки: проблемы, тенденции и перспективы». — Москва, 2016. — С. 8–11.
7. Нуриева Н. С. Обзор современного состояния проблемы первичной выявляемости злокачественных новообразований органов полости рта/Н.С Нуриева, О.А Гузь, А.С Захаров, А.В Гареев//Проблемы стоматологии. — 2019 — Т. 15, № 2. — С. 50–5705.
8. Ряховский А.Н., Рассадин М. А., Левицкий В. В., Юмашев А. В., Карапетян А. А., Мурадов М. А. Объективная методика оценки изменений топографии объектов полости рта//Панорама ортопедической стоматологии. —2006. -№ 1. -С. 8–10.
9. Раджабова З.А., Ракитина Д. А., Гурин А. В., и др. Хирургическое отделение опухолей головы и шеи ФГБУ «НИИ онкологии им. Н. Н. Петрова» Минздрава России, Санкт-Петербург; Россия. Реконструктивно-пластические операции у пациентов со злокачественными новообразованиями языка, слизистой дна полости рта, виды пластики Опухоли головы и шеи 1.2012, 15–16.
10. Юмашев А.В., Михайлова М. В., Кудерова И. Г., Кристаль Е. А. Варианты использования 3D сканирования в ортопедической стоматологии//Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. —2015. -№ 1. -С. 2–6.

11. Чиссов В. И. Непосредственные результаты комбинированных реконструктивно-пластических операций при лечении местнораспространенных злокачественных опухолей челюстно-лицевой зоны / В. И. Чиссов, И. В. Решетов, С. А. Кравцов и др. // *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии*. 2001; № 1; 10–17.
12. Dobratz EJ Cheek defects. / Dobratz EJ, Hilger PA. // *Facial Plast Surg Clin North Am*. 2009 Aug;17 (3):455–67.
13. Geden EM, Buchbinder D, Urken ML: The submental island flap for palatal reconstruction: A novel technique. *J Oral Maxillofac Surg* 2004, 62:387–390
14. Hembree J. H. Jr. Comparisons of fit of CAD/CAM restorations using three imaging surfaces//*Quint Int*. —1995. -Vol. 26 (2). -P. 145–147.
15. Kim JT, Kim SK, Koshima I, et al.: An anatomic study and clinical applications of the reversed submental perforator-based island flap. *Plast Reconstr Surg* 2002, 109:2204–2210.
16. Demir Z, Velidedeoglu H, Celebioglu S: Repair of pharyngocutaneous fistulas with the submental artery island flap. *Plast Reconstr Surg* 2005, 115:38–44.
17. Martin D, Baudet J, Mondie JM, et al.: The submental island skin flap. A surgical protocol. Prospects of use. *Ann Chir Plast Esthet* 1990;35(6):480–484. Sterne GD, Januszkiwicz JS, Hall PN, Bardsley AF: The submental island flap. *Brit J Plast Surg* 1996, 49:85–9.
18. Manhot C. *Die Hautarterien des menschlichen Körpers*. Leipzig: Vogel, 1989. 60 s
19. Salgado CJ, Mardini S, Chen HC, et al.: Critical oropharyngocutaneous fistulas after microsurgical head and neck reconstruction: Indications for management using the “tissue-plug” technique. *Plast Reconstr Surg* 2003, 112:957–963
20. A, Milicic B, Mistic T. A 1-year prospective cohort study on mandibular overdentures retained by mini dental implants. *Eur J Oral Implantol*. 2012 Winter;5(4):367–79.
21. Todescan S., Lavigne S., Kelekis J Cholakis A. Guidance for the maintenance care of dental implants: clinical review. *Journal Can. Dent. Assoc*. 2012; 78: 107.
22. Vojvodić D, Celebić A, Mehulić K, Zabarović D. Prosthetic rehabilitation of a patient with mandibular resection prosthesis using mini dental implants (MDIs). Case report. *Coll Antropol*. 2012 Mar;36(1):307–11.

© Нуриева Наталья Сергеевна (natakira@mail.ru), Делец Александр Владимирович (delec74@bk.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



«Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

ИСПРАВЛЕНИЕ ПРИКУСА ЭЛАЙНЕРАМИ

ELITE BITE CORRECTION

**N. Pilipenko
K. Pilipenko**

Summary. One of the most relevant types of dental care is orthodontic treatment (bracket systems, aligners). This fact is associated with a high prevalence of dentofacial anomalies (CCA). The importance is given to the adaptation period, as one of the main stages of treatment. In this regard, a personalized approach should be used in practice taking into account the psychological characteristics of the patient to ensure maximum adherence to treatment.

Materials and methods. Two groups of patients were distinguished (in group I, correction of AF was carried out by eliners; in group II, bracket systems). The characteristics of the adaptation period of patients in both groups were studied according to answers to 13 questions of a specially designed questionnaire ("Questionnaire of sensations of the orthodontic patient").

Results. More pronounced pain was recorded among patients with bracket systems, while the maximum peak pain was noted in the early days of the installation. Speech disorders were more common with the use of eliners. The number of patients who were ashamed of their orthodontic design was almost the same regardless of its type.

Conclusion. The duration of the adaptation period with orthodontic treatment is 1–1.5 months, while the choice of design should be carried out by an orthopedic surgeon taking into account the psychological characteristics of the patient.

Keywords: eliners, braces, dentocellular anomalies.

Пилипенко Надежда Дмитриевна
Ассистент, Ростовский Государственный
Медицинский Университет
Dr.npilipenko@yandex.ru

Пилипенко Константин Дмитриевич
Ассистент, Ростовский Государственный
Медицинский Университет
rjcnz1418@yandex.ru

Аннотация. Одним из наиболее актуальных видов стоматологической помощи является ортодонтическое лечение (брекет-системы, элайнеры). Данный факт связан с высокой распространенностью зубочелюстных аномалий (ЗЧА). Важное значение уделяется адаптационному периоду, как одному из основных этапов лечения. В связи с этим в практике должен использоваться персонализированный подход с учетом психологических характеристик пациента для обеспечения максимальной приверженности лечению.

Материалы и методы. Были выделены 2 группы пациентов (у I группы коррекция ЗЧА осуществлялась элайнерами; у II- брекет-системами). Особенности адаптационного периода пациентов обеих групп были изучены согласно ответам, на 13 вопросов специально разработанной анкеты («Анкета ощущений ортодонтического пациента»).

Результаты. Более выраженные болевые ощущения были зафиксированы среди пациентов с брекет-системами, при этом максимальный пик боли был отмечен в первые дни установки конструкции. Нарушения речи чаще встречались при применении элайнеров. Количество пациентов, которые стыдились своей ортодонтической конструкции, было практически одинаковым вне зависимости от ее типа.

Вывод. Длительность адаптационного периода при ортодонтическом лечении составляет 1–1,5 месяца, при этом выбор конструкции должен осуществляться врачом-ортопедом с учетом психологических характеристик пациента.

Ключевые слова: элайнеры, брекет-системы, зубочелюстные аномалии.

Введение

В современном обществе одним из показателей здоровья человека являются красивые зубы. В связи с этим пристальное внимание уделяется распространенности зубочелюстных аномалий и степени выраженности их эстетических, морфологических и функциональных проявлений [1].

В структуре стоматологических заболеваний зубочелюстные аномалии занимают третье место после кариеса и заболеваний тканей пародонта. Согласно современным представлениям, они относятся к числу

мультифакторных заболеваний и возникают в результате сложного взаимодействия наследственных и экзогенных факторов [2].

Эпидемиологические исследования, проведенные на территории нашей страны, свидетельствует о высокой распространенности морфологических и функциональных нарушений в зубочелюстно-лицевой области [3]: 41,1% до 95,3% в зависимости от региона, в среднем, 35–60%.

По мнению специалистов, в большинстве стран мира рост распространенности зубочелюстных аномалий

в том числе связан с процессами урбанизации и ухудшением экологической ситуации.

Динамика роста распространенности и интенсивности основных стоматологических заболеваний и зубочелюстных аномалий у детей и взрослых, вызывает большое беспокойство у врачей-стоматологов, как в нашей стране, так и за рубежом. На фоне высокой распространенности зубочелюстных аномалий ортодонтическое лечение становится одним из наиболее востребованных видов стоматологической помощи. Брекет-системы, применяемые при лечении ЗЧА, могут иметь ограничения при использовании персонализированного подхода к пациенту. Кроме того, фиксация брекетов с помощью композиционных материалов может быть ограничена при плохой гигиене полости рта, наличии меловидных пятен на эмали зубов и при злоупотреблении пациентом сахара и сахаросодержащих напитков [4].

По мере развития современных технологий ортодонтического лечения повышаются требования как к эффективности, так и к комфортности проводимого лечения [3]. Определённый интерес для коррекции положения зубов представляют элайнеры — прозрачные каппы. В настоящее время существуют различные компании, занимающиеся производством элайнеров из полиэтилентерефталат-гликоля (ПЭТ-г) как в России, так и зарубежом: Invisalign, Align Technology, Santa Clara, Calif, Star Smile, Orthosnap, eCligner, Duran, Erkodur, Track-a и другие [3,4].

Важное значение уделяется течению адаптационного периода (длительность до 2-х месяцев) при ортодонтическом лечении, который характеризуется не только выраженностью речевых нарушений, болевых ощущений, но и субъективным восприятием пациентом установленного устройства [5,6]. Именно эта информация может помочь врачу-ортодонт при составлении плана лечения каждого конкретного пациента с учетом его психологических характеристик для обеспечения максимальной приверженности лечению.

Цель исследования: сравнительная оценка особенностей периода адаптации у пациентов при ортодонтическом лечении брекет-системами и элайнерами по оценке восприятия пациентами, речевым нарушениям и болевым ощущениям.

Материалы и методы

Основную группу составили 49 пациентов (28 женщин и 21 мужчина), у которых коррекция ЗЧА осуществлялась элайнерами; группу контроля — 69 пациентов (33 женщины, 36 мужчин) с брекет-системами.

В исследование были включены пациенты в возрасте 18–55 лет, мужчины и женщины, имеющие аномалии окклюзии в дистальной плоскости.

Критерии исключения: пациенты в возрасте до 18 и старше 55 лет; лица, имеющие заболевания пародонта или сопутствующие заболевания, патологические состояния, которые влияли на общее состояние здоровья и психику; лица с отягощенным аллергологическим анамнезом, в частности у которых отмечались аллергические реакции на продукты питания и фармакологические препараты; беременные женщины.

Продолжительность лечения на брекетах — 17–20 месяцев; на элайнерах — 15–17 месяцев.

Для определения и сравнения особенностей протекания адаптационного периода при ортодонтическом лечении была разработана «Анкета ощущений ортодонтического пациента», состоящая из 13 вопросов.

Анкета заполнялась каждым пациентом в день сдачи съемного ортодонтического аппарата или в день фиксации несъемных конструкций — брекетов. Сначала просили заполнить паспортную часть анкеты, затем указать, каким ортодонтическим аппаратом лечится пациент (элайнер или брекет-техника). Анкета заполнялась пациентом в течение первых семи дней, на четырнадцатый, тридцатый, сороковой день ортодонтического лечения.

Анализ результатов исследования проводился с использованием статистического пакета IBM SPSS Statistics Base v.22.

Для оценки объема выборки при планировании исследования были проведены расчеты минимального объема выборки при определении наличия эффекта для количественных и качественных показателей.

Результаты

Анализ анкет пациентов, лечившихся у ортодонта брекет-системами (II группа опрошенных), продемонстрировал, что средний уровень зубной боли в течение 45-ти суток составлял 1,57 баллов по 10-ти бальной шкале, что соответствует слабому уровню боли, и в 2 раза больше, чем при пользовании элайнерами.

В первый и второй дни после фиксации брекет-техники наблюдался самый высокий уровень боли, который составил в среднем 4,24, и 4,73 баллов соответственно, что является оценкой между умеренным и сильным уровнем боли (рис. 1). Это в 3,3 и в 3,7 раза соответственно больше по сравнению с уровнем боли, которую чувствовали пациенты, использующие элайнеры. С третьих

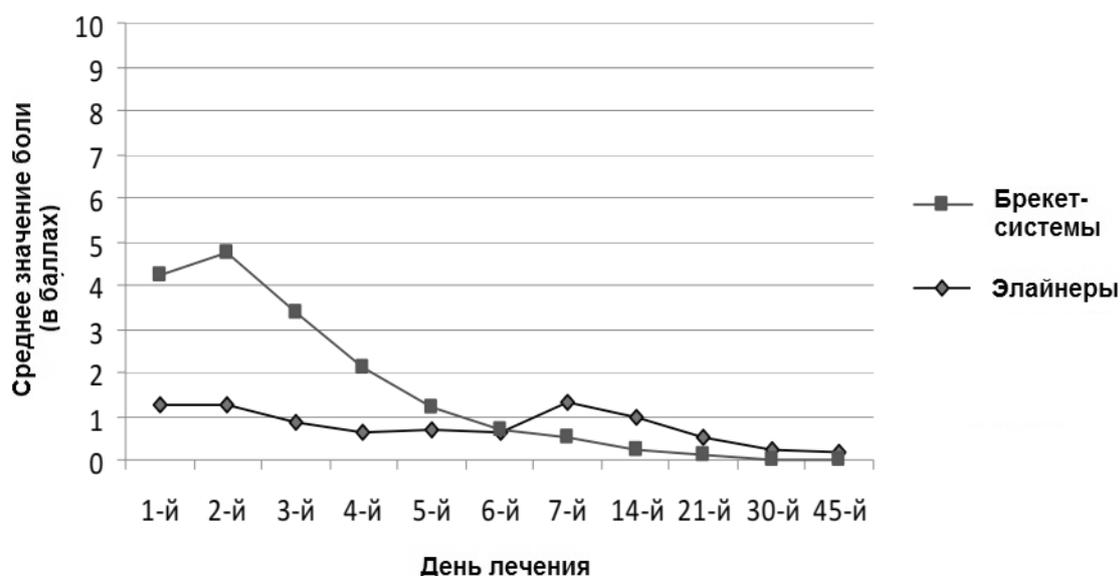


Рис. 1. Сравнительная характеристика болевых ощущений (в баллах) у пациентов I и II групп.

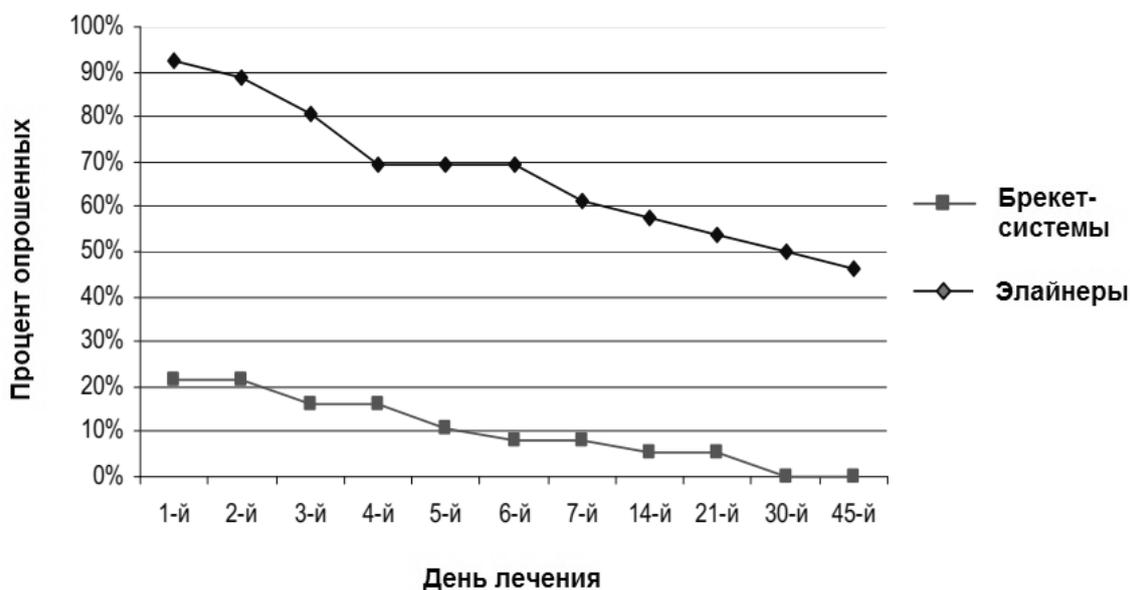


Рис. 2. Сравнительная характеристика нарушений речи у пациентов I и II групп (в процентном соотношении).

по пятые сутки наблюдается спад боли в среднем на 1 балл каждый день. А с шестого дня верифицировалось практически несущественное уменьшение уровня болевых ощущений у ортодонтических пациентов II группы до 30-го дня. На 45-е сутки ни один из респондентов не указывал на болевые ощущения.

Пациенты с элайнерами (I группа) на протяжении всего адаптационного периода обезболивающие не при-

нимали; пациенты (II группа) в 0,5% случаев на второй и третий день после фиксации брекетов принимали обезболивающие препараты.

Сравнительный анализ нарушений речи у пациентов I и II групп представлен на рисунке 2.

В первый день 92% пациентов I группы отметили нарушения речи. На второй день только 4% пациентов на-

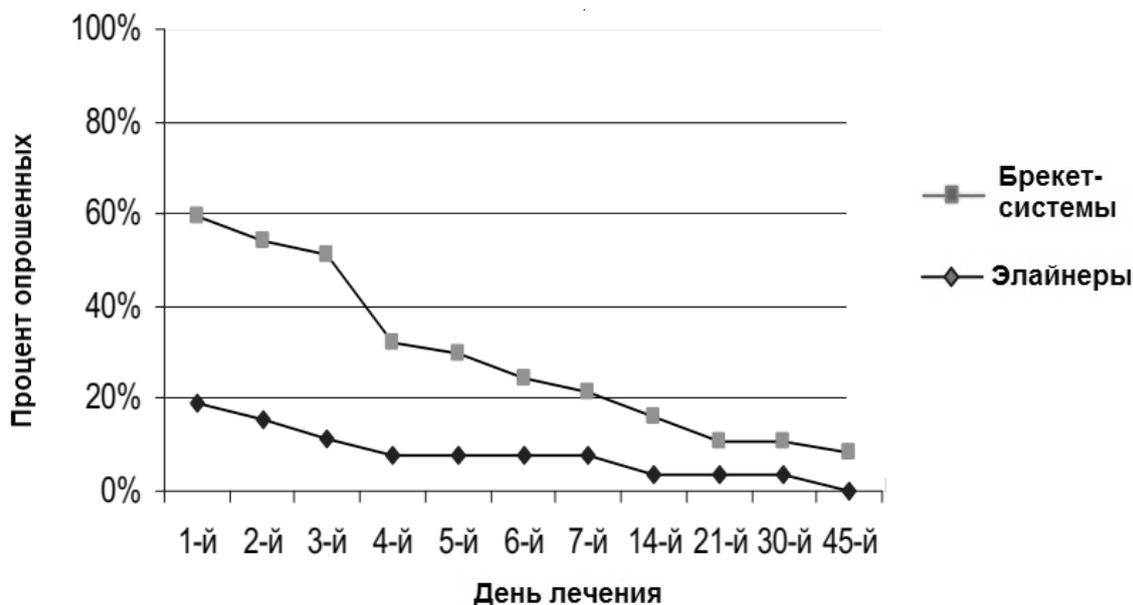


Рис. 3. Сравнительная характеристика количества пациентов (в процентном соотношении), которые испытывали дискомфорт во время жевания.

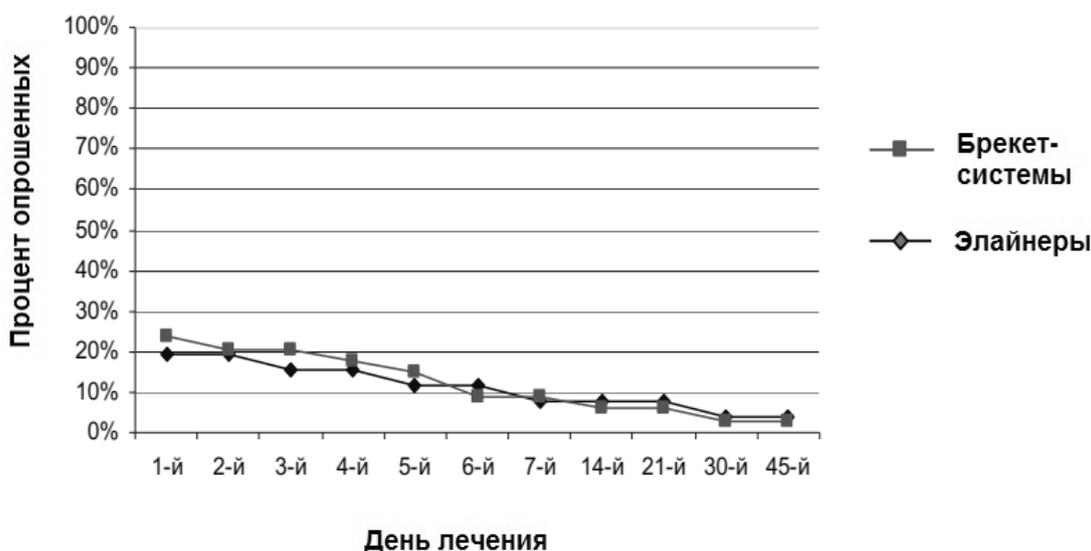


Рис. 4. Сравнительная характеристика пациентов (в процентном соотношении), которые стыдились установленной ортодонтической конструкции.

учились полноценно разговаривать с ортодонтической конструкцией, а в 88% и далее наблюдалось нарушение речи. С каждым последующим днем использования элайнеров процент пациентов, у которых были нарушения речи, уменьшался, но до 30-го дня половина пациентов I группы все еще сообщали о речевом дискомфорте. Даже на 45-й день почти половина опрошенных (46%), лечившихся элайнерами, все еще отмечали нарушения речевого общения.

При лечении брекет-системами максимальное количество пациентов II группы, страдающее нарушением речи, было наибольшим в первые два дня и составляло лишь 22% опрошенных, что в 4,2 раза меньше, чем в первой группе. В следующие два дня количество опрошенных с нарушением речи (16%) уменьшилось на 6%. С каждым следующим днем пользования брекет-технологией процент пациентов, у которых были нарушения речи, уменьшался, и на 30-й день ни один пациент не сообщил о речевых неудобствах.

Нарушения речи при лечении элайнерами встречается в 4,2 раза чаще, чем при лечении несъемными конструкциями. С каждым следующим днем лечения в пациентов обеих групп наблюдается тенденция к улучшению дикции.

На 45-е сутки еще 50% пациентов, которые лечились элайнерами (I группа), сообщали о нарушениях речи в отличие от пациентов II группы, которые на 30-й день уже не указывали на проблемы с дикцией. Адаптационный период, касающийся речевых проблем, является наиболее длинным для пациентов, которые лечатся элайнерами. Он не заканчивается даже через 1,5 месяца для 50% пациентов.

Кроме того, были проанализированы такие параметры, как болевые ощущения, чувство дискомфорта во время жевания. Особенно отмечался эстетический характер конструкции.

После фиксации брекет-системы пациенты II группы были вынуждены изменить консистенцию пищи или режим питания, чтобы меньше испытывать болевые ощущения во время приема пищи. У пациентов I группы (элайнеры) болевые ощущения во время жевания практически отсутствовали.

У пациентов II группы, которые лечились брекет-системами дискомфорт наблюдался у большего числа респондентов, чем у опрошенных I группы, хотя продолжительность таких ощущений у пациентов обеих групп была почти одинаковой. Так, первые три дня после фиксации брекет-систем больше половины пациентов II группы чувствовали дискомфорт во время жевания, а максимальное количество опрошенных пациентов I группы, которые испытывали дискомфорт, составляла лишь 19% (рис. 3).

Анализируя ответы обеих групп на вопрос: «Стыдитесь ли вы своей ортодонтической конструкции?», было отмечено, что количество пациентов, которые стыдились своей ортодонтической конструкции, было практически одинаковым, несмотря на ее тип (рис. 4). В первый день на 5% больше пациентов стыдились брекет-техники, чем

элайнеров. К шестому дню лечения 15% пациентов научились себя позиционировать с несъемной техникой и перестали их стесняться. Однако к этому же шестому дню только 7% пациентов I группы, лечившихся элайнерами, перестали стесняться. На 45-й день наблюдения процент пациентов, стыдившихся своей ортодонтической конструкции независимо от ее типа, составлял 3–4%. Такие пациенты требовали квалифицированной помощи психолога или дополнительной консультации с врачом-ортодонтом.

Обсуждение

Анализ периода адаптации при лечении элайнерами и брекет-системами показал, что большие болевые ощущения как при жевании, так и в состоянии покоя имеют место у пациентов при лечении брекет-системами. После третьей недели интенсивность болевых ощущений во время жевания у всех пациентов была практически одинакова.

Речевые нарушения наблюдались больше у пациентов, лечившихся съемными элайнерами, а у пациентов, лечившихся брекет-системами речевые нарушения практически отсутствовали. Ощущение ортодонтической конструкции в полости рта было характерно для пациентов, лечившихся элайнерами. Следовательно, адаптация в зависимости от вида ортодонтической конструкции, проходит у пациентов по-разному. Поэтому для пациентов, высоко мотивированных и имеющих пониженный порог болевых ощущений, адаптация к брекет-системам будет значительно легче. Для пациентов, которые подвержены раздражительности и не имеют достаточной мотивации, адаптация к элайнерам будет долгой, сложной и может закончиться прерыванием ортодонтического лечения [6,7].

Вывод

Период адаптации, как при лечении элайнерами, так и брекет-системами проходит в течение первого месяца. Выбор ортодонтической конструкции должен осуществляться врачом-ортодонтом с учетом психологических характеристик пациента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Millett DT, Glenn AM, Mattick RC, Hickman J, Mandall NA. Adhesives for fixed orthodontic bands. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016 Oct 25;10: CD004485.
2. Francisoni MF, Janson G, Freitas KM, et al. Overjet, overbite, and anterior crowding relapses in extraction and nonextraction patients, and their correlations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014 Jul;146(1):67–72.
3. Алимирзоев Ф. А. Современные представления о комплексном лечении в ортодонтии. *Достижения вузовской науки.* 2014. № 10. С. 68–72.
4. Новикова Ж. А. Лечение ортодонтической патологии с помощью элайнеров В сборнике: Молодежь и медицинская наука Материалы II межвузовской научно-практической конференции молодых ученых. 2014. С. 129–132.
5. Elkholy F, Panchaphongsaphak T, Kilic F, Schmidt F, Lapatki BG. Forces and moments delivered by PET-G aligners to an upper central incisor for labial and palatal translation. *J Orofac Orthop.* 2015 Nov; 76(6):460–75.

6. Антосик Р.М. Сравнительный анализ современных ортодонтических систем при лечении основных патологий прикуса В сборнике: Современные инновации: теоретический и практический взгляд сборник научных трудов по материалам VIII Международной научно-практической конференции. 2018. С. 119–122.
7. Дегтярева И.Н. Определение адаптации пациента к несъемной ортодонтической технике / И. Н. Дегтярева // Казанский медицинский журнал — 2007. — № 6. — С. 581–583.
8. Batista KB, Thiruvengkatachari B, Harrison JE, O'Brien KD. Orthodontic treatment for prominent upper front teeth (Class II malocclusion) in children and adolescents. Cochrane Database Syst Rev. 2018 Mar 13;3: CD003452.

© Пилипенко Надежда Дмитриевна (Dr.npilipenko@yandex.ru), Пилипенко Константин Дмитриевич (rjcnz1418@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Ростов

ИЗУЧЕНИЕ ОСТАТОЧНОЙ МОЩНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В КОРНЕВЫХ КАНАЛАХ, ПОДГОТОВЛЕННЫХ ПОД ЛИТУЮ КУЛЬТЕВУЮ ВКЛАДКУ (IN VITRO)

STUDY OF THE RESIDUAL POWER OF LASER RADIATION IN THE ROOT CANALS PREPARED UNDER A CAST STUMP INSERT (IN VITRO)

A. Rostov
A. Rostov

Summary. In this article, the residual power of laser radiation after irradiation of the roots of the removed molar (tooth 4.6) of a person after their instrumental treatment and obturation of hot gutta-percha was studied in the laboratory. The channels of the removed molar, in the upper third are sealed with hot gutta-percha, and in the middle and upper third are not obturated. The dependence of the influence on the residual power between the location of the laser emitter in the root canals (in the middle and mouth) and the diameter of the roots of the removed tooth was studied. A comparative analysis of the efficiency of the absorbed laser energy of two high-intensity diode laser systems of the near infrared spectrum with wavelengths of 810 and 980 Nm is carried out. The results of amplification of the energy density of laser radiation with a wavelength of 810 and 980 Nm by a designator (laser pointer) with a wavelength of 660 Nm are obtained.

Keywords: laser system, residual power, root canal of the tooth.

Ростов Андрей Витальевич

К.м.н., главный врач, ООО «Центр медико-правового консультирования «Рубикон»
a_rostov@mail.ru

Ростов Артём Андреевич

Генеральный директор, ООО «Центр медико-правового консультирования «Рубикон»
ar-rostov@yandex.ru

Аннотация. В данной статье в лабораторных условиях изучена остаточная мощность лазерного излучения после облучения корней удалённого моляра (зуб 4.6) человека после их инструментальной обработки и obturацией горячей гуттаперчей. Каналы удалённого моляра, в верхней трети запломбированы горячей гуттаперчей, а в средней и верхней трети не obturированы. Изучена зависимость влияния на остаточную мощность между местом расположения лазерного излучателя в корневых каналах (в средней и устьевой части) и диаметром корней удалённого зуба. Проведён сравнительный анализ эффективности поглощённой лазерной энергии двух высокоинтенсивных диодных лазерных систем ближнего инфракрасного спектра с длинами волн 810 и 980 Нм. Получены результаты усиления плотности энергии лазерного излучения с длиной волны 810 и 980 Нм целеуказателем (лазерной указкой) с длиной волны 660 Нм.

Ключевые слова: лазерная система, остаточная мощность, корневой канал зуба.

Актуальность

Эндодонтическое лечение по частоте проведения занимает одно из первых мест в соматологии. В ортопедической стоматологии целью является продолжение эндодонтического лечения после терапевтического, которое заключается в поддержании состояния обеззараженности системы корневых каналов, подготовленных для последующей фиксации в них укрепляющих ортопедических конструкций, а также фиксация этих конструкций в системе корневых каналов без дополнительного инфицирования.

Согласно данным мировой статистики, успешность первичной эндодонтии составляет 86%, а вторичной — 50%. Это связано с тем, что центральный корневой канал имеет многочисленные боковые каналы, различных размеров и морфологии. Научные исследования также выявили наличие остаточной инфицированной пульпы в витальных

и девитализированных зубах, которая сохранялась как в боковых дельтах, так и в апикальной части канала после завершения его механической и химической обработки.

Эффективность препарирования, очистки и обеззараживания системы корневого канала ограничена анатомическими особенностями и невозможностью традиционных ирригантов пассивно проникать в боковые и апикальные дельты. Это делает целесообразным поиск новых материалов, методов и технологий [1, с. 162–164], которые могут улучшить очистку и обеззараживание этих анатомических зон зуба [2, с. 42–44].

Чтобы выполнить ортопедические манипуляции врач вынужден разгерметизировать каналы зуба. Несомненно, что перед фиксацией ортопедической укрепляющей конструкции в корневом канале необходима его повторная стерилизация. В связи с этим эффективность лазерной стерилизации корневых каналов перед протее-

зированием по-прежнему остается одним из наиболее актуальных вопросов.

Цель исследования

Изучить остаточную мощность лазерного излучения с различными длинами волн в области апекса и боковой поверхности запломбированного горячей гуттаперчей корня удалённого моляра человека с расположением лазерного излучателя в различных участках корневых каналах с целеуказателем и без него.

Материалы и методы

В качестве материала исследования были использованы: удалённый моляр человека (зуб 4.6) с запломбированными каналами горячей гуттаперчей на 1/3 и подготовленными под литую культевую вкладку. В исследовании использовали итальянские две высокоинтенсивные диодные лазерные системы «Doctor Smile» с длинами волн 810 и 980 Нм. Для измерения дозы лазерного излучения применяли аппарат израильского производства фирмы OPHIR (Laser Measurement Group) PULSAR4 с круглым фотодиодным сенсором (PD300R-UV filter off.) и программным обеспечением — StarLab — (pulsar sensor 3 photodiode PD300R-UV (s/n 782471) FU1.27 (s/n 746231).

Параметры лазерного излучения с длинами волн 810 и 980 Нм в лабораторных исследованиях всегда были одинаковыми: мощность 1 Вт; постоянный режим (CW); неактивное оптоволокно толщиной 320 микрон; методика внутриканальная бесконтактная, стабильная; облучение лазером в течение 15 секунд.

Полученные результаты

Длина мезиального щёчного канала составила 12 мм, мезиального язычного — 12,2 мм. Каналы были расширены до 35 размера по ISO с шестой конусностью. Диаметр широкой части мезиального корня моляра на 1 мм выше апекса составил 2,5 мм, а узкой части — 2,1 мм. Длина дистального канала была 11,8 мм, диаметр узкой части дистального корня моляра на 1 мм выше апекса — 3,3 мм, а широкой части — 5,5 мм. Диаметр на середине дистального корня в узкой части был в 3,4 мм, а широкой части — 6,4 мм. У мезиального корня в узкой части — 2,3 мм, а в широкой части — 7,4 мм. Диаметр корней моляра в устьевой части у дистального корня в узкой части составил 4,0 мм, в широкой части — 8,6 мм, а у мезиального корня в узкой части 4,9 мм, в широкой части — 8,1 мм.

При облучении лазером с длиной волны 810 Нм без целеуказателя в области устья дистального канала моляра, подготовленного под литую культевую вкладку, запломбированного в верхней трети канала горячей

гуттаперчей, плотность энергии (доза) лазерного излучения у апекса составила 14,5 мВт. С целеуказателем доза лазерного излучения у апекса составила — 24 мВт. Во втором измерении при облучении в середине дистального канала без целеуказателя доза лазерного излучения у апекса составила 9 мВт, а с целеуказателем доза лазерного излучения у апекса составила — 10,5 мВт. При облучении на 1 мм от горячей гуттаперчи дистального канала без целеуказателя доза лазерного излучения у апекса составила 26 мВт, а с целеуказателем доза лазерного излучения у апекса составила — 30 мВт.

При облучении в области устья дистального канала лазером с длиной волны 980 Нм без целеуказателя, доза лазерного излучения у апекса составила 51 мВт, а с целеуказателем доза лазерного излучения у апекса составила — 47 мВт. При облучении в середине дистального канала без целеуказателя доза лазерного излучения у апекса составила 90 мВт, а с целеуказателем доза лазерного излучения у апекса составила — 97 мВт. При облучении на 1 мм от горячей гуттаперчи дистального канала без целеуказателя доза лазерного излучения у апекса составила 114,5 мВт, а с целеуказателем доза лазерного излучения у апекса составила — 116 мВт.

При расположении датчика в середине узкой части корня моляра в дистальном канале подготовленного под литую культевую вкладку, запломбированного горячей гуттаперчей в апикальной трети канала получены следующие результаты. При облучении лазером с длиной волны 810 Нм в области устья дистального канала без целеуказателя доза лазерного излучения составила 11,8 мВт. При облучении в середине дистального канала без целеуказателя доза лазерного излучения составила 14 мВт. При облучении на 1 мм от горячей гуттаперчи дистального канала без целеуказателя доза лазерного излучения сбоку тонкого края корня составила 17 мВт.

При расположении датчика в середине широкой части корня моляра в дистальном канале моляра после облучения в области устья дистального канала без целеуказателя доза лазерного излучения составила 16 мВт. При облучении в середине дистального канала без целеуказателя доза лазерного излучения сбоку толстого края корня составила 19 мВт. При облучении на 1 мм от горячей гуттаперчи дистального канала без целеуказателя доза лазерного излучения составила 13,5 мВт.

Обсуждение полученных результатов

Из полученных результатов видно, что при облучении лазером корневых каналов как с длиной волны 810 Нм, так и с длиной волны 980 Нм лазерная энергия не поглощается твёрдыми тканями корня, а часть её проходит через стенки корня наружу. Даже при расположении

лазерного излучателя внутри канала в области устья, часть лазерной энергии проходить через все твёрдые ткани корня и за его пределы. В эксперименте видно, что твёрдые ткани корня больше поглощают лазерную энергию с длиной волны 810 Нм. Остаточная мощность лазерной энергии с длиной волны 980 Нм больше выходит за границы апекса корня. При облучении мезиального язычного канала лазерами как с длиной волны 810 Нм, так и с длиной волны 980 Нм, при размещении лазерного излучателя в области апекса, остаточная мощность за пределами мезиального корня была меньше, чем при расположении лазерного излучателя дальше от апекса корневого канала, в области его устья. Это связано с тем, что во время облучения корневого канала с расположением лазерного излучателя в области устья, количество фотонов, которые не поглощаются хромофорами корня, значительно больше. Это происходит потому, что излучатель не упирался в стенки корня в области апекса, тем самым, увеличивая действие эффектов лазерного излучения таких как отражение и рассеивание в тканях корня зуба, и уменьшая эффект поглощения лазерной энергии хромофорами корня удалённого моляра.

Заключение

Проведенное нами исследование позволяет сделать вывод о том, что лазерная энергия с длинами волн 810

и 980 Нм не только поглощается хромофорами тканей корня зуба, но и проникает сквозь корень за его пределы вне зависимости от расположения лазерного излучателя в различных участках корневого канала.

Лабораторный эксперимент показал, что на остаточную мощность лазерного излучения, прошедшую через твёрдые ткани корня, при обработке корневых каналов влияет не только длина волны лазера, но и место расположения излучателя в корневом канале, а также толщина стенок корня зуба. Так же остаточная мощность была больше, когда проводились замеры с целеуказателем с длиной волны 660 Нм.

В полученных исследованиях коэффициент поглощения лазерной энергии с длиной волны 810 Нм больше, чем с длиной волны 980 Нм. Так в апикальной части дистального канала на 80%; в апикальной части щёчного канала — на 64%; в апикальной части язычного канала — на 86%. В устьевой части дистального канала — 70%; в устьевой части щёчного канала — на 60%; в устьевой части язычного канала — на 70%.

На основании полученных результатов (in vitro) можно сделать общий вывод о том, что лазерное излучение с длинной волны 810 Нм эффективнее для стерилизации корневых каналов, чем с длиной волны 980 Нм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ростов А.В., Ростов А. А., Жулёв Е. Н. Изучение остаточной мощности после лазерного облучения корневых каналов удалённого моляра человека // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки», № 8, — 2019, -С.162–164
2. Prof Giovanni Olivi, Prof Rolando Crippa, Prof Giuseppe Iaria, Prof Vasilios Kaitsas, Dr Enrico DiVito & Prof Stefano Benedicenti, Italy & USA «Лазеры в эндодонтии» (журнал Фармгеоком Информ № 8 стр. 42–44).

ФОРМИРОВАНИЕ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ ЧЕРЕЗ ИНФОРМИРОВАННОСТЬ И ВОВЛЕЧЕННОСТЬ В ИССЛЕДОВАНИЕ

FORMATION OF A HEALTHY LIFESTYLE OF MEDICAL STUDENTS THROUGH AWARENESS AND INVOLVEMENT IN RESEARCH

**L. Starkova
N. Pikhteleva
A. Trusova**

Summary. The presented study is devoted to the study of the impact of prolonged use of audio headset by senior students and the peculiarities of the impact of these devices on the auditory and cognitive functions of students with frequent and prolonged use. The study was attended by 100 5th year students of the faculty of medicine, who filled out questionnaires, while studying at the Department of otolaryngology. As a result of the survey it was found that 98% of respondents use headphones, the average time of use-89 min/day, the average age of the beginning of the use of headphones-13 years, listening with a volume above the norm (the norm up to 80dc) prefer 93%. It was found that 82% of the surveyed students have no complaints after using an audio headset, 6% note tinnitus, 5% — stuffy ears, 4% — pain in the ears, 7% — a feeling of short-term hearing loss, 1% — dizziness, 4% — headache. After announcing the results and explaining the negative impact of prolonged use of the audio headset, students reduced the time of use of headphones to 62 minutes / day on average, which was 30.3%. The dependence between prolonged use of audio headset and deterioration of auditory and cognitive functions of students was revealed. Processing of the results of the study was carried out by the staff of the Department and members of the scientific student society. As a result of the study, the problems of studying the influence of the duration and frequency of the use of audio headset on the auditory and cognitive functions of students, direct and broad involvement of students in the study of the relevant discipline, which contributes to the conscious development of students' healthy lifestyle skills, and teaches future doctors the elements of preventive work.

Keywords: audio headset, hearing loss, hearing loss, auditory disorders, cognitive disorders.

Старкова Лариса Николаевна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Рязанский
Государственный Медицинский Университет имени
академика И. П. Павлова» Минздрава России
starkovalarisa12235@gmail.com

Пихтелева Наталья Алексеевна

Ассистент, ФГБОУ ВО «Рязанский Государственный
Медицинский Университет имени академика
И. П. Павлова» Минздрава России; врач-сурдолог, ГБУ РО»
ОКБ им. Семашко»
pixtileva@gmail.com

Трусова Анастасия Сергеевна

ФГБОУ ВО «Рязанский Государственный Медицинский
Университет имени академика И. П. Павлова»
Минздрава России
trusovanastenka@yandex.ru

Аннотация. Представленное исследование посвящено изучению влияния продолжительного использования аудио гарнитуры студентами старших курсов и особенностям воздействия этих устройств на слуховую и когнитивную функции студентов при частом и длительном применении. В исследовании приняли участие 100 студентов 5 курса лечебного факультета, заполнивших анкеты, во время обучения на кафедре отоларингологии. В результате анкетирования выяснено, что 98% опрошенных используют наушники, среднее время использования — 89 мин/сут, средний возраст начала использования наушников — 13 лет, прослушивание с громкостью выше нормы (норма до 80Дц) предпочитают 93%. Установлено, что 82% опрошенных студентов не имеют жалоб после использования аудио гарнитуры, 6% отмечают шум в ушах, у 5% — заложенность ушей, 4% — боль в ушах, 7% — чувство кратковременного понижения слуха, 1% — головокружение, 4% — головная боль. После оглашения результатов и разъяснения негативного влияния длительного использования аудио гарнитуры, студенты уменьшили время использования наушников до 62 мин/сут в среднем, что составило 30,3%. Выявлена зависимость между продолжительным использованием аудио гарнитуры и ухудшением слуховой и когнитивной функций студентов. Обработка результатов исследования выполнена сотрудниками кафедры и членами научного студенческого общества. В результате исследования решены задачи по изучению влияния длительности, частоты использования аудио гарнитуры на слуховую и когнитивную функции студентов, непосредственное и широкое вовлечение студентов в исследование при изучении соответствующей дисциплины, что способствует осознанной выработке у студентов навыков здорового образа жизни, и обучает будущих врачей элементам профилактической работы.

Ключевые слова: аудио гарнитура, тугоухость, понижение слуха, слуховые расстройства, когнитивные расстройства.

В Конституции Российской Федерации (статья 41) закреплено право на охрану здоровья и медицинскую помощь, а также приветствуется деятельность, способствующая укреплению здоровья человека. Но на самом деле, первостепенная роль в сохранении и формировании здоровья принадлежит самому человеку, его образу жизни, его ценностям, установкам, степени гармонизации его внутреннего мира и отношений с окружением [5]. Первостепенной задачей для повышения уровня здоровья должно стать не развитие медицины, а сознательная, целенаправленная работа самого человека по восстановлению и развитию жизненных ресурсов, по принятию на себя ответственности за собственное здоровье, когда здоровый образ жизни становится потребностью [1]. Это положение особенно актуально для лиц молодого возраста, только приступающих к трудовой деятельности, особенно, если будущая деятельность связана с охраной здоровья населения [2].

Существует несколько моделей обучения здоровому образу жизни. На кафедре глазных и ЛОР-болезней РязГМУ в педагогической деятельности используется медицинское информирование наших студентов (или когнитивный метод), в основе которого лежит ознакомление с вредным воздействием того или иного фактора на здоровье человека и образовательный метод, оказывающий влияние на поведение человека в отношении его здоровья [3,5].

Каждый человек, живущий в мире технологического прогресса, ежедневно подвергается воздействию большого количества негативных факторов. И одними из самых значительных факторов являются шум и громкие звуки. Звук — это такие механические колебания внешней среды, которые воспринимаются слуховым аппаратом человека (от 16 до 20000 колебаний в секунду). Колебания большей частоты называются ультразвуком, меньшей — инфразвуком. Норма громкости звука, не наносящая вреда человеческому уху, не более 80 ДБ. Шум — громкие звуки, слившиеся в нестройное звучание. Естественный шумовой фон безвредный для здоровья — 20–30ДБ [4].

Городской житель подвержен постоянному влиянию громких звуков и, особенно, шуму. Это связано с наличием большого количества транспорта, работающей техники, как на работе, так и дома. Усиливается влияние на слух аудио гарнитуры, которой пользуется практически каждый представитель молодого поколения. Нарушение слуха у молодежи приводит к снижению уровня работоспособности, к снижению продуктивности труда в долгосрочной перспективе а, возможно, и к инвалидизации. Поэтому, очень важно обращать внимание студентов на этапе учебы на тему здорового образа жизни.

О негативном влиянии интенсивной звуковой и шумовой нагрузки на все отделы органа слуха и, прежде всего, на систему звуковосприятия известно давно. Но этот вопрос остается актуальным и сегодня, так как по данным ВОЗ в 2004 году более 275 миллионов человек имели умеренные или тяжелые нарушения слуха, а к 2020 году более 30% всей популяции земного шара будут иметь нарушения слуха. Ведущее место в структуре этих нарушений занимает поражение звуковоспринимающего аппарата [8].

Громкие звуки воздействуют на все отделы и структуры звуковоспринимающего и звукопроводящего аппаратов. При действии на барабанную перепонку происходит ее растяжение и снижение чувствительности, а также возможно повреждение ее целостности. Также возможно повреждение и разрыв цепи слуховых косточек, что ведет к потере слуха или его снижению. Воздействие на кортиева орган выражается в повреждении и отмирании клеток (то есть происходит сначала отек и растяжение чувствительных клеток, затем их гибель и замещение соединительной тканью). Это необратимый процесс, приводящий к нарушению функции слухового нерва.

Все эти процессы неизбежно ведут к снижению или потере слуха, что причиняет человеку не только физическое страдание, но и социальный дискомфорт.

Однако стоит заметить, что шум и громкие звуки также оказывают негативное влияние на центральную нервную систему, вызывая стойкое торможение нервных клеток, что приводит к нарушению когнитивных функций [6,7].

Недавние исследования показали, что потеря слуха коррелирует с повышением риска развития деменции у людей старше 60 лет. Люди с легкой потерей слуха имеют почти вдвое больший риск развития деменции по сравнению с людьми с нормальным слухом, у людей с умеренной потерей слуха риск возрастает в три раза, а с тяжелой потерей слуха — в пять раз [6].

Было доказано, что ухудшение слуха ведет к нарушению когнитивных функций, что выражается в снижении концентрации внимания и неспособности долго его удерживать на определенной мысли, многие люди с нарушением слуха отмечают ухудшение памяти. К таким же жалобам приводит длительное воздействие громкого звука и шума [7].

Страдает психическое здоровье у людей с нарушением слуха. В результате невозможности полноценной коммуникации с окружающими, человек испытывает психический дискомфорт, что впоследствии может привести

Жалобы после использования наушников отмечало 18% опрошенных:

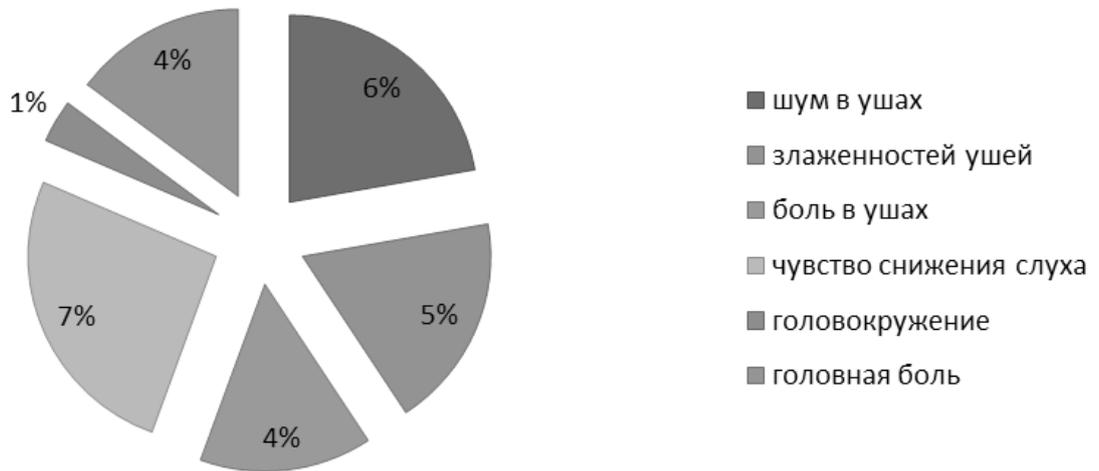


Рис. 1. Жалобы после использования наушников

15% опрошенных имеют общие жалобы на орган слуха:

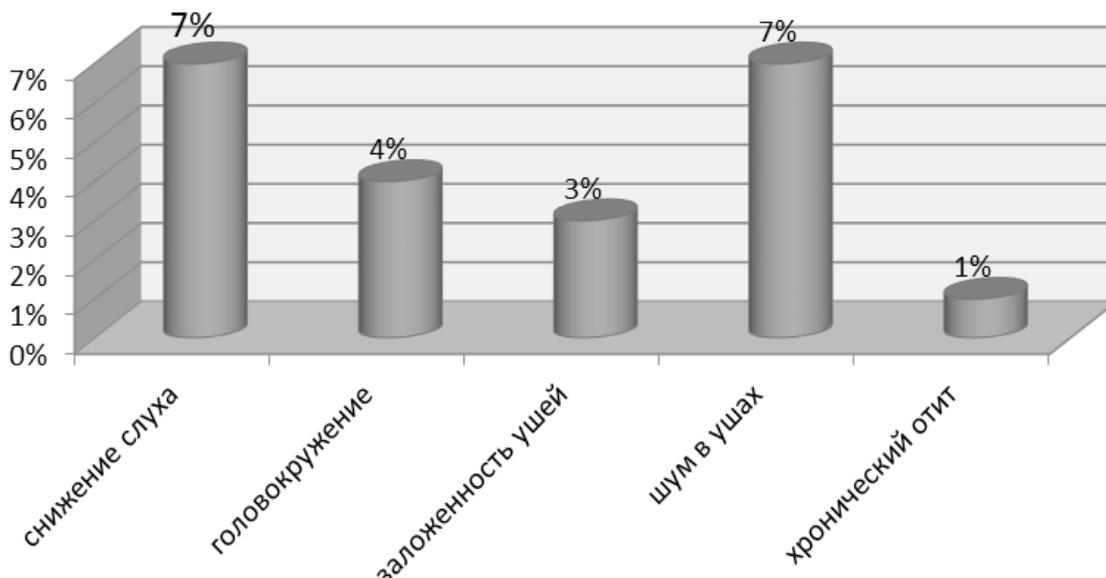


Рис. 2. Жалобы на органы слуха.

Отмечены следующие жалобы на нарушение когнитивных функций после использования наушников:

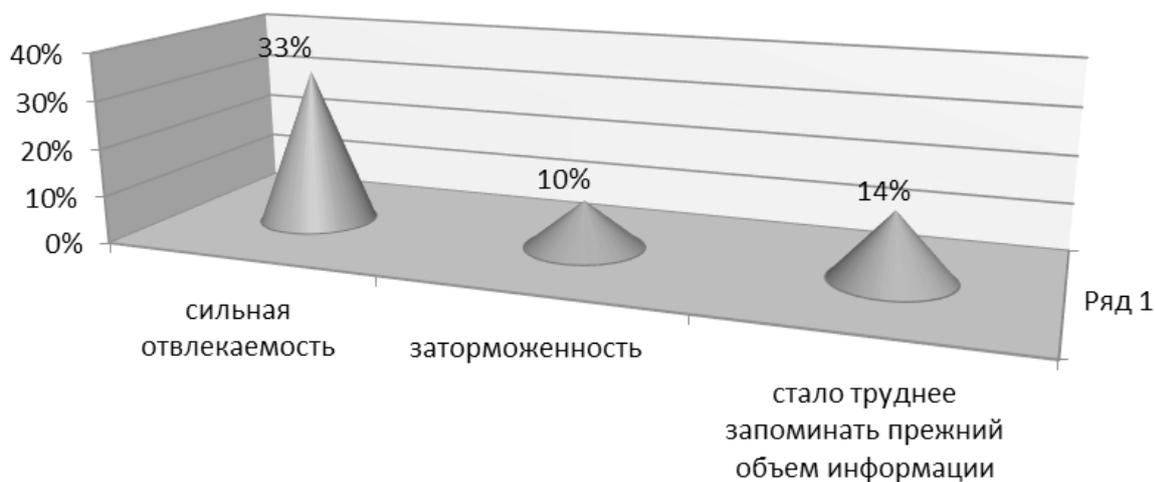


Рис. 3. Жалобы на нарушение когнитивных функций после использования наушников.

Время использования аудиогарнитуры до и после проведения анкетирования и профилактической беседы, мин/сутки:

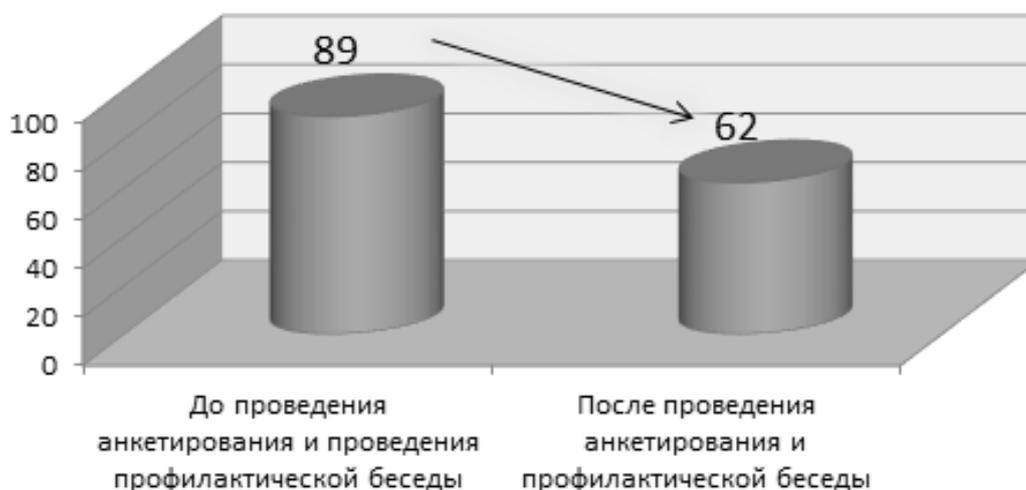


Рис. 4. Время использования аудиогарнитуры.

к тяжелой депрессии. А как известно, депрессия — это состояние, когда человек крайне лабилен и не способен к продуктивному труду, что отражается и на окружающих [7].

Самым распространенным источником шума и громких звуков в молодежной среде является аудио гарнитуры, которые популярны и у студентов медицинских специальностей.

Материалы и методы

Проведено анкетирование 100 студентов 5 курса лечебного факультета, изучающих оториноларингологию, возраст $-22,4 \pm 0,3$ года, из них 78 девушек и 22 юношей. У данной выборки отсутствовали признаки хронической патологии слуха на момент исследования. Анкетирование проводилось в 2018–2019 учебном году.

В проведенном исследовании были заданы следующие вопросы: используют ли анкетированные наушники регулярно в повседневной жизни; как долго; с какого возраста; на какой громкости; испытывают ли какие-либо жалобы после использования аудио гарнитуры; есть ли общие жалобы на расстройство слуха.

Результаты и обсуждение.

В результате анкетирования выявлено, что 98% опрошенных студентов регулярно использовали наушники, среднее время использования составило $89 \pm 1,4$ минут/сутки. Средний возраст, в котором наши студенты начали регулярно пользоваться аудио гарнитурой, составил в среднем $13,3 \pm 0,8$ лет, то есть в среднем аудио гарнитура используется в массиве опрошенных в течение 9 лет.

Изучался спектр предпочтений и условия использования наушников. Выяснено, что 93% студентов предпочитают использовать наушники на громкости выше нормы (норма — до 80ДБ).

Жалобы после использования наушников предъявляют 18% опрошенных. Среди жалоб в массиве исследо-

вания отмечалось: 6% — шум в ушах, 5%- заложенность ушей, 4% — боль в ушах, 7% — чувство снижения слуха, 1% — головокружение, 4% — головная боль, что представлено на рисунке № 1.

Но при этом 15% студентов имеют общие жалобы на орган слуха: 7% — снижение слуха, 4% — головокружение, 3% — заложенность ушей, 7% — шум в ушах. У 11% жалобы носили сочетанный характер. Полученные результаты представлены на рисунке № 2.

Также отмечены жалобы на нарушение когнитивных функций после использования аудио гарнитур: 33% опрошенных отмечали сильную отвлекаемость, у 10% отмечалась заторможенность, 14% отмечают, что стало труднее запоминать прежний объем информации, что отражено на рисунке № 3.

После анкетирования и первичного анализа полученных результатов спустя 1–1,5 месяца проведен повторный опрос пользователей аудиогарнитуры, по результатам которого отмечено, что уменьшилось время использования наушников с $89 \pm 1,4$ мин/сутки до $62 \pm 1,1$ мин/сутки, что составило 30,3%.

Данная тенденция отражена на рисунке № 4.

Выводы

Исходя из представленных данных, можно сказать, что здоровый образ жизни должен включать не только отказ от курения, злоупотребления алкоголем и других известных истин, но также должны обязательно соблюдаться правила гигиены слуха. Информирование о функции слухового анализатора и факторах негативного воздействия на слуховой анализатор позволяет контролировать факторы риска. Ограничение шумового фона вокруг индивида, сокращение времени использования наушников может ослабить негативный прогноз ухудшения слуха. Именно это мы попытались донести до наших студентов-медиков, чей сохраненный слух будет одним из основных инструментов в дальнейшей лечебно-диагностической деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берест А. Ю., Красненко А. С. Влияние регулярного использования аудиоплееров с наушниками на слуховую функцию лиц молодого возраста [Электронный ресурс] / Берест А. Ю., Красненко А. С. // Российская оториноларингология: Российский элетронный журнал — 2013. - № 1. - Режим доступа: https://lornii.ru/journal/photo/j_1_2013.pdf.
2. Динейка, К.В. 10 уроков психофизической тренировки. [Текст] М., 1987. — 63 с.
3. Дорофеева С. Г., Шелухина А. Н., Тертерян Л. И., Прокофьева Ю. В., Мансисова О. В., Конопля Е. Н. Влияние шума на здоровье населения [Текст] // Научный альманах. 2016 г. № 12–2(26), с. 282–285.
4. Иванюшкин А. Я. "Здоровье" и "болезнь" в системе ценностных ориентаций человека [Текст] // Вестник АМН СССР. 1982. Т. 45. № 1, с. 49–58, № 4, с. 29–33.

5. Старкова Л. Н., Пихтилева Н. А. Интегративные педагогические приемы формирования здорового образа жизни у студентов на кафедре ЛОР-болезней [Текст] Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие том: 6 Номер: 4 Год: 2018 Страницы: 718–732Издательство: Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова (Рязань)
6. Худякова, Н. Л. Теория и методика воспитания, ориентированного на развитие ценностного мира человека: учеб. пособие [Текст] / Х. Н. Л. Худякова. — Челябинск: изд-во ЧелГУ, 2008. — 202с. — ISBN.
7. Melissa Echaliier, Dr Chris Wood, Dr Pritti Mehta, Professor Bencie, Woll Gwilym Morris. Joining up[Электронный ресурс]/ Melissa Echaliier, Dr Chris Wood, Dr Pritti Mehta, Professor Bencie, Woll Gwilym Morris// Hearing loss and other long-term conditions: Английский электронный журнал — 2016.-№ 1. — Режим доступа: https://www.ucl.ac.uk/dcal/documents/Joining_Up_long_term_conditions_report.pdf.
8. Mohammad Reza Ahmad, Abbas Pourhossein Gilakjani, Seyedeh Masoumeh Ahmadi. Journal of Language Teaching and Research [Электронный ресурс]/ Mohammad Reza Ahmad, Abbas Pourhossein Gilakjani, Seyedeh Masoumeh Ahmadi// The Relationship between Attention and Consciousness: Финский электронный журнал - 2011.-№ 6.-Режим доступа: <https://pdfs.semanticscholar.org/3624/1e1153553b5468b8cd7f61493276f3e23e33.pdf>

© Старкова Лариса Николаевна (starkovalarisa12235@gmail.com),

Пихтилева Наталья Алексеевна (pixtileva@gmail.com), Трусова Анастасия Сергеевна (trusovanastenka@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Рязань

КОРРЕЛЯЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИКУСА И ФОРМИРОВАНИЕ ВЫНУЖДЕННОГО БОКОВОГО СМЕЩЕНИЯ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ У ПАЦИЕНТОВ С СИНДРОМОМ ДИСФУНКЦИИ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНЫХ СУСТАВОВ

Статовская Елена Евгеньевна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО Северо-Западный
Государственный Медицинский Университет имени
И. И. Мечникова Минздрава России
elenastat22@mail.ru

CORRELATION OF BITE FUNCTIONAL CHARACTERISTICS AND FORMATION OF FORCED LATERAL DISPLACEMENT OF THE MANDIBLE IN PATIENTS WITH TEMPOROMANDIBULAR JOINT DYSFUNCTION SYNDROME

E. Statovskaya

Summary. Determination of the range of motion and motor pattern of the mandible are important elements at the stage of diagnostics of TMJ dysfunction syndrome [1] and at the stage of analysis of the functional space in the process of manufacturing of the occlusal splint [2]. Clinically and with the help of Arcus Digma 1, Arcus Digma 2 virtual articulators we have studied dynamic parameters and patterns of mandible movements in 97 patients with TMJ dysfunction syndrome. All the patients were scheduled for occlusal splints. We have determined functional type and characteristics of the bite, parameters for adjustment of the mechanical articulator. Analysis of correlations of articular and occlusal parameters showed that they affect the motor stereotype, which provides for the formation of unilateral hypermobility and forced lateral displacement of the mandible in patients with TMJ dysfunction syndrome. Initially the examined patients showed no hypermobility in the temporomandibular joints as well as generalized hypermobility [3].

Keywords: temporomandibular joint dysfunction syndrome, functional analysis of Arcus Digma 1, Arcus Digma 2, motor pattern, unilateral hypermobility of the temporomandibular joints.

Аннотация. Определение объема движений и двигательного паттерна нижней челюсти являются важными элементами на этапе диагностики синдрома дисфункции ВНЧС [1] и при анализе функционального пространства в процессе изготовления окклюзионной шины [2]. Клинически и с помощью виртуальных артикуляторов Arcus Digma 1, Arcus Digma 2 были исследованы динамические параметры и паттерны движений нижней челюсти у 97 пациентов с синдромом дисфункции ВНЧС. Всем пациентам планировались окклюзионные шины. Был определен функциональный тип и характеристики прикуса, параметры для настройки механического артикулятора. Анализ корреляций суставных и окклюзионных параметров обнаружил их влияние на двигательный стереотип, предусматривающий формирование односторонней гипермобильности и вынужденного бокового смещения нижней челюсти у пациентов с синдромом дисфункции ВНЧС. Исходно, у исследуемых пациентов гипермобильности в височно-нижнечелюстных суставах, а также генерализованной гипермобильности не наблюдалось [3].

Ключевые слова: синдром дисфункции височно-нижнечелюстных суставов, функциональный анализ Arcus Digma 1, Arcus Digma 2, двигательный паттерн, односторонняя гипермобильность височно-нижнечелюстных суставов.

Введение

Инструментальный функциональный анализ предполагает изучение привычного прикуса с помощью механического и виртуального артикуляторов. Полученные данные позволяют: определить объем движений нижней челюсти, двигательный паттерн, проанализировать роль окклюзии в этиологии синдрома дисфункции ВНЧС, конструкционные соотношения челюстей для изготовления лечебных аппаратов и зубного протезирования, уточнить показания к изготовлению

окклюзионной шины, спланировать ее конструкцию и временные зубные протезы.

Материалы и методы

Клинический окклюзионный анализ (в полости рта) проводился с целью оценки окклюзионных контактов в переднем и боковых участках зубных рядов. Соотношение резцов верхней и нижней челюстей исследовалось в контексте второго диагностического критерия синдрома дисфункции ВНЧС. Данная характеристика,

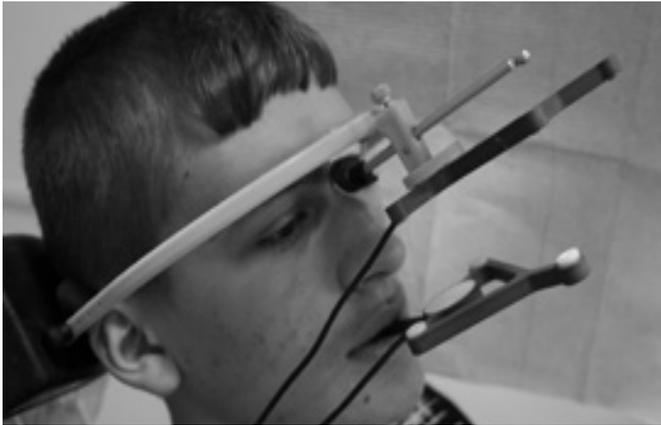


Рис. 1. Лицевая дуга и датчики движения

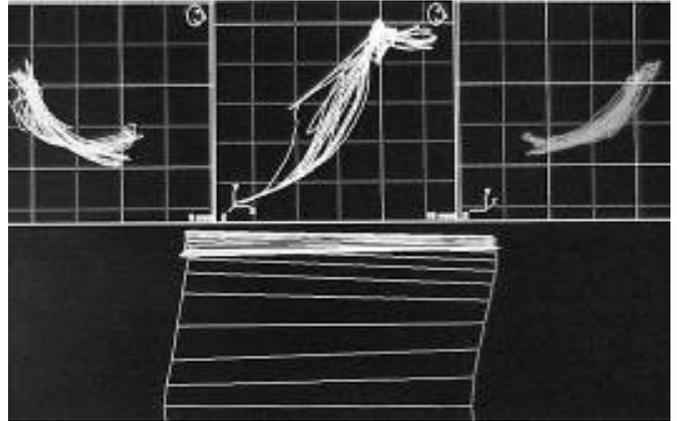


Рис. 2. Наложение нескольких графических записей и диагностика окклюзионных нарушений

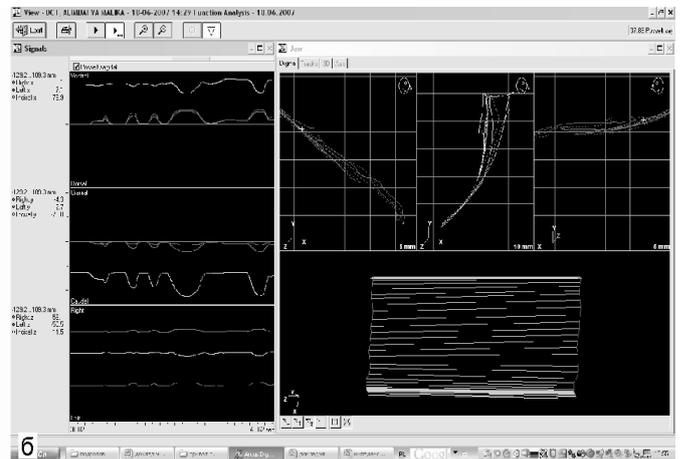
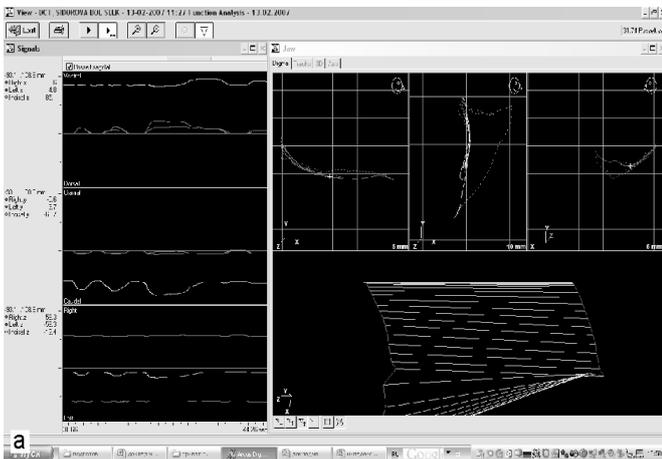


Рис. 3. Пример 1-го (а) и 2-го (б) функциональных классов прикуса.

в ряду прочих факторов, существенно влияет на эстетическую и функциональную составляющие окклюзии.

После клинической оценки соотношений челюстей проводили функциональный инструментальный анализ с помощью виртуальных артикуляторов — аппаратов Arcus digma 1 и 2 (рис. 1–2), цель которого определить: объем (амплитуду), степень ограничений привычных движений нижней челюсти, двигательный паттерн (стереотип открывания рта), класс функциональной окклюзии (прикуса), рабочие параметры соотношений челюстей для настройки механического артикулятора, функциональное пространство и окклюзионную схему для лечебного аппарата (определяющих дизайн — форму поверхности шины, ее размеры и толщину, контакты зубов с шиной). Совокупные (клинические, инструментальные) данные об объеме движений, степени функциональных ограничений и Паттерне открывания рта

использовались при диагностике синдрома дисфункции ВНЧС.

Оценка функционального прикуса и функциональной окклюзии проводилась на основании графической записи в процессе серии проб, результатом которых на экране компьютера явились графические схемы Posselt, соответствующие функциональным 1-му (рис. 3а), 2-му (рис. 3б), 3-му (рис. 4) классам прикуса. Функциональная окклюзия сопоставлялась с клиническими данными, выявляли косвенные признаки окклюзионных, мышечных, суставных нарушений.

Результаты

Было выявлено 4 варианта графических схем, соответствующих четырем функциональным классам окклюзии (прикуса)

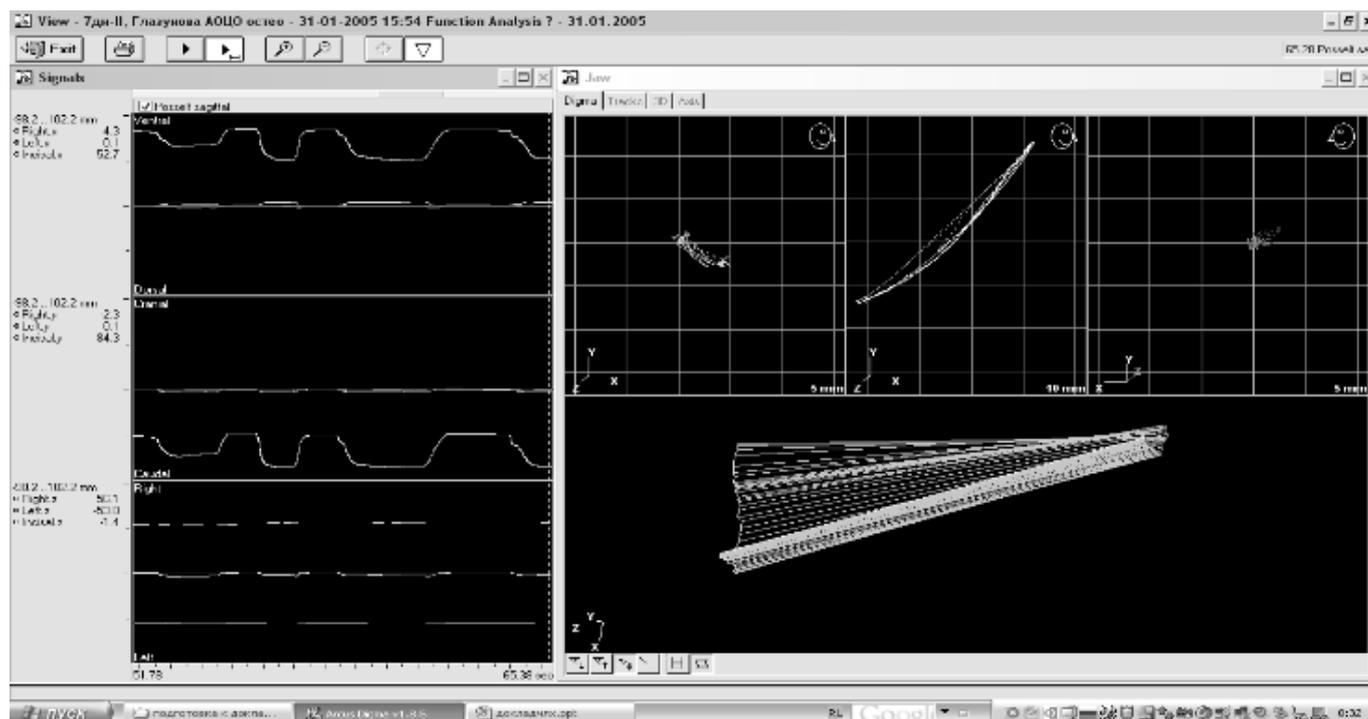


Рис. 4. Пример 4 класса, сочетающего в себе 3-й класс функционального прикуса и графические признаки нарушений соотношений элементов ВНЧС.

Функциональный прикус 1-го класса соответствует ортогнатическому прикусу с преимущественно вертикальным типом жевательных движений, передним (резцовым) и клыковым ведением.

Функциональный прикус 2-го класса соответствует группе дистального, или глубокого прикусов, снижению прикусу в сочетании с различным соотношением резцов, с преимущественно горизонтальным типом жевательных движений, менее выраженными (сглаженными) или отсутствием резцового и клыкового «ведений», наличием «группового ведения».

Окклюзионный аналог функционального 3-го класса — прямой, мезиальный прикус, с вертикальной траекторией закрывания рта, с отсутствием (реже минимальным) ведением по резцам и клыкам при наличии минимального перекрытия. По мере снижения межальвеолярного расстояния проявляется тенденция к переднему смещению нижней челюсти.

Под функциональным 4-м классом прикуса подразумевается один из трех перечисленных классов, имеющий графические (косвенные) признаки нарушений (рис. 2, рис. 4), которые условно разделяются на: суставные (отрезок в начале перемещения нижней челюсти, рисунок, характер записи), мышечные (симметрия, синхронность с обеих сторон, протяженность линий или «треков»),

окклюзионные (верхняя часть графика — резцовое «ведение»). К нарушениям относятся: гипомобильность и гипермобильность, (односторонняя, двусторонняя), значимая асимметрия параметров, несинхронность движений, изменение рисунка графической траектории (прерывистая, зигзагообразная, прочие нарушения), «ведение моляров» (окклюзионные интерференции), наличие суставной ретрузии. Перечисленные признаки клинически сопровождаются: шумами, дегенеративными изменениями ВНЧС, деформацией окклюзионной плоскости, уменьшением межальвеолярного расстояния, парафункциями.

В процессе изготовления окклюзионных шин, для настройки артикулятора на индивидуальную функцию (таблица 1) и оценки степени взаимного соответствия окклюзионных контактов виду прикуса, мы проанализировали рабочие параметры пациентов ($n = 97$) с синдромом дисфункции ВНЧС без исходной двусторонней гипермобильности в ВНЧС. Анализ рабочих динамических параметров соотношений челюстей позволяет сделать вывод о широкой распространенности 2-го функционального класса прикуса, для которого характерны признаки: преимущественно горизонтальные жевательные движения (малые средние величины углов сагиттального суставного пути $34,1^{\circ}$, $29,3^{\circ}$; величина угла резцового пути равная $40,7^{\circ}$; отрицательное значение угла трансверзального пути и наличие ретрузии на латеротрузии

Таблица 1. Рабочие динамические параметры для настройки артикулятора при моделировании окклюзионных шин для пациентов общей выборки (n = 97)

Сторона, параметр	M ± SD	SE	Min ... max	Me (LQ; UQ)	p
Угол сагиттального суставного пути (HCN)					
Слева	31,4 ± 14,4	1,5	-30...59	34,1 (21,2; 42,3)	0,82
Справа	30,3 ± 15,9	1,6	-30...60,9	29,3 (21,8; 42)	0,60
Угол трансверзального бокового пути на латеротрузионной стороне (Shift)					
Слева	-6 ± 14,9	1,5	-20...20	-10,8 (-20; 6,6)	0,12
Справа	-9 ± 14,3	1,5	-20...20	-18,7 (-20; 0)	0,10
Суставная ретрузия (длина ретрузионного пути на латеротрузионной стороне, Ret)					
Слева	0,9 ± 0,8	0,1	0...4	0,7 (0,1; 1,5)	0,67
Справа	0,9 ± 0,8	0,1	0...3,8	0,8 (0,2; 1,5)	0,87
Угол Беннета — трансверзального бокового пути на медиотрузионной стороне (BL и BR)					
Слева	10,8 ± 7,0	0,7	4...30	9,2 (4,5; 14)	0,62
Справа	12,4 ± 7,1	0,7	0...30	12 (7; 14,8)	0,26
Длина пути начального смещения на медиотрузионной стороне (ISS)					
Слева	0,03 ± 0,1	0,01	0...0,4	0 (0;0)	0,98
Справа	0,04 ± 0,1	0,01	0...0,5	0 (0;0)	0,78
Угол клыкового пути (C)					
Слева	38,1 ± 19,2	1,9	-9...76,2	41 (25,7; 51,4)	0,95
Справа	34,7 ± 19,8	2,0	-14,1...80,3	33,6 (25,6; 46,7)	0,30
Угол сагиттального резцового пути (I)					
Центральный	36,4 ± 21,4	2,2	-1,8...80,3	40,7 (18,8; 52,4)	0,68

Таблица 2. Рабочие динамические параметры для настройки артикулятора при моделировании окклюзионных шин для пациентов контрольной группы (n = 19)

Сторона	Средние рабочие значения динамических параметров (град)				
	M ± SD	SE	Min ... max	Me (LQ; UQ)	p
Угол сагиттального суставного пути (HCN)					
Слева	30,7 ± 12,2	2,8	6,7...49,8	31,8 (25,6; 38,5)	0,82
Справа	28,6 ± 13,1	3,0	0...49,8	28,8 (21; 39)	0,60
Угол трансверзального бокового пути на латеротрузионной стороне (Shift)					
Слева	-10,8 ± 14,0	3,2	-20...20	-20 (-20; 0,1)	0,12
Справа	-13,8 ± 10,5	2,4	-20...12,3	-20 (-20; -9,8)	0,10
Суставная ретрузия (длина ретрузионного пути на латеротрузионной стороне, Ret, мм)					
Слева	0,9 ± 0,8	0,2	0...2,5	0,9 (0,1; 1,4)	0,67
Справа	0,9 ± 0,7	0,2	0...2	0,9 (0,3; 1,5)	0,87
Угол Беннета — трансверзального бокового пути на медиотрузионной стороне (BL и BR)					
Слева	10,1 ± 4,6	1,1	4...20	9,9 (6,7; 14,0)	0,62
Справа	14,0 ± 7,2	1,7	4...30	12,7 (9,0; 17,2)	0,26
Длина пути начального смещения на медиотрузионной стороне (ISS, мм)					
Слева	0,03 ± 0,1	0,01	0...0,2	0 (0;0)	0,98
Справа	0,04 ± 0,1	0,02	0...0,2	0 (0;0,1)	0,78
Угол клыкового пути (C)					
Слева	37,8 ± 22,7	5,2	-9...70,4	42,4 (17,4; 52,7)	0,95
Справа	30,5 ± 19,7	4,5	0...68,8	32,0 (18,6; 43,5)	0,30
Угол сагиттального резцового пути (I)					
Центральный	38,6 ± 20,5	4,7	0...59,4	48,6 (17,6; 52,6)	0,68

Таблица 3. Рабочие динамические параметры для настройки артикулятора при моделировании окклюзионных шин для пациентов основной группы (n = 78)

Сторона	Средние рабочие значения динамических параметров (град)				
	M ± SD	SE	Min ... max	Me (LQ; UQ)	p
Угол сагиттального суставного пути (HCN)					
Слева	31,6±15,0	1,7	-30...59	35,0 (20,8; 43)	0,82
Справа	31,0±16,5	1,9	-30...60,9	29,8 (22,7; 42,9)	0,60
Угол Shift — трансверзального бокового пути на латеротрузионной стороне (SHL и SHR)					
Слева	-4,8±15,0	1,7	-20...20	-3,1 (-20; 7,1)	0,12
Справа	-7,7±14,9	1,7	-20...20	13,1 (-20; 2,2)	0,10
Суставная ретрузия (длина ретрузионного пути на латеротрузионной стороне, Ret, мм)					
Слева	0,8±0,8	0,1	0...4	0,65 (0,1; 1,6)	0,67
Справа	0,9±0,8	0,1	0...3,8	0,7 (0,1; 1,5)	0,87
Угол Беннетта — трансверзального бокового пути на медиотрузионной стороне (BL и BR)					
Слева	11,0±7,4	0,8	4...30	9,2 (4; 14,8)	0,62
Справа	12,0±7,1	0,8	0...30	11,5 (6,8; 14,8)	0,26
Длина пути начального смещения на медиотрузионной стороне (ISS, мм)					
Слева	0,03±0,1	0,01	0...0,4	0 (0; 0)	0,98
Справа	0,04±0,1	0,01	0...0,5	0 (0; 0)	0,78
Угол клыкового пути (C)					
Слева	38,2±18,4	2,1	-6,9...76,2	38,3 (25,7; 50)	0,95
Справа	35,7±19,8	2,2	-14,1...80,3	34,6 (27,3; 47)	0,30
Угол сагиттального резцового пути (I)					
Центральные резцы	36,4±21,8	2,5	-1,8...80,3	39,7 (18,8; 49,8)	0,68

Таблица 4. Сравнительная оценка параметров окклюзионных соотношений на правой и левой сторонах челюстей у пациентов контрольной группы

Сравниваемые параметры окклюзионных соотношений на левой (L) и правой (R) сторонах челюстей	p
Угол сагиттального суставного пути (HCNL и HCNR)	0,520
Угол клыкового пути (CL и CR)	0,159
Латеротрузионная сторона	
Суставная ретрузия — длина ретрузионного пути (RL и RR, мм)	0,650
Угол Shift — трансверзального бокового пути на (SHL и SHR)	0,594
Медиотрузионная сторона	
Длина пути начального смещения (ISSL и ISSR, мм)	0,311
Угол Беннетта — трансверзального бокового пути на (BL и BR)	0,048

Таблица 5. Сравнительная оценка параметров окклюзионных соотношений на правой и левой сторонах челюстей у пациентов основной группы

Сравниваемые параметры окклюзионных соотношений на левой и правой сторонах челюстей	p
Угол сагиттального суставного пути (HCNL и HCNR)	0,788
Угол клыкового пути (CL и CR)	0,306
Латеротрузионная сторона	
Угол Shift — трансверзального бокового пути (SHL и SHR)	0,147
Суставная ретрузия — длина ретрузионного пути на (RL и RR)	0,476
Медиотрузионная сторона	
Длина пути начального смещения на (ISSL и ISSR)	0,305
Угол Беннетта — трансверзального бокового пути (BL и BR)	0,114

Таблица 6. Корреляции параметров движений нижней челюсти

Коррелируемые параметры, сторона челюсти, условное обозначение на схеме рисунка 5.6	Параметр, сторона челюсти, коэффициент корреляции (r), p, n=94	
-	Углы сагиттальных суставных путей	
-	Справа (R)	Слева (L)
параметр противоположной стороны	r = 0,392; p=0,0001	r = - 0,619; p=0,002
угол резцового пути (IN)	r = 0,324; p=0,0001	
-	Угол резцового пути	
угол клыкового пути (CN)	r=0,521 (справа); r=0,495 (слева); p=0,001	
угол сагитт. суставного пути (NSNR, NSNL)	r = 0,324; p=0,002	
-	Углы клыковых путей (CN)	
-	Справа (R)	Слева (L)
параметр противоположной стороны	r=0,393; p=0,001	
угол резцового пути (IN)	r=0,521; p=0,001	r=0,495; p=0,001
суставная ретрузия слева (RL)	r= -0,300; p=0,011	-
-	Угол Беннетта (BN)	
-	Справа (R)	Слева (L)
параметр противоположной стороны	r=0,392; p=0,001	
начальное боковое смещение справа (ISSR)	r=0,252; p=0,014	r=0,318; p=0,002
начальное боковое смещение слева (ISSL)	r=0,441; p=0,0001	r=0,381; p=0,0001
угол латеротрузии справа (LTR)	r=0,262; p=0,011	-
-	Начальное боковое смещение (ISS)	
-	Справа (R)	Слева (L)
параметр противоположной стороны	r=0,488; p=0,0001	
угол Беннетта слева (BNL)	r=0,380; p=0,014	r=0,381; p=0,002
угол Беннетта справа (BNR)	r=0,441; p=0,002	r=0,300; p=0,014
угол латеротрузии слева (LTL)	r= -0,300; p=0,008;	-
угол латеротрузии справа (LTR)	r= -0,331; p=0,001	-
-	Угол латеротрузии (LT)	
-	Справа (R)	Слева (L)
параметр противоположной стороны	r=0,300; p=0,010	
ретрузия справа (RR)	r= -0,452; p=0,0001	
ретрузия слева (RL)		r= -0,488; p=0,0001
начальное боковое смещение справа (ISSR)	r= -0,331; p=0,001	r= -0,300; p=0,010
угол Беннетта справа (NBL)	r=0,300; p=0,014	-
-	Суставная ретрузия (R)	
-	Справа (R)	Слева (L)
параметр противоположной стороны	r= -0,464; p=0,0001	
угол латеротрузии справа (LTR)	r= -0,488; p=0,0001	
угол латеротрузии слева (LTL)		r= -0,452; p=0,0001
начальное боковое смещение справа (ISSR)	r= -0,452; p=0,0001	-
угол клыкового пути слева (CNL)	-	r= -0,263; p=0,011

онной стороне), утратой клыкового, резцового ведения, признаками снижения межальвеолярного расстояния.

В контрольной группе (таблица 2) наблюдается более выраженная асимметрия параметров за счет величины угла трансверзального суставного пути (угла Беннетта) на мезиотрузионной стороне челюсти. Параметры сагиттального суставного пути не соответствуют клыковой и резцовой направляющим (незначительное различие значений).

В основной группе (таблица 3) рабочие динамические параметры окклюзионных соотношений у пациентов основной группы (n = 78) также соответствуют функциональному 2-му классу, асимметрия менее выражена в сравнении с контрольной группой, имеются признаки уменьшения межальвеолярного расстояния (несоответствие суставных, клыковых, резцовых путей, наличие суставной ретрузии и начального смещения, латероретрузионный тип смещений).

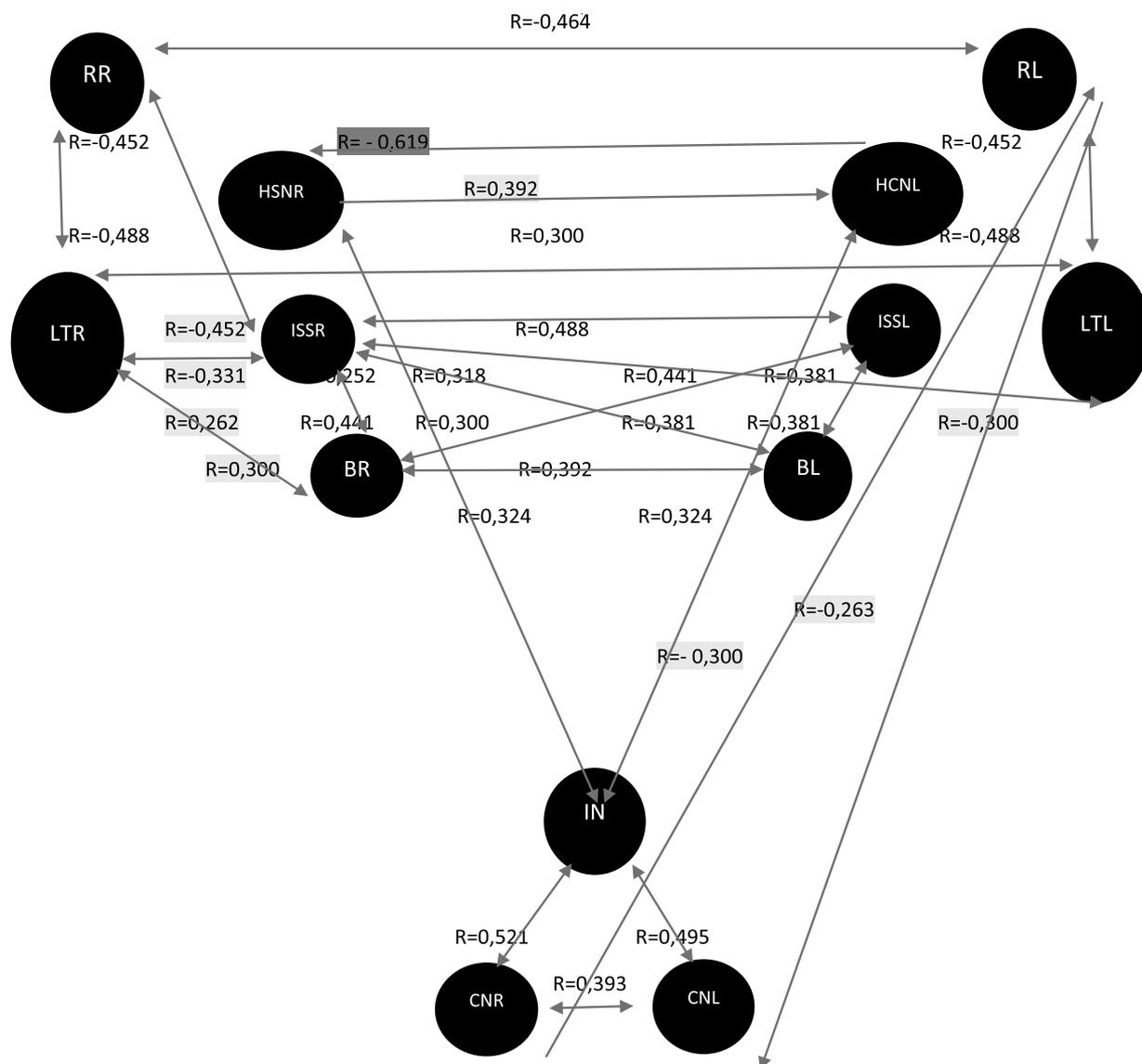


Рис. 5. Схема корреляций суставных и окклюзионных параметров, их влияние на двигательный стереотип, формирование односторонней гипермобильности и вынужденного бокового смещения нижней челюсти у пациентов с синдромом дисфункции без исходной гипермобильности в ВНЧС.

В таблицах 4, 5 — результаты сравнения параметров окклюзионных соотношений на правой и левой сторонах челюстей у пациентов контрольной и основной групп. Выявлены достоверные различия параметров трансверсальных путей (углов Беннета, $p = 0,048$) у исследуемых пациентов контрольной группы (таблица 4).

Анализируя окклюзионные динамические параметры можно заключить, что исследуемые группы пациентов с синдромом дисфункции ВНЧС не имеют достоверных различий по функциональным классам прикуса. Окклюзионные соотношения пациентов контрольной и основной групп соответствуют функциональному 4-му классу (2-му классу с признаками окклюзионных нарушений). В контрольной группе асимметрия окклюзион-

ных параметров угла Беннета выражены в большей степени за счет утраты зубов и вторичных деформаций.

В таблице 6 показаны взаимные корреляции рабочих параметров движений нижней челюсти, формирующих жевательный цикл.

На рисунке 5 — схематично показаны корреляций суставных и окклюзионных параметров исследуемых пациентов с синдромом дисфункции ВНЧС.

Выводы

1. Выявлено 4 типа динамических соотношений челюстей — окклюзионных аналогов — ортогнати-

ческого (1 класс), дистального или глубокого (2 класс), прямого или мезиального (3 класс), а также окклюзионных соотношений при синдроме дисфункции ВНЧС (4 класс).

2. Значимость факторов окклюзии в контрольной группе выше, чем в основной.
3. Корреляции динамических параметров соотношений челюстей при синдроме дисфункции ВНЧС (без исходной двусторонней гипермобильности

ВНЧС) создают предпосылки для формирования стереотипа, предусматривающего преимущественно горизонтальные тип движений нижней челюсти с односторонней гипермобильностью и вынужденным латеральным смещением.

Перечисленные особенности необходимо учитывать при планировании лечебного аппарата (разобщающей накусочной пластинки и окклюзионной шины).

ЛИТЕРАТУРА

1. Diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC/TMD) for clinical and research applications: recommendations of the international RDC/TMD consortium network and orofacial pain special interest group / E. Schiffman, R. Ohrbach, E. Truelove [et al.] // J. of oral & facial pain and headache. — 2014. — Vol. 28, N1. — P. 6–27.
2. Lang, H. G. ARCUS®digma фирмы KaVo — электронная система для регистрации движений нижней челюсти и для предотвращения возникновения нарушений окклюзий после протезирования / H. G. Lang // Новое в стоматологии. — 2003. — № 1. — С. 11–12. (рус. яз.).
3. Dworkin, S. F. Generalized joint hypermobility (GJH) may be a risk factor for temporomandibular disorders (TMD) / S. F. Dworkin, K. H. Huggins / J. of evidence-based dental practice. — 2010. — Vol. 10, N2. — P. 91–92.

© Статовская Елена Евгеньевна (elenastat22@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Северо-Западный Государственный Медицинский Университет имени И.И. Мечникова

ФАКТОР НЕКРОЗА ОПУХОЛИ- α И ЛИПИДНЫЙ СПЕКТР У БОЛЬНЫХ РЕВМАТОИДНЫМ АРТРИТОМ

TUMOR-A NECROSIS FACTOR AND LIPID SPECTRUM IN PATIENTS WITH RHEUMATOID ARTHRITIS

**I. Totrov
S. Ambalova
R. Enaldieva
Z. Djikaeva
A. Medoeva
I. Antoniadi
E. Ulubieva
A. Medoeva
A. Kupreeva
Z. Albegova**

Summary. Purpose of research is Determination of clinical-pathogenetic and prognostic significance of tumor necrosis factor- α and lipid spectrum in the development of cardiovascular pathology in patients with rheumatoid arthritis.

The results of the study of immuno-inflammatory mechanisms involving tumor necrosis factor- α , lipids and lipoproteins in rheumatoid arthritis depending on the form, activity and stage of the disease are presented. The data on the influence of inflammation on atherogenesis, on the development of cardiovascular pathology in RA patients are presented.

Keywords: rheumatoid arthritis, cardiovascular pathology, cytokines, tumor necrosis factor- α , dyslipidemia, lipid spectrum.

Тотров Игорь Николаевич

Д.м.н., доцент, ФГБУ ВО Северо-Осетинская государственная медицинская академия Минздрава России; ФГБУН Институт биомедицинских исследований Владикавказского научного центра РАН, Владикавказ
igor.totrov@yandex.ru

Амбалова Сима Асланбековна

Д.м.н., профессор, ФГБУ ВО Северо-Осетинская государственная медицинская академия Минздрава России; ФГБУН Институт биомедицинских исследований Владикавказского научного центра РАН, Владикавказ
ambalova1947@mail.ru

Еналдиева Роза Викторовна

Д.м.н., профессор, ФГБУ ВО Северо-Осетинская государственная медицинская академия Минздрава России, Владикавказ
641087@mail.ru

Джикаева Зарина Сергеевна

К.м.н., доцент, ФГБУ ВО Северо-Осетинская государственная медицинская академия Минздрава России, Владикавказ
dzhikaeva1956@mail.ru

Медоева Альбина Анатольевна

К.м.н., доцент, ФГБУ ВО Северо-Осетинская государственная медицинская академия Минздрава России, Владикавказ
medoewa@yandex.ru

Антониади Илона Владимировна

К.м.н., доцент, ФГБУ ВО Северо-Осетинская государственная медицинская академия Минздрава России, Владикавказ
ilona-antoniadi@yandex.ru

Улубиева Елена Арсеновна

К.м.н., доцент, ФГБУ ВО Северо-Осетинская государственная медицинская академия Минздрава России, Владикавказ
elena.ulubieva@yandex.ru

Медоева Аллана Станиславовна

К.м.н., ассистент, ФГБУ ВО Северо-Осетинская государственная медицинская академия Минздрава России, Владикавказ
alana-medoeva@rambler.ru

Купеева Алина Муратбековна

М.н.с., ФГБУН Институт биомедицинских исследований Владикавказского научного центра РАН, Владикавказ
kupreeva-alina1@mail.ru

Албегова Зарина Ахсарбековна

Лаборант, ФГБУН Институт биомедицинских исследований Владикавказского научного центра РАН, Владикавказ
albegova.81@mail.ru



Введение

Ревматоидный артрит (РА) считается хроническим системным аутоиммунным заболеванием соединительной ткани, которое сопровождается, преимущественно, поражением суставов по типу эрозивно-деструктивного полиартрита [2,4,8].

Частота РА в популяции встречается от 0,5 до 1,5%, а смертность достигает выше 70%, чем в популяции.

В настоящее время ведущей причиной снижения продолжительности жизни при РА считают кардиоваскулярные осложнения, связанные с атеросклеротическим поражением сосудов, которые наблюдаются и на ранних стадиях заболевания [5].

Большинство исследователей предпочитают отдавать иммуновоспалительным механизмам, лежащим в основе патогенеза РА и атеросклероза, которые рассматриваются с позиции «воспалительного» проявления патологии [1,3,14,15]. Развитие атеросклероза и риск кардиоваскулярной патологии расценивается как системное проявление РА [17]. С указанной позиции значительное внимание уделяется иммунологическим маркерам атеросклероза (С-реактивный белок, сывороточный амилоидный белок А), провоспалительным цитокинам и дисфункции эндотелия.

НО-α — внеклеточный белок, который отсутствует в крови здорового человека, активно вырабатывается при воспалении, аутоиммунизации, опухолях. Главная роль ФНО-α — участие в воспалительных и иммунных реакциях. Цитокин способствует увеличению Т- и В-лимфоцитов, движению нейтрофилов в очаг воспаления, «прилипанию» нейтрофилов, лимфоцитов, макрофагов к внутренней оболочке сосудов в месте воспаления. Способствует повышению сосудистой проницаемости в зоне развития воспаления. ФНО-α влияет на гемопоэз, тормозит размножение эритроцитов, лимфоцитов и клеток белого ростка

Аннотация. Целью исследования является определение клиничко-патогенетической и прогностической значимости фактора некроза опухоли-α и липидного спектра в развитии сердечно-сосудистой патологии у больных ревматоидным артритом.

Изложены результаты исследования по изучению иммуновоспалительных механизмов с участием фактора некроза опухоли-α, липидов и липопротеинов при ревматоидном артрите в зависимости от формы, активности и стадии заболевания. Представлены данные о влиянии воспаления на атерогенез, на развитие кардиоваскулярной патологии у больных РА.

Ключевые слова: ревматоидный артрит, кардиоваскулярная патология, цитокины, фактор некроза опухоли-α, дислипидемия, липидный спектр.

кроветворения, но если кроветворение по какой-то причине подавлено, то ФНО будет его стимулировать.

ФНО-α регулирует деятельность нервной и эндокринной систем. Именно α-форма ФНО оказывает влияние на системные проявления иммунитета, воспаление и регуляцию метаболизма, обладает способностью расщеплять жир и дезактивировать фермент, участвующий в накоплении липидов. Высокие концентрации цитокина приводят к кахексии.

ФНО-α активирует свертывающую систему крови и таким образом препятствует дальнейшему распространению инфекции, формируя микротромбы.

Повышение уровня ФНО-α провоцирует хроническую сердечную недостаточность, вызывает обострение бронхиальной астмы.

При ожирении концентрация ФНО-α увеличивается в адипоцитах висцеральной жировой ткани.

Своим плейотропным эффектом ФНО-α вызывает экспрессию адгезивных молекул на клетках эндотелия сосудов. Малые дозы ФНО-α оптимизируют устойчивость организма, а большие дозы способствуют инфицированию и осложняют течение заболевания, разрушению стенок сосудов.

ФНО-α является маркером воспалительного ответа, стимулирует альтерацию и адгезию нейтрофилов, моноцитов; усиливает хемотаксис лейкоцитов и лимфоцитов в сосудистую стенку.

Воспалительный процесс сопровождается цитокин-индуцированными изменениями метаболизма липидов и липопротеинов: повышение уровня триглицеридов (ТГ) и жирных кислот, происходит структурная модификация липопротеинов низкой плотности (ЛПНП), липопротеинов высокой плотности (ЛПВП) [9,13,16], снижается концентрация холестерина (ХС) ЛПВП [12].

ФНО-α считают одним из основных медиаторов атерогенеза, так как он индуцирует дисфункцию эндотелия, повышает экспрессию клеточных молекул, что ведет к миграции лейкоцитов в сосудистую стенку, подавляет антикоагулянтные и усиливает прокоагулянтные свойства сосудистого эндотелия, ведет к нарушению сократимости миокарда и синтезу С-реактивного белка [10].

В ряде исследований продемонстрировано негативное влияние ФНО-α на липидный обмен, усиливая мобилизацию липидов из жировых депо, что обуславливает проатерогенные изменения профиля липопротеинов крови [11].

Воспалительный процесс может ослаблять потенциальный антиатерогенный эффект ЛПВП, вызвать снижение их уровня, уменьшить способность выведения ХС из клетки, что приводит к появлению провоспалительных ЛПНП [18,19].

Отмечено, что атеросклеротические изменения в сосудах развиваются тогда, когда нарушается баланс между депонированием и удалением ХС из эндотелиальных клеток артерий после их повреждения [14].

Выявлено, что снижение уровня ХС ЛПВП способствует повышению кардиоваскулярной летальности. ЛПВП проявляют свою антиатерогенную активность участием в процессах обратного транспорта холестерина из атеросклеротической бляшки в печень, уменьшая окисление ЛПНП и тем самым уменьшая степень их атерогенности. ЛПВП обладают противовоспалительным действием, подавляя выработку молекул адгезии эндотелиальными клетками.

На современном этапе большое внимание уделяется профилактике сосудистых катастроф у больных РА в результате своевременного лечения, наряду с нестероидными противовоспалительными препаратами (НПВП), гиплипидемическими препаратами [6,20]. Лекарственные средства, используемые для лечения РА, в частности, глюкокортикоиды, могут оказывать негативное влияние на сосудистую стенку и приводить к накоплению сердечно-сосудистых факторов риска (нарушение метаболизма глюкозы и инсулина, повышение артериального давления) [7].

В доступной нам литературе не удалось найти сведения о взаимосвязи ФНО-α и липидного спектра с позиции их участия в развитии кардиоваскулярной патологии у больных РА.

Таким образом, представляется актуальным изучение участия ФНО-α и липидного профиля в развитии атеросклероза и формировании сердечно-сосудистых заболеваний, в частности, ишемической болезни сердца

(ИБС) и гипертонической болезни у больных ревматоидным артритом.

Материал и методы. Изучено содержание ФНО-α и липидного спектра у 125 больных РА с длительностью заболевания от 1 года до 10 лет, находящихся на лечении в ревматологическом отделении клинической больницы СОГМА и у 10 практически здоровых лиц контрольной группы (КГ).

Всем больным проводили тщательное клиническое обследование (изучение клинического анализа крови, мочи, протромбинового индекса, количества фибриногена, сывороточных проб, С-реактивного белка, общего белка крови, белковых фракций, ревматоидного фактора, антител к циклическому цитрулинированному пептиду (АЦЦП), иммуноглобулинов класса I, A, M). Для оформления диагноза использована рабочая классификация и номенклатура РА, разработанная Научно-исследовательским институтом ревматологии им. В. А. Насоновой (2010), согласно которым выделим суставную форму РА и РА с системными проявлениями, учитывая клинико-иммунологическую характеристику, течение, степень активности, рентгенологическую стадию артрита и функциональную способность больного в соответствии с усовершенствованными критериями Американской ревматологической ассоциации.

Для объективизации состояния пациента и количественной оценки суставного статуса применены: оценка уровня боли в суставах пациентом по 10-сантиметровой визуальной аналоговой шкале (ВАШ), определение числа припухших суставов (ЧПС), числа болезненных суставов (ЧБС), силы сжатия кистей (кг), длительности утренней скованности, СОЭ.

Для оценки активности заболевания и эффективности терапии (по критериям Европейской противоревматической лиги) использовали индекс активности болезни (Disease Activity Score — DAS), оценивая болезненность и припухлость 28 суставов по формуле: $DAS-28 = 0,56 \cdot \sqrt{ЧБС28} + 0,28(ЧПС28) + 0,7 \cdot \ln(COЭ) + 0,014 \cdot OCЗ$,

где ЧБС — число болезненных суставов, ЧПС — число припухших суставов, OCЗ — общее состояние здоровья по ВАШ (100-миллиметровая визуальная аналоговая шкала).

Высокая активность — $\geq 5,1$ баллов
Умеренная активность — $>3,2 < 5,1$ баллов
Низкая активность — $\leq 3,2$ баллов
Ремиссия — $< 2,6$ баллов.

Кровь для исследования у больных и лиц контрольной группы брали утром натощак с 8.30 до 9.30 ч., цен-

Таблица 1. Оценка липидного спектра у больных ревматоидным артритом в сочетании с ишемической болезнью сердца и артериальной гипертонией

Показатель	Холестерин	ЛПНП	ЛПВП	Триглицериды	КА
I стадия	5,48±0,07	3,58±0,04	1,28±0,01	1,34±0,02	3,32±0,06
II стадия	5,70±0,10 p=0,1386	3,65±0,16 p=0,7452	1,24±0,02 p=0,1580	1,87±0,14 p=0,0111*	3,60±0,06 p=0,0078*
III стадия	6,55±0,12 p=0,0159*	4,18±0,28 p=0,1711	1,18±0,03 p=0,3736	2,36±0,14 p=0,0027*	4,60±0,21 p=0,0148*

трифугировали, отделяли сыворотку, хранили при температуре -20°C , проводили исследование содержания цитокинов методом иммуноферментного анализа с использованием стандартных наборов фирм «Протеиновый контур», Санкт-Петербург; «Алкор Био», Санкт-Петербург; «БиоХимМак», Москва. Анализы проводились с помощью иммуноферментного анализатора «Sunrise».

Исследование уровней триглицеридов (референсные значения в диапазоне 0,4–2,3 ммоль/л), холестерина (референсные значения в диапазоне 2,9–5,2 ммоль/л), липопротеидов низкой (референсные значения в диапазоне 0–3,4 ммоль/л) и высокой плотности (референсные значения в диапазоне 0–1,5 ммоль/л) выполняли с помощью ферментативного фотометрического теста. На основании полученных данных подсчитывался коэффициент атерогенности (КА) по формуле $\text{КА} = (\text{общий холестерин} - \text{ЛПВП}) / \text{ЛПВП}$.

Для статистической обработки полученных данных использовались программы «Microsoft Excel 2007» и «Statistica 10.0». С помощью стандартных методов вариационной статистики медико-биологического профиля рассчитывали следующие величины: среднюю арифметическую (M), ошибку средней арифметической (m). Все данные представлены в виде $M \pm m$. Для установления различия средних показателей в сравниваемых группах использовали t-критерий (критерий Стьюдента). Различия считались достоверными при вероятности ошибки $p < 0,05$.

При оценке величины коэффициента корреляции r использовались общепринятые критерии: при $r < 0,4$ — связь слабая, при $0,6 < r < 0,8$ — средняя степень связи и при r в диапазоне от 0,8 до 0,95 — сильная степень связи.

Результаты и обсуждение

Определение содержания ФНО- α в сыворотке крови было проведено у 125 больных РА и у 10 лиц контрольной группы. 20 из 125 больных РА получали преднизолон 5–15 мг/сут в течение года.

Концентрация ФНО- α в сыворотке крови у всех обследованных оказалась повышенной по сравнению с данными контрольной группы. Из этой же таблицы следует, что уровень ФНО- α у больных РА, получавших и не получавших преднизолон, хотя и был повышен, но недостоверно.

Значительное повышение ФНО- α в сыворотке крови обнаружено у больных системными проявлениями заболевания по сравнению с нормой.

Что касается больных с суставной формой заболевания, то тенденция к повышению среднего уровня ФНО- α оказалась у них недостоверной. Всего из 95 больных с суставной формой РА содержание ФНО- α в сыворотке крови лишь у 7 (7,4%) оказалось нормальным, у 88 (92,6%) обследованных — повышенным.

У больных РА уровень ФНО- α более существенно увеличивался при средней и высокой степени активности РА ($p < 0,001$), чем при минимальной. Выявлена прямая корреляция между показателями ФНО- α и СОЭ ($r = 0,561$; $p < 0,05$) у больных РА.

Имеется зависимость между стадией артрита и концентрацией ФНО- α в сыворотке крови у больных РА.

У всех больных со II и III стадией артрита содержание ФНО- α в крови оказалось более высоким, чем с I стадией ($p < 0,001$).

У больных, получавших преднизолон, уровень ФНО- α в сыворотке крови был также повышен в зависимости от степени активности и стадии артрита. Достоверности различий между показателями ФНО- α у больных, принимавших и не принимавших преднизолон, не выявлено.

Таким образом, у больных РА содержание ФНО- α в сыворотке крови повышено. Степень повышения находится в зависимости от формы, степени активности процесса, стадии артрита, длительности заболевания, то есть от тяжести процесса. Наибольшее повышение его наблюдается у больных РА с системными проявлениями.

Результаты исследования липидного спектра больных с ИБС и артериальной гипертензией представлены в таблице 1.

Были проанализированы результаты изученных показателей в зависимости от стадии заболевания, так как активность процесс может меняться в зависимости от проводимой терапии. Стадия заболевания обуславливает физическую активность пациента, что является немаловажным прогностическим фактором.

Изменения в липидном спектре у больных со II рентгенологической стадией артрита не имели достоверности. Лишь триглицериды ($p=0,0111$) и КА ($p=0,0078$)

достоверно увеличивались. Из таблицы видно, как холестерин ($p=0,0159$), триглицериды ($p=0,0027$), КА ($p=0,0148$) у пациентов с III стадией артрита повышались достоверно в сравнении с пациентами, имевшими I стадию артрита. При анализе липидного спектра крови по стадиям РА показатель общего холестерина, триглицеридов и КА достоверно увеличивался у пациентов с III стадией артрита, этапе значительного нарушения подвижности в пораженных суставах, а, следовательно, появлению еще одного общепризнанного фактора развития атеросклероза — гиподинамии. Это говорит о том, что ревматоидное воспаление играет определенную роль в патогенезе дислипидемии, которая способствует развитию кардиоваскулярной патологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бестаев Д.В., Габараева Л. Н., Тотров И. Н. Состояние показателей свертывающей системы крови и липидного спектра у больных ревматоидным артритом. Вестник новых медицинских технологий. 2008: Т. 15, № 2.-С.179–180.
2. Мытовская Н. П. Динамика иммунологических показателей у больных ревматоидным артритом в процессе плазмофереза //Ревматология.-2000.-№ 4.-С. 75.
3. Насонов Е. Л. Проблема атеротромбоза в ревматологии // Вестн. Рос. АМН.-2003. — № 7.-С.6–10.
4. Насонов Е. Л. Ревматоидный артрит — модель атеротромбоза // Рус. мед. журн. — 2005.-Т. 13, № 8.-С. 509–512.
5. Сизиков А.Э., Тузиков Ф. В., Тузикова Н. А., Галимов Р. В., Коненкова Л. П., и др. Особенности нарушений липидного обмена у больных ревматоидным артритом // Научно-практическая ревматология. — 2009.-№ 2. — С. 23–30
6. Шевченко О.П., Шевченко А. О. Статины. Ингибиторы ГМГ-КоА редуктазы. — М.: Реафарм, 2002. — 112 с.
7. Boers M., Nurmohamed M. T., Doelman C. J. A., Lard L. R. et al. Influence glucocorticoids and disease activity on total and high density lipoprotein cholesterol in patients with rheumatoid arthritis// Ann. Rheum. Dis. — 2003.-Vol. 62.-P. 842–845.
8. Gabriel S. E. Epidemiology of the rheumatic diseases// Kelley's text-book of rheumatology/ Editors Harris E. D., Ruddy S., Sledge X. B. — 6th ed. — Philadelphia: WB Saunders Company, 2000.-Vol.1. — P. 321–333.
9. Haas MJ, Mooradian AD. Regulation of high-density lipoprotein by inflammatory cytokines: establishing links between immune dysfunction and cardiovascular disease. Diabetes Metab Res Rev. 2010 Feb;26(2):90–9.
10. Jovinge S, Ares MP, Kallin B, Nilsson J. Human monocytes/macrophages release TNF-alpha in response to OxLDL. Arterioscler Thromb Vasc Biol. 1996 Dec;16(12):1573–9.
11. Jovinge S, Hamsten A, Tornvall P, et al. Evidence for a role of tumor necrosis factor alpha in disturbances of triglyceride and glucose metabolism predisposing to coronary heart disease. Metabolism. 1998 Jan;47(1):113–8.
12. McGillicuddy FC, de la Llera Moya M, Hinkle CC, et al. Inflammation impairs reverse cholesterol transport in vivo. Circulation. 2009 Mar 3;119(8):1135–45.
13. Memon RA, Staprans I, Noor M, et al. Infection and inflammation induce LDL oxidation in vivo. Arterioscler Thromb Vasc Biol. 2000 Jun;20(6):1536–42.
14. Ross R. Atherosclerosis — in inflammatory disease// N. Engl. J. Med. — 1999.-Vol. 340.-P. 115–126.
15. Sattar N., McCrey D.W., Capell H., McInnes J. B. Explaining how “high-grade” systemic inflammation accelerated vascular risk in rheumatoid arthritis// Circulation. — 2003.-Vol. 108.-P. 2957–2963.
16. Straub RH, Cutolo M, Buttgerit F, Pongratz G. Energy regulation and neuroendocrine-immune control in chronic inflammatory diseases. J Intern Med. 2010 Jun;267(6):543–60.
17. Van Dorum S., McColl G., Wicks J. P. Accelerated atherosclerosis. An extraarticular feature of rheumatoid arthritis// Arthritis Rheum. — 2002.-Vol. 46.-P. 862–875.
18. Van Lenten BJ, Hama SY, de Beer FC, et al. Anti-inflammatory HDL becomes pro-inflammatory during the acute phase response. Loss of protective effect of HDL against LDL oxidation in aortic wall cell cocultures. J Clin Invest. 1995 Dec;96(6):2758–67.
19. Van Lenten BJ, Wagner AC, Nayak DP, et al. High-density lipoprotein loses its anti-inflammatory properties during acute influenza a infection. Circulation. 2001 May 8;103(18):2283–8.
20. Vidt DG, Cressman MD, Harris S et al. Cardiology 2004; 102 (1): 52–60.

© Тотров Игорь Николаевич (igor.totrov@yandex.ru), Амбалова Сима Асланбековна (ambalova1947@mail.ru),
Еналдиева Роза Викторовна (641087@mail.ru), Джикаева Зарина Сергеевна (dzhikaeva1956@mail.ru),
Медоева Альбина Анатольевна (medoewa@yandex.ru), Антониади Илона Владимировна (ilona-antoniadi@yandex.ru),
Улубиева Елена Арсеновна (elena.ulubieva@yandex.ru), Медоева Аллана Станиславовна (alana-medoeva@rambler.ru),
Купеева Алина Муратбековна (kuppeeva-alina1@mail.ru), Албегова Зарина Ахсарбековна (albegova.81@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСОБЕННОСТИ ФАРМАКОТЕРАПИИ БОЛЬНЫХ ХСН С СОПУТСТВУЮЩИМ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА

FEATURES OF PHARMACOTHERAPY OF PATIENTS WITH CHF WITH CONCOMITANT TYPE 2 DIABETES

**Y. Trusov
A. Zinkina**

Summary. Chronic heart failure and diabetes mellitus acquire the status of an epidemic of the 21st century and require healthcare costs to prevent and treat these diseases. The use of modern pharmacological preparations and instrumental methods of treating cardiovascular diseases increases the life expectancy and significantly improves the quality of life of patients with heart failure with both normal carbohydrate metabolism and type 2 diabetes. Therapy in this category of patients should be characterized by an integrated approach, including careful glycemic control, as well as an effective blockade of neurohumoral shifts.

Keywords: chronic heart failure, diabetes mellitus, treatment, pharmacotherapy, glycemia.

Хроническая сердечная недостаточность (ХСН) как неминуемый финал практически всех сердечно-сосудистых заболеваний занимает лидирующие позиции в структуре общей смертности и стойкой инвалидизации населения, в том числе трудоспособного возраста. Несмотря на впечатляющие достижения современной фармакологии и кардиохирургии, неблагоприятный прогноз ХСН сохраняется. На основании ряда исследований определен целый ряд коморбидных состояний, которые в значительной степени влияют на течение и прогноз ХСН. К числу последних относятся анемия, заболевания почек, сахарный диабет (СД) и другие [9]. Будучи распространенным социальным заболеванием при множестве макро- и микроциркуляторных осложнений СД рассматривается одновременно как фактор риска развития сердечной недостаточности, так и значительно отягощающий ее течение.

Немногочисленные исследования доказывают, что сопряженное течение СД и ХСН в значительной степени определяет неблагоприятный прогноз у больных, создавая трудности в ведении последних как для кардиологов, так и эндокринологов. Высокая частота встречаемости данных патологий, плохой прогноз и низкое качество жизни определяет актуальность вопроса подбора оптимальной терапии и рассмотрение перспектив лечения подобных пациентов. Не легким является вы-

Трусов Юрий Александрович
Аспирант, ФГБОУ ВО Самарский Государственный
Медицинский Университет Минздрава России
Зинкина Анна Алексеевна
Старший лаборант, ФГБОУ ВО Самарский
Государственный Медицинский Университет
Минздрава России
anna-zinkina@mail.ru

Аннотация. Хроническая сердечная недостаточность и сахарный диабет приобретают статус эпидемии XXI века и требуют от здравоохранения затрат на профилактику и лечение этих заболеваний. Применение современных фармакологических препаратов и инструментальных методов лечения сердечно-сосудистых заболеваний увеличивает продолжительность жизни и значительно улучшает качество жизни пациентов с ХСН как с нормальным углеводным обменом, так и с СД 2 типа. Терапия данной категории больных должна характеризоваться комплексным подходом, включающим тщательный контроль гликемии, а также эффективную блокаду нейрогуморальных сдвигов.

Ключевые слова: Хроническая сердечная недостаточность, сахарный диабет, лечение, фармакотерапия, гликемия.

бор эффективных сахароснижающих препаратов с учетом возможности воздействия на постпрандиальную гликемию и ИР, учитывая их ведущую патогенетическую роль. Эти препараты не должны ухудшать течение ХСН. С другой стороны, при выборе патогенетически обоснованных препаратов для лечения декомпенсации необходимо учитывать их влияние на углеводный обмен для избежания возможного прогрессирования СД [8].

Терапия ХСН у пациентов с СД 2-го типа представляет собой комплекс патогенетических мероприятий, наряду с модификацией образа жизни, соблюдением диетических рекомендаций, адекватных физических нагрузок, способствующих замедлению прогрессирования ДК. Учитывая тот факт, что СД 2-го типа в большинстве случаев предшествует развитию ХСН, с целью повышения эффективности лечения, направленного на снижение риска развития ХСН, первоочередной задачей остается достижение контроля гликемии [7]. Однако сегодня вопрос влияния строгого контроля углеводного обмена на риск развития сердечно-сосудистых событий — достаточно дискуссионный.

Известно, что у пациентов с ХСН, которые не контролировали состояние диабета, повышенный уровень гликозилированного гемоглобина (HbA1c) ассоциировался с более высоким риском развития сердечно-сосудистых заболеваний.

событий [1]. С целью адекватного контроля уровня глюкозы у пациентов с СД 2-го типа и ХСН отдавать предпочтение следует метформину в связи с его доказанной эффективностью и безопасностью. Несмотря на имеющееся ранее неоднозначное мнение в отношении применения метформина при ХСН, данный препарат показал свою безопасность у пациентов со сниженной фракцией выброса ЛЖ и должен являться препаратом выбора при ХСН. Ограничениями к применению метформина является наличие печеночной и почечной недостаточности по причине высокого риска развития лактатацидоза [2]. Инсулиноterapia и производные сульфонилмочевины приводят к задержке натрия и воды, что способствует усугублению ХСН, и должны использоваться с осторожностью в данной ситуации.

На сегодняшний день известно, что 4 класса препаратов — ингибиторы АПФ, блокаторы рецепторов ангиотензина II (БРА), БАБ и антагонисты минералокортикоидных рецепторов (АМР) составляют основу патогенетической терапии систолической ХСН, в том числе у больных СД. В зависимости от клинической ситуации данный набор препаратов дополняется диуретиками, сердечными гликозидами и ивабрадином, в случае непереносимости БАБ, либо ограничениях в титровании доз последних [9].

Ингибиторы АПФ. Общепринято, что ингибиторы АПФ показаны при СД 2 типа и ХСН, поскольку доказано их положительное влияние на течение и прогноз заболевания. В одном из первых классических исследований SOLVD изучалась эффективность эналаприла при ХСН. Было продемонстрировано существенное снижение смертности при СД в сочетании с ХСН. В многоцентровой программе ATLAS изучалась эффективность и безопасность малых и высоких доз гидрофильного ингибитора АПФ лизиноприла у больных ХСН. Субанализ исследования показал снижение риска смерти до 14% у больных с СД и ХСН, и на 6% — у пациентов без СД [4].

В одном из фрагментов исследования HOPE (MICRO-HOPE) изучалась эффективность тканевого ингибитора АПФ рамиприла при диабетической нефропатии [2]. Среди 3577 больных, принимавших рамиприл или плацебо в течение четырех лет, наблюдалось достоверное снижение риска микрососудистых расстройств, в частности, нефропатии — на 22%. Необходимость в проведении диализа в группе рамиприла была на 15% ниже, чем в группе плацебо. Достоверно снизилась микроальбуминурия и протеинурия. С другой стороны, применение рамиприла у больных ХСН также приводило к снижению частоты развития СД на 34% по сравнению с плацебо [5].

Целесообразность применения ингибиторов АПФ у больных с инсулинорезистентностью объясняется

активацией РААС на фоне гиперинсулинемии и гипергликемии, а также общими молекулярными путями передачи сигналов, используемыми инсулиновой и ренин-ангиотензиновой системами.

Блокаторы рецепторов ангиотензина II. В последних европейских [10] и отечественных [3] рекомендациях по диагностике и лечению ХСН указано, что БРА должны применяться в качестве альтернативы ингибиторам АПФ (при их непереносимости), а также в отдельных случаях совместно [3, 10]. Тем не менее, в определенной степени уникальные органопротективные свойства данной группы препаратов и минимальная метаболическая активность позволили Международному обществу по изучению АГ рекомендовать БРА наряду с ингибиторами АПФ в качестве препаратов выбора при диабетической нефропатии, ХСН на фоне СД 1 и 2 типов, цереброваскулярных заболеваниях, а также недиабетической нефропатии.

Существует несколько рандомизированных клинических исследований, продемонстрировавших эффективность БРА у пациентов с СД. В исследовании RENAAL было показано, что применение лозартана по сравнению с плацебо вызывало снижение протеинурии на 35%, риска развития гиперкреатинемии и терминальной почечной недостаточности — соответственно, на 25% и 28%, а также ХСН — на 32%. По данным исследования LIFE применение лозартана позволяет снизить частоту возникновения новых случаев диабета на 25%, а у больных с СД 2 типа — уменьшить показатель общей смертности на 39%. Как свидетельствуют результаты исследования SCHARM, включение кандесартана в схему лечения пациентов с ХСН приводит к снижению частоты госпитализации и уменьшению количества случаев внезапной сердечной смерти, а также смертности вследствие прогрессирования заболевания.

С практической точки зрения необходимо помнить, что сочетания БРА и ингибитора АПФ следует избегать при ФВ ЛЖ менее 40%, даже если у больных сохраняются симптомы, несмотря на оптимальную терапию ингибитора АПФ в комбинации с БАБ. При лечении пациентов с СД ингибиторами АПФ или БРА необходим постоянный контроль уровня калия и мониторинг почечной функции для предотвращения развития нефропатии.

Бета-адреноблокаторы. Для лечения больных с систолической ХСН, в том числе с СД, в дополнение к ингибиторам АПФ либо БРА должны быть назначены БАБ. Основу доказательной базы применения БАБ при ХСН составляют 3 ключевых исследования — CIBISII, COPERNICUS и MERIT-HE, включавшие около 9000 пациентов с умеренной и тяжелой симптомной ХСН, рандомизированных по приему плацебо или БАБ (бисопролола, карведилола или метопролола сукцината, соответствен-

но), а также SENIORS — по изучению эффективности небиволола у больных старше 70 лет [10]. Каждое из трех исследований показало, что лечение БАБ уменьшило смертность и госпитализацию по поводу ХСН (снижение ОР 28–36%) в течение 1 года от начала лечения.

В рекомендациях ОССН/ВНОК (2013) указано, что при сочетании ХСН и СД 2 типа назначение БАБ абсолютно показано. Все положительные свойства препаратов этого класса полностью сохраняются, несмотря на стереотипную настороженность многих врачей. Препаратом выбора в таких ситуациях является карведилол, который, в отличие от всех других БАБ, даже улучшает чувствительность периферических тканей к инсулину (класс рекомендаций IIA, степень доказательности A). Имеются данные и о позитивном влиянии небиволола на инсулинорезистентность [10].

Антагонисты минералокортикоидных рецепторов. К данной группе нейрогуморальных модуляторов относятся известный с 60-х годов прошлого столетия спиронолактон и новый высокоселективный АМР — эплеренон. Поддерживающие дозы АМР показаны всем пациентам с сохраняющимися симптомами СН (класс II–IV NYHA) и ФВ ЛЖ ≤ 35%, несмотря на лечение иАПФ или БРА и БАБ [10]. По результатам исследований спиронолактон и эплеренон не выявили значимых различий в уменьшении смертности больных с СД2 типа и без него [6]. Препараты этой группы могут вызывать гиперкалиемию и ухудшение почечной функции, особенно у пожилых, больных с диабетической и недиабетической нефропатией, почечной недостаточностью, ввиду чего рекомендуется применять их только у пациентов с адекватной почечной функцией, при этом обязателен регулярный мониторинг плазменных электролитов и функции почек.

Диуретики. Влияние диуретиков на смертность больных с ХСН не доказана, при этом они даже в определенной степени являются антагонистами нейрогуморальных модуляторов. Тем не менее, мочегонные средства

рекомендованы к применению у всех больных ХСН, так как отечный синдром является типичным и наиболее известным проявлением заболевания. При правильном применении эти средства позволяют уменьшить число госпитализаций [9].

Крупных исследований по эффективности и безопасности тех или иных представителей мочегонных препаратов при СД не проводилось, но сообщается, что применение диуретиков может ухудшать течение СД (класс рекомендаций IIB, уровень доказанности B) [3]. У больных с СД рекомендуется использование петлевых диуретиков, в то время как тиазидные могут влиять на гликемический профиль.

Таким образом на основании приведенных результатов исследований, можно сделать следующие выводы:

1. установлена зависимость между декомпенсацией ХСН и тяжестью сопутствующего СД, и следовательно, активная и эффективная терапия ХСН может оказать благоприятное влияние и на СД.
2. У больных с сочетанием ХСН и СД основные группы препаратов базисной терапии ХСН могут уверенно применяться и в случае сопутствующего СД. Различия касаются лишь вопросов преимуществ того или иного представителя класса, особенностей подбора доз, а также лабораторного контроля.
3. По мере прогрессирования ХСН необходимо пересматривать характер сахароснижающей терапии с достижением в процессе лечения установленных рекомендациями уровней гликемии.
4. Для оценки прогноза и адекватности проводимых лечебных мероприятий у больных с сочетанием ХСН и СД может быть использован дополнительный лабораторный мониторинг: тенденция к нормализации показателей глюкозы, липидного спектра, калия, натрия, креатинина, мочевины, мочевой кислоты является одним из признаков стабилизации общего состояния.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gerstein H.C., Swedberg K., Carlsson J. et al. The hemoglobin A1c level as a progressive risk factor for cardiovascular death, hospitalization for heart failure, or death in patients with chronic heart failure: an analysis of the Candesartan in Heart failure: Assessment of Reduction in Mortality and Morbidity (CHARM) program // Arch. Intern. Med. — 2008. — Vol. 168. — P. 1699–1704.
2. MacDonald M.R., Eurich D. T., Majumdar S. R., Lewsey J. D. et al. Treatment of type 2 diabetes and outcomes in patients with heart failure: a nested case-control study from the U. K. General Practice Research Database // Diabetes Care. — 2010. — Vol. 33. — P. 1213–1218.
3. Ponikowski P., Voors A. A., Anker S. D. et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure // Eur. Heart J. — 2016. — Vol. 37 (27). — P. 2129–2200.
4. Ryden L, Armstrong PW, Cleland JG, et al. Efficacy and safety of high-dose lisinopril in chronic heart failure patients at high cardiovascular risk, including those with diabetes mellitus. Results from the ATLAS trial. Eur Heart J. 2000;21:1967–78.
5. The Heart Outcomes Prevention Evaluation Study Investigators. Effects of an angiotensin-converting enzyme inhibitor, ramipril, on cardiovascular events in high risk patients. N Engl J Med. 2000;342:145–53

6. Zannad F, McMurray JJ, Krum H, et al. Eplerenone in patients with systolic heart failure and mild symptoms. *N Engl J Med.* 2011;364:11–21.
7. Журавлева, Л. В. Сердечная недостаточность у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа: особенности патогенеза и лечения [Текст] / Л. В. Журавлева, М. В. Куликова // Наука. — 2016. — № 9. — С. 20–23.
8. Какорин С. В., Аверкова И. А., Макртумян А. М. Сахароснижающая терапия у больных сахарным диабетом типа 2 с хронической сердечной недостаточностью / С. В. Какорин, И. А. Аверкова, А. М. Мкртумян // *CardioСоматика.* — 2014. — № 1. — С. 33–40.
9. Мамедов М.Н., Марданов Б. У., Дудинская Е. Н. Сердечная недостаточность у больных сахарным диабетом: диагностика, лечение, профилактика. М.: Фонд «Кардиопрогресс»; 2015.
10. Национальные рекомендации по диагностике и лечению хронической сердечной недостаточности (четвертый пересмотр). Сердечная Недостаточность. 2013; 81(7):379–472

© Трусов Юрий Александрович, Зинкина Анна Алексеевна (anna-zinkina@mail.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Самара

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЕ

DIAGNOSIS AND TREATMENT RESULTS OF TRAUMATIC BRAIN INJURY

A. Shukri

Summary. The results of traumatic brain injury (TBI) treatment occupy an important place in the neurotrauma epidemiology. The aim of this study was to evaluate the diagnosis and treatment results of traumatic brain injury in patients of different age groups. We conducted a retrospective analysis of 9670 medical records of patients (Republic of Yemen) from 2009 to 2018. We had established that computed tomography was performed in 33.8% of cases, 92.9% of patients were treated with conservative methods, and a fatal outcome was found in 5.8% of cases. The important tasks of the neurosurgical assessment of our region are medical care prehospital stage optimization and implementation of modern diagnostic methods, neuromonitoring, surgical technologies.

Keywords: traumatic brain injury, brain contusion, computed tomography, craniectomy, cranioplasty.

Шукри Абдулхамд Али

*К.м.н., доцент, Университет Аден республики Йемен
shukriali68@yahoo.com*

Аннотация. Результаты лечения черепно-мозговой травмы (ЧМТ) занимают важное место в эпидемиологии нейротравматизма. Целью настоящего исследования было проведение оценки результатов лечебно-диагностических мероприятий при черепно-мозговой травме у пациентов разных возрастных групп. Мы провели ретроспективный анализ 9670 медицинских карт с 2009 г. по 2018 г. в республике Йемен. Наши данные позволили установить, что в среднем компьютерная томография произведена каждому третьему пострадавшему с ЧМТ (33,8%), подавляющее большинство больных с ЧМТ (92,9%) лечились консервативными методами, летальный исход констатирован в 5,8% случаев. Важными задачами специализированной нейрохирургической службы нашего региона является оптимизация оказания медицинской помощи догоспитального этапа, внедрение в работу новых методов диагностики, нейромониторинга и хирургических технологий.

Ключевые слова: черепно-мозговая травма, ушибы головного мозга, компьютерная томография, краниэктомия, краниопластика.

Результаты лечения черепно-мозговой травмы (ЧМТ) занимают важное место в эпидемиологии нейротравматизма [1, 2]. Согласно данным разных авторов, показатель летальности населения от ЧМТ составляет от 0,2 до 0,66‰ [1, 3, 4]. При этом, только треть пациентов, перенесших закрытую ЧМТ, имеют стойкую компенсацию или практическое выздоровление [1].

Ведущим диагностическим инструментом в диагностике травматических поражений головного мозга является компьютерная томография (КТ), которая позволяет в короткие сроки диагностировать вид, количество, локализацию и объем внутримозговых очагов повреждения мозга, определить наличие отека и степень дислокации мозга, оценить состояние желудочковой системы [5]. Любые травматические находки при сканировании черепа, в том числе его линейные переломы, являются важными диагностическими критериями ЧМТ [6].

Терапия черепно-мозговых травм состоит из хирургического лечения с удалением занимающего пространство внутримозгового поражения и консервативной интенсивной медицинской помощи [7]. Из-за сложной патофизиологии лечение травматического поражения головного мозга должно проводиться в специализированном нейрохирургическом отделении [5, 7].

Усовершенствование методов диагностики, хирургии и интенсивной терапии у пациентов с тяжелой формой обсуждаемой патологии способствует снижению показателя смертности и увеличивает количество благоприятных исходов (умеренная инвалидизация и выздоровление без неврологического дефицита) [5].

Целью настоящего исследования было проведение оценки результатов лечебно-диагностических мероприятий при черепно-мозговой травме у пациентов разных возрастных групп.

Материалы и методы

Мы провели ретроспективный анализ 9670 медицинских карт больных с ЧМТ, включающий сведения о больном (пол, возраст), о времени получения травмы и доставки в стационар, данные о состоянии при поступлении и наличии отдельных симптомов, характерных для травм черепа, о проведенных исследованиях и лечении, длительности пребывания в стационаре и исходе лечения. Пациенты находились в специализированном отделении различных городов Республики Йемен с 2009 г. по 2018 г. Все карты обработаны при помощи прикладной компьютерной статистической программы, разработанной к.т.н. Г.И. Пупышевой, в ВЦ СПб Госмедуниверситета им. академика И.П. Павлова.

Результаты

Анализ гендерно-возрастного состава пострадавших показал, что среди госпитализированных больных с ЧМТ преобладали мужчины/мальчики в возрасте до 19 лет, на их долю пришлось 40,4% (n=3907) обследованных. Второе место заняли мужчины в возрасте 20–29 лет, они составили 15,0%. Несколько меньшую долю составили женщины / девочки моложе 19 лет — 12,9%. Лица старше 40 лет составили всего 20,5%.

Мы установили, что черепно-мозговые травмы у жителей изученного региона в основном были обусловлены дорожно-транспортными происшествиями (43,9%) и падениями (44,9%).

Обращает внимание, что причины ЧМТ варьировали в зависимости от возраста пациента. Падения являлись ведущей причиной ЧМТ у наиболее молодых (моложе 19 лет), у которых они составили 57,3%, и у лиц наиболее старшего возраста (70 лет и старше), где удельный вес падений еще выше — 64,3%. Преобладание падений среди причин ЧМТ у лиц данных возрастных групп статистически достоверно ($p \leq 0,05$).

Дорожно-транспортные травмы были ведущей причиной ЧМТ у лиц 20–39 лет и 50–69 лет, где на их долю пришлось значительно больше половины всех травм, во всех случаях парных сравнений ($p \leq 0,05$). У лиц 40–49 лет отмечен более высокий удельный вес бытовых травм по сравнению с другими возрастными группами пострадавших.

Документировано, что 64,3% ЧМТ произошли в первой половине дня (с 6 до 14 часов). Третья часть (30,3%) произошли в ночное время (с 22.00 до 6 часов утра), и лишь незначительная часть (5,3%) травм получены в дневное время.

В диагностике черепно-мозговых травм большое значение имеет компьютерная томография (КТ). Наши данные позволили установить, что в среднем компьютерная томография произведена каждому третьему пострадавшему с ЧМТ (33,8%). При этом наибольшее число томографий пришлось на лиц молодого возраста: 57,1% — на лиц моложе 19 лет и 17,6% — на пациентов в возрасте от 20 до 29 лет; больные других возрастных групп составляли среди обследованных от 7,3% до 2,4%, что вполне соответствует общей структуре больных с ЧМТ.

Наиболее частой зарегистрированной формой ЧМТ у обследованного контингента был ушиб головного мозга — 87,5% случаев (n=8540), из них легкой степени — 38,7%, среднетяжелой — 41,8%, тяжелой — 7,0%.

Сотрясение головного мозга (СМГ) документировано лишь у 5,8% (n=561) пострадавших из нашей когорты пациентов. Сдавления головного мозга травматическими внутримозговыми гематомами и гидромами были диагностированы у 6,7% обследованных.

В ходе исследования было установлено, что подавляющее большинство больных с ЧМТ (92,9%) лечились консервативными методами, в среднем за 9-летний период оперированы лишь 7,1%. Показатель оперативной активности колебался от 4,9% в 2008 г. до 13,1% в 2018 г. Оперативное лечение проводилось пациентам с гематомами, гидромами и сдавленными переломами.

При лечении внутримозговых гематом и гидром хирургическая активность составила в среднем 27,4% с колебаниями от 23,8% в 2014 г. до 41,2% в 2016 г.

При сдавленных переломах костей черепа удельный вес хирургических вмешательств был значительно выше и составил 64,7% с колебаниями показателя от 40,7% в 2012 г. до 100,0% в 2010 г. При сдавленных переломах костей черепа проводились операции двух типов: краниоэктомия, на долю которой приходится 87,1% среди всех операций на костях черепа, и краниопластика, которая составила 22,9%.

В целом при лечении больных с ЧМТ в нашей стране хирургическая активность составила 7,1%, на долю оперативных вмешательств по поводу гематом и гидром головного мозга пришлось 1,9%, на долю краниоэктомий — 4,6%, на долю краниопластики — 0,6%.

Сроки пребывания больных с черепно-мозговой травмой в стационаре значительно колебались от 1 дня до 60 дней. При этом краткосрочное (до одной недели) пребывание в стационаре отмечено более, чем у 60% пациентов: 1–3 дня находились в стационаре 28,7%, а 4–7 дней — 34,0%. Усреднённый показатель сроков стационарного лечения колебался у пациентов разного возраста: от 8,0 и 8,3 дней у пациентов моложе 29 лет до 11,2 дней у пациентов 40–49 лет. Во всех случаях парных сравнений статистически достоверные различия сроков лечения отмечены у лиц моложе 29 лет с больными старше 30 лет (за исключением возраста 50–59 лет, где средние сроки лечения приближены к группам до 19 и 20–29 лет).

Средняя длительность госпитализации при консервативном лечении составила $6,8 \pm 0,18$ дней, при проведении краниоэктомии — $10,7 \pm 0,8$ дней, при проведении краниопластики — $21,8 \pm 3,2$ дней. Установлено, что 93,0% пострадавших с ЧМТ были выписаны в удовлетворительном состоянии, у 1,0% развились гемиплегия или гемипарез, у 0,2% наступили изменения психики.

Летальный исход констатирован в 5,8% случаев. Показатель летальности у мужчин (6,5%) был достоверно выше ($p \leq 0,05$), чем у лиц женского пола (2,6%). Показатели летальности у пациентов разного возраста варьируют от 1,6% у лиц моложе 19 лет до 16,1% у 60–69-летних. Однако из-за небольшого числа умерших различия показателя летальности в различных возрастных группах больных статистически незначительны. Такая высокая летальность в когорте обследованных пациентов, на наш взгляд, обусловлена более тяжелыми травматическими поражениями головного мозга (как указано выше ушиб был констатирован в 87,5% случаев, тогда как сотрясение только в 5,8% случаев).

Исходы госпитализации при тяжелых ушибах головного мозга как с переломом костей черепа, так и без них, были значительно хуже. Удельный вес летальных исходов составил при этих повреждениях 42,8% — 70,3%, гемипарезов — 2,7–28,6%, прочих осложнений — 14,3%.

При сочетанных травмах выписаны в удовлетворительном состоянии 92,2%, умерли 5,8%, осложнения отмечены в 2% случаев.

Заключение

Диагностика и лечение травматических поражений головного мозга остаются сложной нейрохирургической проблемой нашей страны. Высокий процент госпитальной летальности вследствие ЧМТ обусловлены выраженной тяжестью полученных повреждений (ушибы головного мозга констатированы в 87,5% случаев, 2,6% госпитализированных имели сочетанные травмы черепа и повреждения других органов и систем). Для улучшения исходов лечения и снижения показателя смертности перспективным является улучшение оказания медицинской помощи на догоспитальном этапе, внедрение в работу новых методов диагностики, нейромониторинга и хирургических технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пошатаев. К. Е. Эпидемиологические и клинические аспекты черепно-мозговой травмы. // Дальневосточный медицинский журнал. — 2010. — № 4. — С. 125–128.
2. Всемирный доклад о профилактике детского травматизма. Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2008.
3. Каримов Р.Х., Данилов В. И., Панкова В. П. Эпидемиологические аспекты своевременности оказания медицинской помощи пострадавшим с черепно-мозговой травмой // Неврологический вестник. — 2006. — Вып. 1–2. — С. 43–48.
4. Pandor A., Goodacre S., Harnan S. et al. Diagnostic management strategies for adults and children with minor head injury: a systematic review and an economic evaluation. // Health Technol Assess. 2011 Aug;15(27):1–202.
5. В. В. Крылов, С. С. Петриков, А. Э. Талыпов и соавт. Современные принципы хирургии тяжелой черепно-мозговой травмы. // Неотложная медицинская помощь. — 2013. — Вып. 4. — С. 39–47.
6. Astrand R., Rosenlund C., Undén J. Scandinavian guidelines for initial management of minor and moderate head trauma in children. // BMC Med. — 2016. — 14: 33.
7. Hackenberg K., Unterberg A. Traumatic brain injury. // Nervenarzt. 2016 Feb;87(2):203–14; quiz 215–6

© Шукри Абдулхамд Али (shukriali68@yahoo.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ МЫШЕЧНО-СУСТАВНОГО КОМПЛЕКСА У ЖИТЕЛЕЙ СИБИРСКОГО РЕГИОНА

STUDY OF THE INCIDENCE OF MUSCLE-JOINT COMPLEX IN THE SIBERIAN REGION

**A. Yatsuk
K. Sivolapov**

Summary. The study of morbidity of the population of 5 large cities of the Siberian region for the detection of pathology of the muscular-articular complex. During which, it was found that 55.15% of the surveyed need specialized care.

Keywords: diseases of the temporomandibular joint, musculo-articular complex, speech and psychoemotional stress, attractors of the human body state vector (HALF), pathological conditions.

Яцук Андрей Викторович

*К.м.н., главный врач, клиника «Ново Дент на Орджоникидзе»
dr-yatsuk@mail.ru*

Сиволапов Константин Анатольевич

*Д.м.н., профессор, Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей — филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации
chlh.ngiu@mail.ru*

Аннотация. Проведено исследование заболеваемости населения 5 крупных городов Сибирского региона на предмет выявления патологии мышечно-суставного комплекса. В ходе которого, обнаружено, что 55,15% обследованных нуждаются в специализированной артрологической помощи.

Ключевые слова: заболевания височно-нижнечелюстного сустава, мышечно-суставной комплекс, речевая и психоэмоциональная нагрузка, патологические состояния.

Актуальность исследования

По данным отечественных и зарубежных исследователей 56–72% людей старше 40 лет имеют патологию височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) [1,2, 6,9], которые затрагивают жевательные мышцы, суставной диск, капсулярно-связочный аппарат, костные структуры сустава. В этой связи необходимо отметить, что среди всех болезней челюстно-лицевой области данная патология находится на третьем месте, причем имеется тенденция к росту количества пациентов [7, 8].

Актуальность проблемы определяется высокой обращаемостью населения с патологией височно-нижнечелюстного сустава, проживающего в Сибирском регионе, необходимостью изучить распространённость заболеваемости мышечно-суставного комплекса у населения Сибирского региона, требующего лечения. Необходимостью разработки программы диспансеризации и реабилитации пациентов с хроническими заболеваниями мышечно-суставного комплекса и мероприятия по её реализации.

Цель исследования

На основании изучения распространенности заболеваний мышечно-суставного комплекса изучить в рамках

системного анализа особенности течения данной патологии в Сибирском округе.

Материалы и методы

Исследована распространенность заболеваемости мышечно-суставного комплекса у населения городов Новокузнецк, Кемерово, Новосибирск, Барнаул, Томск.

Исследование проводилось с помощью анкетирования.

1. Звуки щелканья, боли в суставе, во время еды.
2. Шумы в одном или обоих ушах.
3. Напряжённость, затруднение, ограничение при открывании рта.
4. Пробуждение с болями в жевательных мышцах.
5. Стискивание челюстей во время стресса, скрип зубами ночью.
6. Боли в височно-нижнечелюстном суставе, мышцах дна полости рта и жевательных мышцах после длительных речевых и эмоциональных нагрузок.
7. Частые головные боли, головокружение.
8. Боли в висках, шее, плечах (лопатках).
9. Наличие шейного остеохондроза.
10. Нарушение осанки.

Таблица 1. Распространенность патологии мышечно-суставного комплекса

№ вопроса	Кемерово (n=490)	Новокузнецк (n=380)	Новосибирск (n=380)	Барнаул (n=270)	Томск (n=270)	Среднее по городам (n=1960)	Δ при p=0.05
1	36,70%	23,70%	71,10%	40,70%	63%	48,0%	0,95%
2	32,70%	18,40%	65,80%	29,60%	29,60%	38,4%	0,93%
3	28,60%	10,50%	68,40%	7,40%	66,70%	38,6%	1,34%
4	22,50%	23,70%	60,50%	11,10%	48,20%	35,4%	0,97%
5	38,80%	31,60%	76,30%	40,70%	37%	47,9%	0,93%
6	14,30%	21,10%	79%	40,70%	51,90%	42,6%	1,35%
7	40,80%	36,80%	50%	63%	55,60%	47,7%	0,46%
8	55,10%	31,60%	57,90%	66,70%	66,70%	54,5%	0,63%
9	71,40%	65,80%	60,50%	88,90%	74,10%	70,0%	0,47%
10	32,70%	50%	42,10%	63%	70,40%	48,1%	0,68%
Средний уровень признаков	37,40%	31,30%	63,20%	45,20%	56,30%	47,1%	0,87%

Примечание: Δ — предельная ошибка в определении среднего по этим городам при уровне значимости p = 0.05.

n — количество респондентов



Рис. 1. Средний уровень признаков заболевания

11. При наличии вышеперечисленных жалоб, укажите причину Вашего не обращения к специалисту.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 приведены данные по уровню каждого из 10 признаков заболевания в городах Сибирского округа.

На основе этих данных получена диаграмма, приведённая на рис. 1.

Полученные показатели позволяют сделать вывод, что количество признаков заболевания в г. Новосибирске выше, чем в других городах. В тоже время, при усреднении мы уберём признаки с 7 по 10, характерные для многих других заболеваний, а также возрасту, то разница между количеством этих признаков в г. Новосибирска

Таблица 2

Количество признаков	Вероятность иметь данное количество признаков и предельная ошибка, %			
	Новосибирск		Кемеровская область	
	вероятность	предельная ошибка	вероятность	предельная ошибка
0	10,60	2,63	21,30	1,56
1	3,40	1,55	5,80	0,89
2	5,70	1,98	6,70	0,95
3	6,90	2,16	8,60	1,07
4	8,30	2,35	12,40	1,26
5	19,40	3,30	13,30	1,30
6	16,90	3,20	10,10	1,15
7	12,40	2,81	9,80	1,13
8	8,70	2,4	4,50	0,79
9	3,60	1,59	3,60	0,71
10	4,10	1,69	3,90	0,74
Среднее число признаков	5,01		3,97	
Оценка вероятности иметь 5 и более признаков, %	65,1		45,2	



Рис. 2. Средний уровень признаков заболевания

с другими городами по этому параметру становится ещё более значительной (рис. 2).

По горизонтали: 0 — отсутствие любого из 10 признаков, по вертикали — наличие признака.

У женщин средневзвешенное количество отмеченных признаков 3,8 при среднеквадратическом отклонении 2,24. Соответственно у мужчин эти параметры равны 2,5 и 2,4. Т.е. у мужчин уровень заболеваемости в 1,5 раза ниже, чем у женщин.

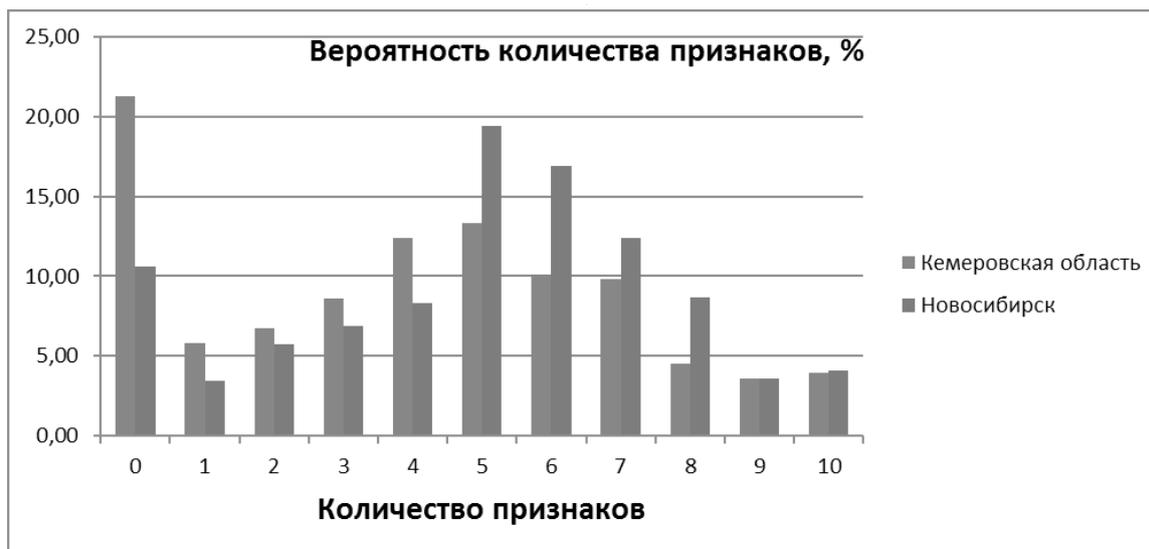


Рис. 3. Вероятность количества признаков

Учитывая пациентов только с признаками заболевания, и с редко встречающимися симптомами средний процент женщин, отметивших у себя 1, 2, 7 признаков — 12,2, а у мужчин этот показатель — 4,0, то есть в 3 раза меньше. Особенно высок уровень выбора 5 признаков: у женщин он в 3 раза выше, чем у мужчин.

Значимость различий между средними уровнями признаков проверялась по критерию Линка-Уоллеса. Его критическое значение $K=16$, для $p=0,05$. Проверка осуществлялась по формуле: $|\text{Разница средних}| > K (\text{Сумма размахов})/10$.

На одиннадцатый вопрос, предполагающий самостоятельный ответ с указанием причины не обращения к специалисту, 40% респондентов ответили, что обращались, но не получили помощи, 15% проходили лечение у оториноларингологов и невролога (не зная, что им нужна помощь стоматолога, а данные специалисты не направили к стоматологу), 5% находятся на лечении ВНЧС у челюстно-лицевых хирургов, а 22% находятся на лечении у хирургов-стоматологов и не отмечают положительного эффекта от лечения.

В таблице 2 приведены оценки вероятностей иметь указанное количество признаков у пациента и предельные ошибки для этих вероятностей в г. Новосибирске и Кемеровской области. Объём первичных данных для г. Новосибирск составляет 550 анкет, а для Кемеровской области 2750.

Проведённое исследование (анкетирование) было близким к условиям схемы Бернулли [5], в тоже время количество наблюдений 550 (Новосибирск) и 2750 (Ке-

меровская область), позволяет (оценка вероятности события «иметь заданное количество признаков») иметь распределение, близкое к нормальному.

Предельные ошибки для этих вероятностей определяют доверительный интервал с надёжностью $\gamma = 0,95$ [3, 4, 5]. Как следует из этих данных, доверительный интервал для большинства оценок вероятностей (кроме 9 и 10 признаков) не включает в себя оценку соседних вероятностей, как для Новосибирска, так и для Кемеровской области. Это, в свою очередь, подтверждает высокую эффективность этих оценок и то, что каждая из них принадлежит своей генеральной совокупности и что их различия статистически значимы.

Используется Z статистика, значение которой равно 13,2, что намного больше критического значения для уровня значимости 0,05 ($Z_{кр} = 1,96$) [3]. На рисунке 3 приведена иллюстрация к этим данным.

Заключение

Выявлено, что 55,15% жителей Сибирского региона нуждаются в специализированной артрологической помощи. Внедрение современных методов обработки информации позволяет объективно проводить анализ заболеваемости у населения Сибирского региона.

Значительное количество жителей Сибирского региона, имеющих патологию мышечно-суставного комплекса не получают квалифицированную помощь, что позволяет сделать вывод о необходимости создания артрологической стоматологической помощи, или её совершенствовании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булычева, Е. А. Клиническая картина, диагностика и лечение заболеваний височно-нижнечелюстного сустава, осложненных парафункциями жевательных мышц. Е. А. Булычева. Стоматология. -2007. -Т.86, № 6.-79–83.
2. Лебеденко, И. Ю. Электромиографическая активность жевательных мышц у больного с частичной вторичной адентией до и после протезирования / И. Ю. Лебеденко, О. В. Зайченко // Стоматология на пороге третьего тысячелетия. М.: Авиаиздат, 2001. — С. 550–551.
3. Математическая статистика в медицине. В 2 т. Том 1: учеб. пособие для СПО / В. А. Медик, М. С. Токмачев. — 2-е изд. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 471 с.
4. Описательная статистика — Чубуков Ж. А., Угольник Т. С. — 354с., 2012 год
5. Петри Авива, Кэролайн Сэбин. Наглядная медицинская статистика. Учебное пособие. ГЭОТАР-Медиа, 2015, 216с.
6. Петросов, Ю. А. Заболевания височно-нижнечелюстного сустава / Ю. А. Петросов, О. Ю. Копакьянц, И. Ю. Сеферен. — Краснодар, 1996. — 352 с.
7. Шубина О. С. Психосоматические аспекты хронического суставного синдрома. О. С. Шубина, Л. А. Уколова, Н. А. Шабакон // Хронические болевые синдромы: Тезисы докладов. — Новосибирск, 2007. — 159–161.
8. Яцук А. В. Клинико-функциональные особенности диагностики и лечения заболеваний височно-нижнечелюстного сустава у педагогов. А. В. Яцук. Автореф. дисс.к.м.н. Омск — 2013 г.-23 с.
9. Яцук, А. В. Особенности функциональных расстройств височно-нижнечелюстного сустава у педагогов языковых кафедр [электронный ресурс] / А. В. Яцук, К. А. Сиволапов, В. В. Вавин // Современные проблемы науки и образования: электронный научный журнал. — 2012 — № 5. — Режим доступа: <http://www.science-education.ru/105-7064>.

© Яцук Андрей Викторович (dr-yatsuk@mail.ru), Сиволапов Константин Анатольевич (chlh.ngiu@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



«Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации

НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

Abanin V. — Candidate of Technical Sciences, Professor, Ryazan Guards Higher Airborne Command School
vlad-ac@mail.ru

Abazyan M. — Peoples Friendship University of Russia

Albegova Z. — Laboratory assistant, Institute of biomedical research of Vladikavkaz scientific center of RAS
albegova.81@mail.ru

Alekseeva L. — MD, Associate Professor, Banzarov Buryat State University; deputy chief doctor of the medical work at the State Autonomous Healthcare Institution "Republican Perinatal Center", Ulan-Ude, the Republic of Buryatia, Russia
l.alekseeva09@mail.ru

Ali Alliance — Graduate Student, Russian University of peoples' friendship
undakadnu@gmail.com

Alieva Sevinj Pasha kyzy — Graduate student, First St. Petersburg State Medical University named after Acad. I.P. Pavlova
alievasp@yandex.ru

Ambalova S. — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, The North-Ossetian state medical Academy; Institute of biomedical research of Vladikavkaz scientific center of RAS
ambalova1947@mail.ru

Annenkova E. — Postgraduate, Peoples' Friendship University of Russia
mdannenkova@mail.ru

Antoniadi I. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, The North-Ossetian state medical Academy
ilona-antoniadi@yandex.ru

Anuchkin A. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Branch of the «Military Medical Academy named after S.M. Kirova» Ministry of Defense of the Russian Federation
terapevtreab@yandex.ru

Astafyev A. — Assistant, Lipetsk State Technical University
a.n.astafyev@gmail.com

Bakaev Y. — Peoples Friendship University of Russia

Baltina T. — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Kazan Federal University
tvbaltina@gmail.com

Baltina T. — Ph. D., associate Professor, Kazan (Volga region) Federal University
tvbaltina@gmail.com

Baltin M. — Junior Researcher, Kazan Federal University
Baban.bog@mail.ru

Baranov A. — Senior researcher, All-Russian research Institute of Agrochemistry named after D. N. Pryanishnikov
baranov.bigis@yandex.ru

Belikova L. — Orenburg state medical University

Chervinskij M. — Irkutsk State University

Delec A. — PhDs in Medicine, associate professor, Southern Ural state medical university of the Ministry of Health of the Russian Federation
delec74@bk.ru

Djikaeva Z. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, The North-Ossetian state medical Academy
dzhikaeva1956@mail.ru

Dyadkin Y. — Senior lecturer, Irkutsk State University

Enaldieva R. — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, The North-Ossetian state medical Academy
641087@mail.ru

Faibushevich A. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Peoples Friendship University of Russia
Faibushevich_FG@list.ru

Gaysin I. — Kazan State Medical University

Gazin A. — Candidate of technical Sciences, associate Professor of Lipetsk state pedagogical University named after P. P. Semenov-Tyan-Shan, Russian Federation, Lipetsk
yearn@bk.ru

Gerashchenko S. — Doctor of technical Sciences, Professor, Penza State University
mpo@list.ru

Gitelzon E. — Assistant, Peoples Friendship University of Russia

Glebova N. — Post-graduate Student, Tyumen industrial University
glebowanatalja@yandex.ru

Gornov V. — Lecturer, Branch of the «Military Medical Academy named after S.M. Kirova» Ministry of Defense of the Russian Federation
vgornov@yandex.ru

Gorokhov E. — Orenburg state medical University

Gubar T. — Obstetrician-gynecologist, a graduate student, Banzarov Buryat State University, Ulan-Ude, Russia
gtk71@mail.ru

Ivanova E. — Ph.D. in pedagogical sciences, Associate Professor, Irkutsk State University

Kakabadze N. — Peoples Friendship University of Russia

Kalistratov D. — Candidate of technical Sciences, assistant, Tula State University
kalistratow@list.ru

Konstantinova O. — Doctor of medical Sciences, Professor, Orenburg state medical University
const55@mail.ru

Koshimbaeva L. — Therapist, GBUZ KGB 1 g. Nalchik; cardiologist on call, GBUZ KGB 2 g. Nalchik
azarar@rambler.ru

Kostenko O. — PhD, Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voyno-Yasenetsky of the Ministry of Health of the Russian Federation
oxi_stom@mail.ru

Kosukhin E. — Candidate of Medical Sciences, Branch No. 2 of FSBI «3 TsVKG im. A.A. Vishnevsky» Ministry of Defense of Russia
ekosuhin@mail.ru

Kovalev S. — Teacher of Department of professional training Federal State Treasury Educational Institution of Higher Education East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation
pantsuit@mail.ru

Kupeeva A. — Junior Researcher, Institute of biomedical research of Vladikavkaz scientific center of RAS
kupeeva-alina1@mail.ru

Lesnikov I. — Ph.D. in economic sciences, Associate Professor, Irkutsk State University

Lunev M. — Doctor of biological sciences, chief researcher of the All-Russian research Institute of Agrochemistry named after D. N. Pryanishnikov
milunev@yandex.ru

Lyachek Y. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Saint Petersburg Electrotechnical University (ETU)
ytlyachek@mail.ru

Makiev R. — Doctor of Medical Sciences, Senior Lecturer, «Military Medical Academy named after S.M. Kirova» Ministry of Defense of the Russian Federation
moro5555@yandex.ru

Maksimovich E. — Novosibirsk State Technical University
kiri-maksimovi@mail.ru

Maksimovich K. — Post-graduate student of Novosibirsk state Agrarian University

Malervein A. — Student, First Moscow State Medical University. I.M. Sechenova (Sechenovskiy University), RF, Moscow
an.malerv@gmail.com

Mansurov K. — FGBOU VO HE "Bashkir State Medical University" of the Ministry of Health of Russia, Ufa; GAUZ "Republican Clinical Oncology Dispensary" of the Ministry of Health of the Republic of Belarus
kamilvm@mail.ru

Medoeva A. — Candidate of Medical Sciences, Assistant, The North-Ossetian state medical Academy
alana-medoeva@rambler.ru

Medoeva A. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, The North-Ossetian state medical Academy
medoewa@yandex.ru

Meshalkin V. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, Federal State Treasury Military Educational Institution of Higher Education "Military Academy of Communications named after Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny" of the Ministry of Defense of the Russian Federation
emerzenit@gmail.com

Militskova A. — M. SC, Kazan (Volga region) Federal University
mamashotmilktea@gmail.com

Mufazalov F. — MD, professor, FGBOU VO HE "Bashkir State Medical University" of the Ministry of Health of Russia, Ufa; GAUZ "Republican Clinical Oncology Dispensary" of the Ministry of Health of the Republic of Belarus prffm@mail.ru

Mukhametova E. — M. SC, Kazan (Volga region) Federal University lviraqpg@gmail.com

Mutanna M. — Graduate student, Saint Petersburg Electrotechnical University (ETU) muthanna@mail.ru

Nasr T. — Graduate student, Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO University) tarek01021988@mail.ru

Nikolaeva L. — Candidate of medical sciences, assistant, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky lpnikolaeva@yandex.ru

Novgorodtseva T. — Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor, Irkutsk State University nfy3-31@mail.ru

Nurieva N. — PhD in Medicine, associate professor, Southern Ural state medical university of the Ministry of Health of the Russian Federation natakipa@mail.ru

Pavlov Y. — National University of Science and Technology, MISIS yura.pavlov1994@yandex.ru

Pergatyy N. — PhD, Krasnoyarsk State Medical University named after Professor V.F. Voyno-Yasenetsky of the Ministry of Health of the Russian Federation burckut2016@yandex.ru

Pikhteleva N. — Assistant, FGBOU VO " Ryazan State Medical University named after academician I.P. Pavlova " Ministry of health of Russia; doctor-audiologist, GBU RO " OKB Semashko" pixtileva@gmail.com

Pilipenko K. — Assistant, Rostov state medical University rjcnz1418@yandex.ru

Pilipenko N. — Assistant, Rostov state medical University Dr.npilipenko@yandex.ru

Pilyugin A. — Adjunct, Federal State Treasury Military Educational Institution of Higher Education "Military Academy of Communications named after Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny" of the Ministry of Defense of the Russian Federation antin86@yandex.ru

Rostov A. — Candidate of medical Sciences, chief physician, Limited liability Company "center of medical legal consulting "Rubicon" a_rostov@mail.ru

Rostov A. — The General Director, Limited liability Company "center of medical legal consulting "Rubicon" ar-rostov@yandex.ru

Sabirova D. — Kazan Federal University sabirova.dianka@list.ru

Salnikov V. — Doctor of Biological Sciences, professor, Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, FRC Kazan Scientific Center of RAS; Kazan (Volga Region) Federal University

Sayed Manas — Postgraduate, Vladimir state University Manas.saed@gmail.com

Schegolkov A. — Doctor of Medical Sciences,, Honored Doctor of the Russian Federation, Professor, Branch of the «Military Medical Academy named after S.M. Kirova» Ministry of Defense of the Russian Federation

Selishchev O. — Teacher of Lipetsk state pedagogical University named after P. P. Semenov-Chan-Shansky, Russian Federation, Lipetsk ole9153@yandex.ru

Sennikova Z. — Candidate of medical Sciences, assistant, Orenburg state medical University

Sharapov S. — Candidate of physical and mathematical Sciences, associate Professor, Lipetsk State Technical University kaf-phys@stu.lipetsk.ru

Shaymardanova G. — Doctor of Biological Sciences, Leading researcher, Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, FRC Kazan Scientific Center of RAS; Kazan State Medical University gulnara-f-kzn@mail.ru

Shirokov A. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, National University of Science and Technology, MISIS ais49@mail.ru

Shukri Abdulhameed Ali — Candidate of medical sciences, Assesment professor, Universitet Aden Republic of Yemen
shukriali68@yahoo.com

Sivolapov K. — D.m.n., Professor, Novokuznetsk State Institute of Postgraduate Medical Education - Branch of the Russian State Academy of Continuing Professional Education of the Ministry of Health of the Russian Federation
chlh.ngiuv@mail.ru

Skudnev D. — Candidate of technical Sciences, associate Professor of the Lipetsk state pedagogical University named after P. P. Semenov-Chan-Shansky, Russian Federation, Lipetsk
sdm81@rambler.ru

Sleptsova M. — Bryansk State Engineering and Technology University
sleptsowa.marina2014@yandex.ru

Solntseva D. — Ulyanovsk State University named after P. A. Stolypin
zvok73@gmail.com

Starkova L. — Ph. D., associate Professor, FGBOU VO "Ryazan State Medical University named after academician I.P. Pavlova" Ministry of health of Russia
starkovalaris12235@gmail.com

Statovskaya E. — Candidate of medical Sciences, associate Professor, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov Ministry of health of Russia
elenastat22@mail.ru

Todua D. — Peoples Friendship University of Russia
nice.lyubanka@inbox.ru

Totrov I. — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, The North-Ossetian state medical Academy; Institute of biomedical research of Vladikavkaz scientific center of RAS
igor.totrov@yandex.ru

Tregubov A. — Postgraduate student, Novosibirsk national research state University
artem.tregubov@mail.ru

Trifonova T. — Professor, Vladimir state University
kaf_bie@mail.ru

Trusova A. — FGBOU VO " Ryazan State Medical University named after academician I.P. Pavlova " Ministry of health of Russia
trusovanastenka@yandex.ru

Trusov Y. — Graduate student, Samara State Medical University of the Ministry of health of Russia

Ulubieva E. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, The North-Ossetian state medical Academy
elena.ulubieva@yandex.ru

Vasilyeva A. — Kazan State Medical University

Viktorov V. — Applicant, Federal State Treasury Military Educational Institution of Higher Education "Military Academy of Communications named after Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny» of the Ministry of Defense of the Russian Federation
vova7dima@gmail.com

Voronin I. — Senior lecturer at the Lipetsk state pedagogical University named after P.P. Semenov-Tyan-Shansky, Russian Federation, Lipetsk
megaviv@yandex.ru

Vorontsova N. — Assistant, Orenburg state medical University
vna11@bk.ru

Yatsuk A. — K.m.n., chief physician, Novo Dent Center clinic
dr-yatsuk@mail.ru

Yurkova O. — Ph.D., Bryansk State Engineering and Technology University
yurkova_olga@mail.ru

Zanega V. — Candidate of medical sciences, surgeon doctor, GBUZ RB RB GB No. 1, Oktyabrsky
vadr88@mail.ru

Zaprudnova E. — Candidate of biological Sciences, associate Professor, Vladimir state University
eazaprudnova@mail.ru

Zinkina A. — Senior laboratory assistant, Samara State Medical University of the Ministry of health of Russia
anna-zinkina@mail.ru

Ziyautdinov V. — Candidate of pedagogical Sciences, associate Professor of Lipetsk state pedagogical University named after P. P. Semenov-Tyan-Shan, Russian Federation, Lipetsk
zevslipetsk@yandex.ru

Zolotareva T. — Senior lecturer at the Lipetsk state pedagogical University named after P. P. Semenov-Tyan-Shansky, Russian Federation, Lipetsk
zolotareva.tatyana2016@yandex.ru

Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакционная коллегия оста вляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением “.doc”, или “.rtf”, шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускаются.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Литература составляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0-11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные - 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф-редактору научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» (e-mail: redaktor@nauteh.ru).