

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 3 2018 (МАРТ)

Учредитель журнала
Общество с ограниченной ответственностью
«НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Журнал издается с 2011 года.

Редакция:

Главный редактор
А.В. Царегородцев
Выпускающий редактор
Ю.Б. Миндлин
Верстка
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>
<http://www.vipstd.ru/nauteh>

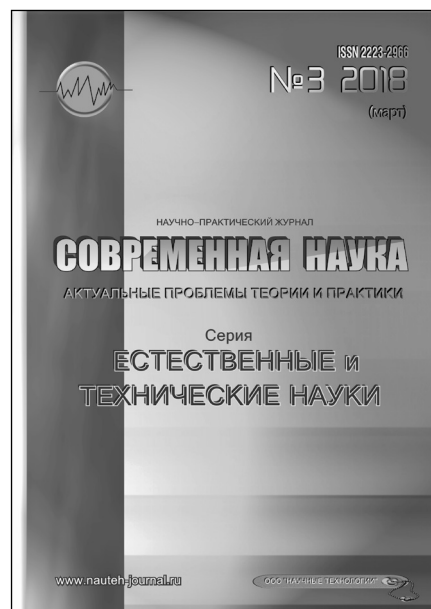
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(BAK - 05.11.00, 05.12.00, 05.13.00, 03.02.00, 14.01.00)



В НОМЕРЕ:

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ,
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ
И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ,
РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ,
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 15.03.2018 г. Формат 84x108 1/16
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.



Редакционный совет

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

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

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

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

Квасов Андрей Иванович — д.т.н., профессор, академик Казахской Национальной Академии естественных наук, Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д.Серикбаева

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

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

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

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

Матвеев Всеволод Борисович — д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, 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, заместитель главного пульмонолога МО РФ, Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова

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

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

- Агеев А.А., Волков В.А., Жигунова Л.К.** — Экологическое равновесие – концептуальная основа экологического образования
Ageev A., Volkov V., Zhigunova L. — Ecological balance – a conceptual framework for environmental education. 5
- Павлова В.В.** — Состояние популяций глубоководного экотипа *Dreissena rostriformis bugensis* (Mollusca: Bivalvia) в волжских водохранилищах
Pavlova V. — The state of population of deepwater ecotype of *Dreissena rostriformis bugensis* in Volga River water reservoirs 8

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО- ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

- Васильев Д.В.** — Сравнительный анализ применения лидаров и содаров для измерения вектора скорости ветра
Vasiliev D. — Comparative analysis of the use of lidars and sodars to measure the wind velocity vector 12
- Шушарина Н.Н., Камышов Г.В., Сапунов В.В., Грунин А.И., Прокопович П.А., Патрушев М.В.** — Разработка и изготовление тонкопленочного температурного датчика для устройств оптогенетики
Shusharina N., Kamyshev G., Sapunov V., Grunin A., Prokopovich P., Patrushev M. — Development of thin film temperature sensor for optogenetic devices. 16

РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

- Ксенофонтов Д.А.** — Особенности систем военной связи
Xenofontov D. — Features of military communication 20
- Шошин Е.Л., Семенов О.Ю.** — Использование метода резонансной компрессии при подповерхностном зондировании локальных объектов в укрывающих средах
Shoshin E., Semenov O. — Using the method of resonant compression in subsurface sensing of local objects in sheltering environments 24

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

- Арунянц Г.Г., Айрапетов С.А.** — Программный комплекс ТЭЭ-1 автоматизированного формирования тарифов в региональной системе электроснабжения: структурные особенности и принципы построения
Arunyants G., Ayrapetov S. — The program ТЭЭ-1 complex of automated formation of rates in the regional system of electrical power supply: structural features and principles of creation. 30
- Бурмистров А.В., Новиков А.В.** — Определение коэффициентов в стохастической дифференциальной модели формирования цены
Burmistrov A., Novikov A. — Definition of the coefficients in the stochastic differential model of price formation 39
- Волосова А.В.** — Метод потенциальных функций в задачах распознавания образов: достоинства и недостатки
Volosova A. — Method of potential functions in pattern recognition problems: advantages and disadvantages 45
- Гильманов А.Р., Гусев А.Л., Окунев А.А.** — Предобработка статистических данных для повышения качества прогноза нейронной сети
Giltmanov A., Gusev A., Okunev A. — Preprocessing of statistical data to improve the quality of the forecast by a neural network 49
- Клюев А.С., Файзенгер А.А., Юрьев Д.Р.** — Тестирование на проникновение как метод управления информационной безопасностью
Klyuev A., Fajzenger A., Yuriev D. — Penetration testing as a method of information security management 52
- Куприенко В.В.** — Математическая модель трансформатора тока
Kuprienko V. — Mathematical model of the current transformer. 56
- Лукьянов Е.А., Семенов В.С., Долгих А.В.** — Искусственные нейронные сети в системах электромагнитного позиционирования
Lukianov E., Semenov V., Dolgikh A. — Artificial Neural Nets in Electromagnetic Positioning Systems 60
- Петренко В.И., Тебуева Ф.Б., Антонов В.О., Гурчинский М.М.** — Математическая модель поиска оптимальных углов Эйлера для двигателей трехзвенного манипулятора
Petrenko V., Tebuueva F., Antonov V., Gurchinsky M. — Mathematical model of searching for optimal Euler angles for three-link manipulator engines 67

Укуев Б.Т. — Особенности обработки неструктурированных данных в информационной базе научных исследований ВУЗа
Ukuiev B. — Features of processing of unstructured data in information base of scientific research of higher education institution75

Хеин Мин Зо — Анализ современной техники сжатия речевого сигнала с использованием вейвлетов
Hein Min Zaw — Analysis modern technique for speech signal compression using wavelet77

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

Куракин Э.С. — Сравнительная характеристика современных и классических подходов определения антибиотикочувствительности госпитальных инфекций
Kurakin E. — Comparative characteristics of the modern and classical approaches to determination of antibiotic sensitivity hospital infections.81

Лубская Н.С., Никонорова М.А., Вейцман И.А., Гранитов В.М., Матрос О.И. —
 Функциональное нарушение щитовидной железы у пациентов с хроническим гепатитом С
Lubskaya N., Nikonorova M., Weizman I., Granitov V., Matros O. — Functional disorders of the thyroid gland in patients with chronic hepatitis C86

Магомедов Ш.Г., Джуракулов Ш.Р. —
 Современные методы хирургической реваскуляризации нижних конечностей
Magomedov Sh., Jurakulov Sh. — Modern methods of surgical revascularization of the lower extremities90

Магомедов Ш.Г., Джуракулов Ш.Р. —
 Окклюзионно-стенотические поражения артерий нижних конечностей: современный взгляд на проблему
Magomedov Sh., Jurakulov Sh. — Occlusive-stenotic lesions of arteries of the lower limbs: a modern view on the problem96

Мальчевский Ю.Е., Рагимов А.А., Каспаров Э.В. —
 Современные представления о возможностях применения плазмафереза в лечении ишемической болезни сердца
Mal'chevskij Ju., Ragimov A., Kasparov E. — Modern concepts of plasmapheresis treatment of coronary artery disease of possibilities102

Мустафин А.А., Нигматуллина Р.Р., Билалова Д.Ф. —
 Серотонин как основная причина развития легочной гипертензии: от гипотезы к лечебной практике
Mustafin A., Nigmatullina R., Bilalova D. — Serotonin as the primary cause of pulmonary hypertension: from hypothesis to clinical practice107

Орлецкий А.К., Тимченко Д.О., Гордеев Н.А. —
 Посттравматическая патология плечевого сустава. Современный взгляд на клинко-диагностические аспекты
Orleckiy A., Timchenko D., Gordeev N. — Post-traumatic pathology of the shoulder joint. Modern view on the clinical and diagnostic aspects.112

Пулю Д.А. — Исследование временного фактора при работе с электронным экстрактором: аргумент для внедрения прибора в клиническую практику
Puiliu D. — The study of the time factor with the use of electronic extractor: the argument for implementation of the device into clinical practice117

Спасова Т.Е., Найданова Э.Г., Григорьева Е.В. —
 Распространенность инфекции *H. pylori* и морфофункциональное состояние желудка у жителей республики Бурятия123

Spasova T., Naydanova E., Grigoryeva E. —
 The prevalence of *H. pylori* infection and gastric mucosal morphofunctional condition of the inhabitants of the Republic of Buryatia127

Ткаченко Н.Т. — Пульсовая диагностика истерического невроза у женщин
Tkachenko N. — Pulse-diagnosis the hysterical neurosis at women

Токарева Н.Г. — Эпилепсия: медико-экспертный аспект
Tokareva N. — Epilepsy: medical and expert aspects.133

Тырнов П.В., Левин А.В. — Отдаленные результаты применения рефлексотерапии в комплексном лечении пациентов с остеоартрозом коленных суставов
Tyrnov P., Levin A. — Long-term results of the use of acupuncture in complex treatment of patients with osteoarthritis of the knee136

Фишер И.И. — Совершенствование оказания медицинской помощи больным с переломами нижней челюсти
Fisher I. — Improve the medical care for patients with fractures of the mandible.140

Фокин А.А., Надвиков А.И., Владимирский В.В., Серажитдинов А.Ш., Гасников А.В. —
 Результаты сочетанных операций при атеросклеротическом поражении сонной и подключичной артерий, выполненных из единого модифицированного доступа
Fokin A., Nadvikov A., Vladimirskiy V., Serazhitdinov A., Gasnikov A. — Results of simultaneous procedures of the concomitant carotid and subclavian artery stenosis performed via modified approach143

ИНФОРМАЦИЯ

Наши авторы. Our Authors.149
 Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале152

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ — КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ECOLOGICAL BALANCE — A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION

**A. Ageev
V. Volkov
L. Zhigunova**

Summary. The category of «ecological balance» is considered as the conceptual basis of ecology as a science. Justified criticisms about common now in educational and scientific literature, the wording of this concept. Definition of ecological system and ecological balance in the framework of thermodynamic terms. The questions of sustainability of ecological balance. This definition of ecological crisis and disaster, as well as homeostasis of the ecological community, the community of living organisms and populations as derivatives of the concept of ecological balance.

Keywords: ecological system, ecological balance, sustainability, ecological balance; homeostasis; ecological community; the community of living organisms, population.

Агеев Андрей Андреевич

*Д.т.н., профессор, Российский новый университет
ageev49@bk.ru*

Волков Виктор Анатольевич

*Д.х.н., профессор, Российский государственный
университет имени А. Н. Косыгина
vav36@mail.ru*

Жигунова Людмила Капитовна

*К.х.н., доцент, Международный университет в Москве
zhigunovalk@mail.ru*

Аннотация. Категория «экологического равновесия» рассмотрена как концептуальная основа экологии как науки. Обоснованы критические замечания о распространенных в настоящее время в учебной и научной литературе формулировках этого понятия. Дано определение экологической системы и экологического равновесия в рамках термодинамических терминов. Рассмотрены вопросы устойчивости экологического равновесия. Даны определения экологических кризиса и катастрофы, а также гомеостаза, биоценоза, сообщества живых организмов и популяции как производных понятия экологическое равновесие.

Ключевые слова: экологическая система; экологическое равновесие; устойчивость экологического равновесия; гомеостаз; биоценоз; сообщество живых организмов, популяция.

Категория «экологического равновесия» служит концептуальной основой экологии как науки и методологической основой экологического образования. Основные положения и термины экологии в подавляющем большинстве случаев являются производными этой категории или определяются относительно нее. Таковы положения об экологической системе, кризисе, катастрофе, гомеостазе, устойчивом развитии и множество других. В связи с этим представляется чрезвычайно важной исчерпывающая и корректная формулировка определения экологического равновесия.

В качестве примера рассмотрим несколько распространенных в настоящее время формулировок.

Википедия: «экологическое равновесие — это относительный баланс устойчивости видового состава живых организмов, их численности, продуктивности, пространственного размещения, сезонных изменений, биотического круговорота веществ и других биологических процессов в естественных или измененных человеком экологических системах». Словосочетание «относительный баланс устойчивости» уже вызывает недоумение. Налицо явная тавтология, поскольку «баланс» — синоним равновесия. Устойчивость есть способность си-

стемы восстановить нарушенное равновесие. Здесь же устойчивость применена в смысле неизменность.

В целом эта формулировка видится как неудачная перефразировка определения из Биологического энциклопедического словаря: «экологическое равновесие — относительная устойчивость видового состава живых организмов, их численности, продуктивности, распределения в пространстве, а также сезонных изменений, биотического круговорота веществ и других биологических процессов в любых природных сообществах» [1]. За исключением тавтологии недостатки этой формулировки те же, что и предыдущей.

Наконец, Словарь-справочник: экология и охрана природы: «экологическое равновесие — количественное и качественное соотношение естественных и измененных человеком экологических компонентов и природных процессов, приводящее к длительному существованию экосистемы данного вида или ее эволюцию в ходе сукцессии. Следует помнить об условности использования термина «равновесие» в данном случае, поскольку и экосистемы и биосфера в целом не являются равновесными системами в физическом смысле» [2]. Вырванное из контекста определение создает впечатле-

ние о противопоставлении физических и экологических законов. Это неверно, поскольку законы термодинамики как феноменологической науки справедливы для любых систем безотносительно к их элементному составу, а работы Максвелла и Больцмана показали кровную связь термодинамики и статистической физики. Более того, пока только термодинамика дает плодотворный подход к пониманию возникновения жизни как форме самоорганизации материи [3].

Все приведенные формулировки обладают еще одним общим недостатком — избыточной детализацией, нивелирующей универсальность понятия экологического равновесия.

Авторы учебной литературы, как правило, уходят от определения понятия экологического равновесия. Например, у [4] в разделе «термины и понятия» определения равновесия и экологического равновесия вообще отсутствуют. Другие авторы формулируют эти определения в контексте других понятий или считая их само собой разумеющимися. Так, например, в [5] предлагается такое определение: «экосистемы и биосфера в целом являются высшим уровнем организации живого на планете Земля. Они, как и любая живая система, способны к саморегуляции, т.е. к самосохранению, поддержанию своего видового состава и воспроизведению связей между отдельными видами. Такое представление об устойчивости экосистем, их гомеостазе или, иначе, об экологическом равновесии — одно из основополагающих понятий современной экологии». И далее: «природное равновесие — эволюционно сложившаяся саморегулирующаяся система связей в биосфере, обеспечивающая стабильность такой природной среды, к которой адаптирован человек». Таким образом «основополагающее понятие современной экологии» преподносится как синоним устойчивости, саморегуляции, самосохранения, воспроизведения и гомеостаза экологических систем. Напрашивается также вопрос о разнице между экологическим и природным равновесиями.

Подытоживая сказанное целесообразно сделать вывод: представляется актуальным сформулировать более строгое определение экологического равновесия.

В нашей попытке скорректировать понятие экологического равновесия и связанных с ней понятий мы опираемся на опыт термодинамики.

В термодинамике система — это интересующая нас макроскопическая часть пространства (или все пространство), ограниченная реальной или мысленной контрольной поверхностью от окружающей среды, со всеми находящимися в ней телами и полями. С помощью контрольной поверхности система однозначно выделе-

на из окружающей среды [6]. Такая формулировка вполне подходит и для определения экологической системы, однако с одним акцентом: экологическая система обязательно содержит живые организмы

Нулевое начало термодинамики связано с определением равновесия и равновесной системы. Рассмотрим ту часть нулевого начала, которая формулирует постулат Афанасьевой-Эренфест [7]. При постоянстве на контрольной поверхности внешних параметров система с течением времени (строго при $\tau \rightarrow \infty$) переходит в некоторое самоненарушаемое состояние, которое называется равновесным. И далее: любая изолированная система с течением времени приходит в равновесное состояние и самопроизвольно не может из него выйти.

Приведенный постулат нельзя применить к экологическим системам, поскольку живые организмы могут существовать только в открытых системах, где происходит обмен веществом и энергией. С другой стороны, живые организмы могут существовать только в диапазоне небольших колебаний параметров системы, которые можно условно определить как экологически — равновесными. Однако такое состояние экологических систем нельзя назвать термодинамически-равновесным, поскольку последнее подразумевает равновесие и всех частей системы, что никогда не выполняется в экологических системах.

В термодинамике неравновесное состояние системы, характеризующееся постоянными значениями параметров на контрольной поверхности, называется стационарным, т.е. не зависящим от времени. Стационарное состояние возможно в двух случаях: 1) если за счет воздействия окружающей среды на контрольной поверхности поддерживаются постоянные, но не одинаковые значения внешних сил, или 2) за счет работы внешних сил в системе поддерживается постоянное, но неравновесное состояние [6].

Таким образом, экологическое равновесие можно определить как стационарное состояние открытой системы, содержащей живые организмы, или еще короче: экологическое равновесие есть стационарное состояние экологической системы.

Такое определение дает возможность определения устойчивости экологического равновесия с точки зрения неравновесной термодинамики, а именно постоянной и минимальной скорости производства энтропии (теорема Пригожина) [3]. Для биосферы в целом в первом приближении адекватна модель системы с постоянными температурой и давлением. Критерий устойчивости такой системы — минимум энергии Гиббса.

Однако более наглядно можно провести анализ устойчивости экологической системы по аналогии с механическим равновесием [8].

В этом случае экологический кризис — это состояние неустойчивого равновесия, когда под действием малых внешних сил система может утратить стационарность.

Экологическая катастрофа — процесс перехода экологической системы в новое стационарное состояние с новым составом биоты.

Если при воздействии окружающей среды, нарушающей экологическое равновесие, в экологической системе генерируются процессы, стремящиеся вернуть утраченное состояние, следует говорить об устойчивом (в определенных границах внешнего воздействия) экологическом равновесии. Устойчивость экологического равновесия определяется многообразием биологических видов, поскольку возрастает вероятность экологического дублирования в переработке солнечной энергии.

Не следует путать устойчивое экологическое равновесие и гомеостаз. Американский физиолог Уолтер Кеннон предложил этот термин как название для «координированных физиологических процессов, которые поддерживают большинство устойчивых состояний организма» [9]. Термин «гомеостаз» чаще всего применяется в биологии. В дальнейшем этот термин распростра-

нился на способность сохранять постоянство своего внутреннего состояния любой открытой системы, в том числе и экологической. Если экологическая система неспособна поддерживать стационарность, она может в итоге перестать функционировать.

Гомеостаз — не уникальное или случайное свойство экологической системы. Гомеостаз — необходимое условие существования жизни, «врожденное» свойство экосистем. Движущие силы гомеостаза следует искать в закономерностях неравновесной термодинамики.

Подытоживая сказанное можно сделать вывод: экологическое равновесие — состояние, гомеостаз — механизм его достижения.

Из формулировки экологического равновесия с необходимостью следует определение биоценоза как совокупности живых организмов равновесной экологической системы, а популяции — как совокупности живых организмов одного биологического вида, обитающих в одной равновесной экологической системе.

Аналогично, сообщество живых организмов — совокупность живых организмов одного царства, обитающих в одной равновесной экологической системе.

Экологическое равновесие — итог процесса развития (эволюции) экологической системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биологический энциклопедический словарь / Гл. ред. М. С. Гиляров. М., Сов. энциклопедия, 1989. 864 с.
2. Снакин В. В. Экология и охрана природы: Словарь-справочник / Под ред. А. Л. Яншина. Academia Москва, 2000. 384 с.
3. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур: Пер. с англ. Ю. А. Данилова и В. В. Белого. М.: Мир, 2002. 461 с., ил. (Лучший зарубежный учебник).
4. Степановских А. С. Экология: Учебник для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 703 с.
5. Николайкин Н. И. Экология: Учеб. для вузов / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелехова. 3-е изд., стереотип. М.: Дрофа, 2004. 624 с.: ил.
6. Полторак О. М. Термодинамика в физической химии. Учеб. Для хим. и хим.-технол. Спец. Вузов. М.: Высш. шк. 1991. 319 с.: ил.
7. Афанасьева-Эренфест Т.А., Необратимость, односторонность и второе начало термодинамики, 1928, с. 25.
8. Ландау Л.Д., Ахиезер А. И., Лифшиц Е. М. Механика и молекулярная физика в курсе общей физики. М.: Интеллект. 2017. 400 с.: ил.
9. Cannon W. B. The wisdom of the body. N.Y., 1939.

© Агеев Андрей Андреевич (ageev49@bk.ru), Волков Виктор Анатольевич (vav36@mail.ru), Жигунова Людмила Капитовна (zhigunovalk@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ ГЛУБОКОВОДНОГО ЭКОТИПА DREISSENA ROSTRIFORMIS BUGENSIS (MOLLUSCA: BIVALVIA) В ВОЛЖСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ

THE STATE OF POPULATION OF DEEPWATER ECOTYPE OF DREISSENA ROSTRIFORMIS BUGENSIS IN VOLGA RIVER WATER RESERVOIRS

V. Pavlova

Summary. The bivalve mollusk *Dreissena rostriformis bugensis* is highly invasive species. It plays important role in benthic communities defining their structure and functioning. The mussel *D. r. bugensis* is represented as two ecotypes: shallow-water and deepwater. In 2009 deepwater ecotype was found in the Cheboksary Reservoir. The search in deepest sites of Volga's reservoirs in 2016 revealed that this morph is absent here, even in the Cheboksary Reservoir. All mussels studied corresponded to the shallow-water morphotype. The possible reason of the morphological transformation of deepwater ecotype is discussed.

Keywords: quagga mussel, *Dreissena rostriformis bugensis*, invasive species, deepwater morph, the Cheboksary Reservoir.

Павлова Вера Валерьевна

К.б.н., с.н.с., Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина РАН
verasmi@mail.ru

Аннотация. Двустворчатый моллюск *Dreissena rostriformis bugensis* является инвазионным видом и эдификатором в бентосных сообществах. Данный вид представлен двумя экотипами — мелководным и глубоководным. В 2009 г. глубоководный экотип был обнаружен в Чебоксарском водохранилище. В ходе мониторинга глубоководных локаций водохранилищ Волжского каскада в 2016 г. данный экотип не был выявлен, в том числе и в Чебоксарском водохранилище. Все изученные особи были морфологически сходны с мелководным экотипом. Обсуждается возможная причина морфологической трансформации глубоководного экотипа.

Ключевые слова: дрейссена, *Dreissena rostriformis bugensis*, инвазионный вид, глубоководный экотип, Чебоксарское водохранилище.

Двустворчатый моллюск *Dreissena rostriformis bugensis* является одним из самых активных инвазионных видов. К настоящему времени его ареал занимает почти всю Европу, а также Великие озёра и некоторые другие водоёмы в Северной Америке. Это колониальный прикрепленный бентосный организм, который, как и близкий вид *D. polymorpha*, в значительной степени определяет структуру и функционирование бентосных сообществ (Дрейссена, 1994; Bunnell et al., 2009), а также является ключевым звеном в переносе вещества и энергии в водоёме (Павлов и др., 2008). Это кормовой объект ценных промысловых видов рыб (лещ, плотва).

В бассейне р. Волги *D. r. bugensis* была обнаружена впервые в 1992 г. В 2009 г. в Чебоксарском водохранилище был обнаружен глубоководный экотип profunda (Dermott, Munawar, 1993; Pavlova, 2012), ранее отмечавшийся только в Северной Америке. Поселения этого экотипа были выявлены в наиболее глубоком участке водоёма (24–26.5 м) в районе воздействия Новочебоксарской ГЭС. На остальных обследованных участках, где глубины не превышали 16.7 м, были отмечены только мелководные представители вида (Pavlova, 2012).

Две морфы *D. r. bugensis* различаются морфологически, экологически и физиологически. Представители глу-

боководной морфы обладают более удлинённой, более низкой и менее выпуклой раковиной, обитают на больших глубинах (Dermott and Munawar 1993), начинают нереститься при более низкой температуре (Claxton and Maskie 1998) и потребляют кислород с меньшей скоростью (Tuner et al. 2015). Кроме того, поселения различных экотипов отличаются структурой поселений: мелководный экотип образует плотные скопления, в которых особи скреплены друг с другом мощными пучками биссуса, в то время как глубоководный экотип характеризуется слабостью биссуса и рыхлостью групповых образований (Павлова, Пряничникова, 2016).

Обнаружение глубоководного экотипа в Чебоксарском водохранилище наводит на мысль, что он может существовать и в других водохранилищах. Ранее было установлено, что в водохранилищах верхней части волжского каскада (в Ивановском, Угличском, Рыбинском, Горьковском водохранилищах) присутствует только мелководный экотип *D. r. bugensis*. В 2016 г. был проведён мониторинг глубоководных местообитаний следующих водохранилищ Волжского каскада: Чебоксарского, Куйбышевского, Саратовского, Волгоградского с целью обнаружения представителей глубоководного экотипа *D. r. bugensis*. Результаты этого мониторинга и изложены в данной статье.

Таблица 1. Места сбора проб дрейссен

Водохранилище	Станция	Координаты	Глубина, м
Волгоградское	1. Песковатка	49.13 N, 44.90 E	25–28
	2. Антиповка	49.84 N, 45.34 E	27–32
	3. 2240-й км	50.98 N, 45.97 E	13–14
Саратовское	4. Меровская воложка	52.17 N, 47.93 E	25–28
	5. Хвалынк	52.50 N, 48.12 E	19
	6. Печерское	53.24 N, 49.07 E	12–16
Куйбышевское	7. ВАЗ, Тольятти	53.43 N, 49.42 E	31–33
	8. Мордово	53.82 N, 48.95 E	28–32
	9. Звенигово	55.95 N, 49.42 E	10–14
Чебоксарское	10. Новочебоксарск	56.14 N, 47.45 E	26 м
	11. Новочебоксарск	56.15 N, 47.45 E	5–13 м
	12. Чебоксары	56.16 N, 47.15 E	15 м

Таблица 2. Морфологические характеристики *D. r. bugensis* (ср. ± ош. ср.). Номера станций даны в соответствии с табл. 1. Обозначения: М — мелководный экотип, Г — глубоководный экотип

Станция	Н, экз.	Длина, мм	H/L	W/L	Экотип
1	80	16,44 ± 0,52	0,573 ± 0,003	0,442 ± 0,006	М
2	72	15,88 ± 0,49	0,567 ± 0,003	0,424 ± 0,008	М
3	80	15,32 ± 0,54	0,585 ± 0,004	0,436 ± 0,005	М
4	80	15,00 ± 0,45	0,576 ± 0,003	0,439 ± 0,006	М
5	65	16,07 ± 0,52	0,576 ± 0,003	0,453 ± 0,007	М
6	76	17,00 ± 0,52	0,612 ± 0,004	0,453 ± 0,005	М
7	34	18,79 ± 0,94	0,588 ± 0,007	0,434 ± 0,007	М
8	92	17,42 ± 0,55	0,587 ± 0,003	0,401 ± 0,006	М
9	26	15,00 ± 0,52	0,610 ± 0,007	0,437 ± 0,008	М
10, 2016 г.	81	19,00 ± 0,80	0,570 ± 0,004	0,411 ± 0,006	М
10, 2015 г.	95	19,13 ± 0,55	0,576 ± 0,004	0,394 ± 0,005	М-Г?
10, 2009 г.	152	16,26 ± 0,48	0,552 ± 0,002	0,369 ± 0,003	Г
11	80	19,96 ± 0,78	0,584 ± 0,004	0,442 ± 0,006	М
12	76	20,62 ± 0,74	0,558 ± 0,004	0,414 ± 0,005	М
Оз. Мичиган	97	17,69 ± 0,40	0,533 ± 0,003	0,335 ± 0,003	Г

Материал и методы

Летом 2016 г. в ходе комплексной экспедиции на судне ИБВВ РАН «Академик Топчиев» был проведён мониторинг глубоководных местообитаний следующих водохранилищ Волжского каскада: Чебоксарского, Куйбышевского, Саратовского, Волгоградского. Были обследованы участки водоёмов с глубинами 25–33 м, а также станции с меньшей глубиной, для сравнения (табл. 1). Материал собирали с помощью донного траля, драги. У моллюсков *D. r. bugensis* (всего 850 особей) измеряли длину (L), высоту (H), выпуклость (W) раковин штангенциркулем с точностью до 0.1 мм. Рассчитывали габитуальные индексы H/L и W/L. Для каждой выбор-

ки рассчитывали средние значения. Достоверность различий между выборками по индексам оценивали с помощью однофакторного дисперсионного анализа и post-hoc теста Тьюки, $p < 0.05$. Для оценки уровня связи между признаками использовали коэффициент корреляции Пирсона. Принадлежность моллюсков к тому или иному экотипу определялась по морфологическим показателям согласно ранее опубликованным данным (Dermott and Munawar 1993; Pavlova 2012; Pavlova and Pryanichnikova 2016). Для сравнительного анализа были использованы пробы с глубоководной станции Чебоксарского водохранилища (10) за 2009 и 2015 гг., а также моллюски из оз. Мичиган — типичные представители морфы profunda (предоставленные Т. Налепой, NOAA).

Результаты

Морфологический анализ полученных проб моллюсков из четырёх водохранилищ показал, что средневыборочные значения индексов H/L и W/L варьировали в диапазонах 0,558–0,612 и 0,411–0,453, соответственно (табл. 2). Выявлена очень слабая корреляция значений индексов и глубины (–0,13 для H/L и –0,15 для W/L, $p < 0,05$). Полученные значения индексов соответствуют мелководному экотипу, так как для глубоководного характерны более низкие значения — см. данные для моллюсков из глубоководного участка Чебоксарского водохранилища за 2009 г. и из оз. Мичиган.

Интересно, что представители *D. r. bugensis* из Чебоксарского водохранилища, из местообитания, где в 2009 г. была обнаружена форма профунда (10), также являлись мелководными особями (средневыборочные значения индексов H/L и W/L составляли 0,570 и 0,411, соответственно). Отметим, что в 2015 г. для особей с этой станции показатель W/L был равен 0,395, т.е. имел промежуточное значение между значениями, характерными для мелководных и профундальных моллюсков. По средневыборочным значениям H/L и W/L представители *D. bugensis* с глубоководной станции Чебоксарского водохранилища в разные года достоверно различались ($p < 0,05$) (за исключением различий по H/L между 2015 и 2016 годами, $p = 0,4$).

Обсуждение

Ареал *D. r. bugensis* за последние тридцать лет существенно расширился. В процессе расселения инвазионный вид сталкивается с новыми условиями обитания, при этом происходит взаимодействие чужеродного вида и экосистемы-реципиента. Последствия вселения дрейссен для водных экосистем активно изучаются (Quagga and zebra mussels..., 2014). Гораздо меньше внимание уделяется проблеме адаптации инвазионного вида к новым условиям. В случае с *D. r. bugensis* мы наблюдаем возникновение внутривидовой дифференциации в процессе расселения. *D. r. bugensis* — эстуарный вид, исходный ареал которого был ограничен нижним течением Ингульца и Южного Буга и Днепро-Бугским лиманом. Глубоководный экотип *D. r. bugensis* появился только в результате проникновения вида в глубоководные участки водоёмов (в Североамериканские Великие озёра и Чебоксарское водохранилище). Это яркий случай адаптации экологически пластичного вида к условиям, с которыми он ранее не сталкивался.

Между представителями экотипа profunda из различных частей ареала наблюдаются экологические различия. Так, в оз. Мичиган эта морфа занимает обширные площади дна по всему озеру (Nalera et al., 2010). Усло-

вия обитания характеризуются почти полным отсутствием гидродинамики, низкими температурами, субстрат представлен мягкими илами. В Чебоксарском водохранилище район распространения морфы profunda ограничен самым глубоководным участком протяжённостью несколько сотен метров, условия в котором определяются деятельностью Новочебоксарской ГЭС. Здесь наблюдается высокая скорость течения, грунт представлен слегка заиленным песком, температуры слабо отличаются от поверхностных вследствие интенсивного перемешивания (Pavlova, 2012). Таким образом, условия обитания глубоководного экотипа *D. r. bugensis* в разных частях ареала существенно различаются, сходны лишь глубины. Это свидетельствует о его широкой экологической пластичности.

В ходе данной работы было выявлено, что местообитание в Чебоксарском водохранилище, где в 2009 г. был обнаружен глубоководный экотип, в настоящее время занято моллюсками, морфологически сходными с мелководным экотипом. Причина морфологической трансформации неясна. Пейер с соавторами показали, что в ходе морфогенеза *D. r. bugensis* существенную роль играет температура (Peyer et al., 2010). Выращивание при низкой температуре (6–8 °C) приводило к образованию у моллюсков морфотипа, приближающегося к таковому морфы profunda. И наоборот, в ходе выращивания при более высокой температуре (18–20 °C) получали моллюсков с мелководным обликом. Возможно, на глубоководных моллюсков Чебоксарского водохранилища повлияло аномально жаркое лето 2010 года. Так, в Рыбинском водохранилище численность взрослых моллюсков и велигеров снизилась в несколько раз (Пряничникова, 2013; Соколова, 2013). Можно предположить, что одним из эффектов воздействия повышенных температур было нарушение нормального морфогенеза глубоководного экотипа, что и проявилось спустя несколько лет в изменении облика моллюсков, обнаруженном нами. Скорее всего, вследствие роста среднегодовых температур, наблюдающегося в последние годы («глобального потепления»), условия для появления и нормального функционирования глубоководного экотипа в Волжском бассейне в ближайшее время не сложатся.

Таким образом, на настоящий момент глубоководный экотип *D. r. bugensis* в водохранилищах Волги отсутствует вследствие изменения условий обитания, причиной которых может быть «глобальное потепление».

Благодарности

Автор благодарит Д.Д. Павлова (ИБВВ РАН) за помощь в сборе материала. Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16–34–00640)

ЛИТЕРАТУРА

1. Bunnell D. B., Madenjian C. P., Holuszko J. D., Adams J. V., French III J. R. P. Expansion of *Dreissena* into offshore waters of Lake Michigan and potential impacts on fish populations // *J. Great Lakes Res.* — 2009. — V. 35 — P. 74–80.
2. Claxton W.T., Mackie G. L. Seasonal and depth variations in gametogenesis and spawning of *Dreissena polymorpha* and *Dreissena bugensis* in eastern Lake Erie // *Can. J. Zool.* — 1998. — V. 76 — P. 2010–2019.
3. Dermott R., Munawar M. Invasion of Lake Erie offshore sediments by *Dreissena*, and its ecological implications // *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* — 1993. — V. 50 — P. 2298–2304.
4. Nalepa T.F., Fanslow D. L., Pothoven S. A. Recent changes in density, biomass, recruitment, size structure, and nutritional state of *Dreissena* populations in southern Lake Michigan // *J. Great Lakes Res.* — 2010. — V. 36 — P. 5–19.
5. Pavlova V. First finding of deepwater profunda morph of quagga mussel *Dreissena bugensis* in the European part of its range // *Biol. Invasions.* — 2012. — V. 14 — № 3 — P. 509–514.
6. Peyer S.M., Hermanson J. C., Lee C. E. Developmental plasticity of shell morphology of quagga mussels from shallow and deep-water habitats of the Great Lakes // *J. Exp. Biol.* — 2010. — V. 213 — P. 2602–2609.
7. Quagga and zebra mussels: Biology, impacts, and control. Nalepa T. F., Schloesser D. (eds). Second Edition. Boca Raton: CRC Press, 2014. 775 p.
8. Turner E.H., Bootsma H. A., Lafrancois B. M. Dreissenid metabolism and ecosystem-scale effects as revealed by oxygen consumption. *J Great Lakes Res.* — 2015. — V. 41 — S3 — P. 27–37.
9. Дрейссена *Dreissena polymorpha* (Pall.) (Bivalvia, Dreissenidae): Систематика, экология, практическое значение. — М.: Наука, 1994. 240 с.
10. Павлов Д.Ф., Щербина Г.Х., Пряничникова Е.Г. Накопление некоторых тяжёлых металлов *Dreissena polymorpha* (Pallas) и *D. bugensis* (Andrusov) Рыбинского водохранилища и вопрос об их роли в самоочищении водоёма // В сб.: Дрейссениды: Эволюция, систематика, экология. Лекции и материалы докладов I-ой Международной школы-конференции. — Ярославль: Ярославский печатный двор, 2008. С. 106–110.
11. Павлова В.В., Пряничникова Е.Г. Эколого-морфологическая характеристика *Dreissena bugensis* Чебоксарского водохранилища (с описанием глубоководного экотипа) // *Российский журнал биологических инвазий.* — 2016. — № 2 — С. 116–127.
12. Пряничникова Е.Г. // В сб.: Дрейссениды: Эволюция, систематика, экология. Лекции и материалы II-ой Международной школы-конференции. — Ярославль: Канцлер, 2013. С. 91–94.
13. Соколова Е. А. Влияние аномально высокой температуры на численность велигеров дрейссен в планктоне Рыбинского водохранилища // В сб.: Дрейссениды: Эволюция, систематика, экология. Лекции и материалы II-ой Международной школы-конференции. — Ярославль: Канцлер, 2013. С. 102–105.

© Павлова Вера Валерьевна (verasm@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИДАРОВ И СОДАРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕКТОРА СКОРОСТИ ВЕТРА

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE USE OF LIDARS AND SODARS TO MEASURE THE WIND VELOCITY VECTOR

D. Vasiliev

Summary. Remote monitoring of the atmosphere, during which the parameters of air masses movement at distances up to 1 km are determined, is a very urgent task, since this information is in demand in many fields of science and technology, such as: aviation, environmental monitoring, meteorology, etc. the paper considers the means to remotely determine the parameters of air masses movement, their advantages and disadvantages. Based on this analysis, a forecast is made on the prospects for the development of monitoring tools based on different physical principles in terms of their wide application as mobile measuring instruments.

Keywords: remote measurement of the wind parameters, range, limitations.

Васильев Дмитрий Викторович

К.т.н., АО «Раменский приборостроительный завод»
vasiliev1969@yandex.ru

Аннотация. Дистанционный мониторинг атмосферы, в процессе которого определяются параметры движения воздушных масс на дистанциях до 1 км, является весьма актуальной задачей, поскольку эта информация является востребованной во многих областях науки и техники, таких как: авиационное сообщение, экологический мониторинг, метеорология и т.д. В работе рассматриваются средства, позволяющие дистанционно определять параметры движения воздушных масс, их преимущества и недостатки. На основе этого анализа делается прогноз по перспективам развития средств мониторинга, основанных на различных физических принципах с точки зрения их широкого применения в качестве мобильных средств измерения.

Ключевые слова: дистанционное измерение, параметры ветра, диапазон, ограничения.

Для дистанционного измерения параметров вектора применяются четыре метода зондирования [1, с. 44; 2, с. 21; 3, с. 42; 4, с. 109; 5, с. 148; 6, с. 222]: 1) акустический (содар); 2) радиоакустический (совместно содар и радиолокатор); 3) радиолокационный (радиолокатор); 4) лазерный (лидар). Первые три из них имеют значительные ограничения с точки зрения использования в малогабаритных мобильных средствах измерения параметров ветра на дистанциях до 1 км:

Акустический: 1) мертвая зона в ближней области; 2) измерение только вертикального профиля ветра; 3) сильная зависимость сигнала от турбулентных образований; 4) необходимость отсутствия внешних шумов (в т.ч. атмосферных осадков); 5) влияние акустического излучения на органы слуха; 6) размеры (до нескольких метров) и вес (до нескольких сот килограмм);

Радиоакустический

1. диапазон измерения скоростей ветра не превышает 10 м/с;
2. вредное воздействие радиоизлучения;
3. те же недостатки, что и у акустического метода.

Радиолокационный

Общие недостатки:

1. мертвая зона в ближней области;
2. не работает в ясную погоду, при малых турбулентностях и скоростях ветра;
3. вредное воздействие радиоизлучения.

Для диапазона 30 ÷ 60 МГц (MST-радар):

1. размеры антенн тысячи м²;
2. большая потребляемая мощность;
3. время накопления сигнала 0.3 ÷ 1 ч.;
4. погрешность измерения 3 ÷ 5 м/с.

Для диапазона 400 ÷ 550 МГц:

1. размеры антенн сотни м²;
2. высота мертвой зоны до 500 м. (помехи от наземных объектов);
3. от теле- и радиопомехи;
4. большая потребляемая мощность.

Для диапазона 900 ÷ 1300 МГц:

1. размеры антенны 3×3 м.;
2. высота мертвой зоны до 500 м. (помехи от наземных объектов);
3. большая потребляемая мощность.

Для области 35 ГГц: 1) значительная потребляемая мощность; 2) работоспособен только при сильных осадках, ветре, тумане.

Исходя из приведенных данных можно заключить, что радиолокационные и радиоакустические средства не применимы для создания мобильных средств дистанционного измерения параметров ветра.

Не смотря на перечисленные ограничения, на аэродромах для измерения вертикального профиля ветра применяют содары. Возможность использования техники содаров для создания мобильных средств определится сравнением их параметров с предъявленными требованиями и характеристикам лидаров.

Основные технические характеристики содаров:

1. Измерение вертикального профиля ветра.
2. Диапазон высот акустического зондирования от 20 до 200 ÷ 800 метров.
3. Минимальное разрешение в зависимости от длительности импульса 8 ÷ 55 метров.
4. Характерное разрешение по скорости 1.1 м/с при разрешении по дальности 17 метров. Оно определяется соотношением [1, с. 44]:

$$\Delta R \Delta V_{\text{в}} = \lambda C / 4$$

где $\Delta V_{\text{в}}$ — разрешение по скорости ветра, ΔR — разрешение по дальности, C — скорость звука (340 м/с), λ — длина волны.

Те взаимная связь разрешения по скорости и по дальности не позволяет одновременно выполнить оба требования.

К недостаткам содаров следует отнести то, что излучаемый сигнал (обычно в диапазоне 1 ÷ 10 кГц) слышим человеческим ухом и вызывает неприятные ощущения, поэтому содары рекомендуется использовать вне скоплений людей. Предельная высота зондирования сильно зависит от метеорологических условий во время измерений, снижается при наличии температурных инверсий в атмосферном пограничном слое, при сильной турбулентности и сильных ветрах. Измерения весьма чувствительны к посторонним звукам, поэтому измерения практически невозможно проводить при высоком уровне фоновых шумов и при наличии жидких осадков. Для изолирования от посторонних звуков вокруг содара создается довольно громоздкий поглощающий экран. Содары не применяются для зондирования на наклонных трассах.

Для обеспечения посадки летательных аппаратов на заключительном, наиболее аварийноопасном, участке глиссады необходимо, чтобы дистанционные средства позволяли производить измерения на наклонных трассах в диапазоне высот от единиц до сотен метров с минимальным разрешением на ближних дистанциях

не более метра для возможности определения наличия мало- и среднеразмерных турбулентных вихрей. При этом точность измерения составляющих воздушных потоков должна составлять не более 0.1 ÷ 0.2 м/с. Дистанционные измерители, размещаемые в зоне взлетно — посадочной полосы (площадки), должны быть малогабаритными и не создавать опасности быть задеваемыми при осуществлении движения. На основе анализа предъявленных требований выбор был сделан в пользу применения для этих целей непрерывных доплеровских лидаров, физические принципы работы которых могут обеспечить их выполнение.

Таким образом, основные требования, предъявляемые к непрерывному доплеровскому лидару, следующие:

1. Измерение вектора скорости ветра в любой точке траектории движения на заключительном этапе полета на дистанции до 1000 метров.
2. Минимальное разрешение по дальности: от 0.5 (на ближней дистанции) до 30 м (на максимальном удалении).
3. Разрешение по скорости: не более 0.2 м/с.
4. Габариты, не более: 0.5×0.5×0.5 метра.
5. Потребляемая мощность не более 200 Вт.

Учитывая уровень современного развития одночастотных лазерных источников излучения, приведенные требования вполне реализуемы.

Проведено моделирование формирования измерительного объема лидаром с рабочей длиной волны 1 мкм и радиусом антенной системы 50 мм. Получено распределение интенсивности рабочего сигнала на разностной частоте для фокусировки 50, 100, 300 и 500 м в зависимости от метеовидности (МДВ), которое определяется лидарным уравнением [4, с. 109]:

$$I^* = \frac{\beta_{\pi} e^{-2\alpha z}}{\left(1 - \frac{z}{F}\right)^2 + \frac{\lambda^2 z^2}{9.8596R^4}}$$

где: R — радиус апертуры антенны, F — дальность фокусировки, α — показатель ослабления излучения атмосферой, β_{π} — объемный коэффициент обратного рассеяния, z — координата вдоль оси зондирующего луча.

Полученные результаты (рис. 1) позволяют сделать вывод, что лидар с антенной радиусом 50 мм обеспечивает необходимую локализацию измерительного объема в зоне локации при дальности фокусировки: $F \leq \text{МДВ}$ для $\text{МДВ} \geq 100$ м; для $\text{МДВ} \leq 100$ м, локализация измерительного объема обеспечивается для фокусировки до дальностей, превышающих МДВ.

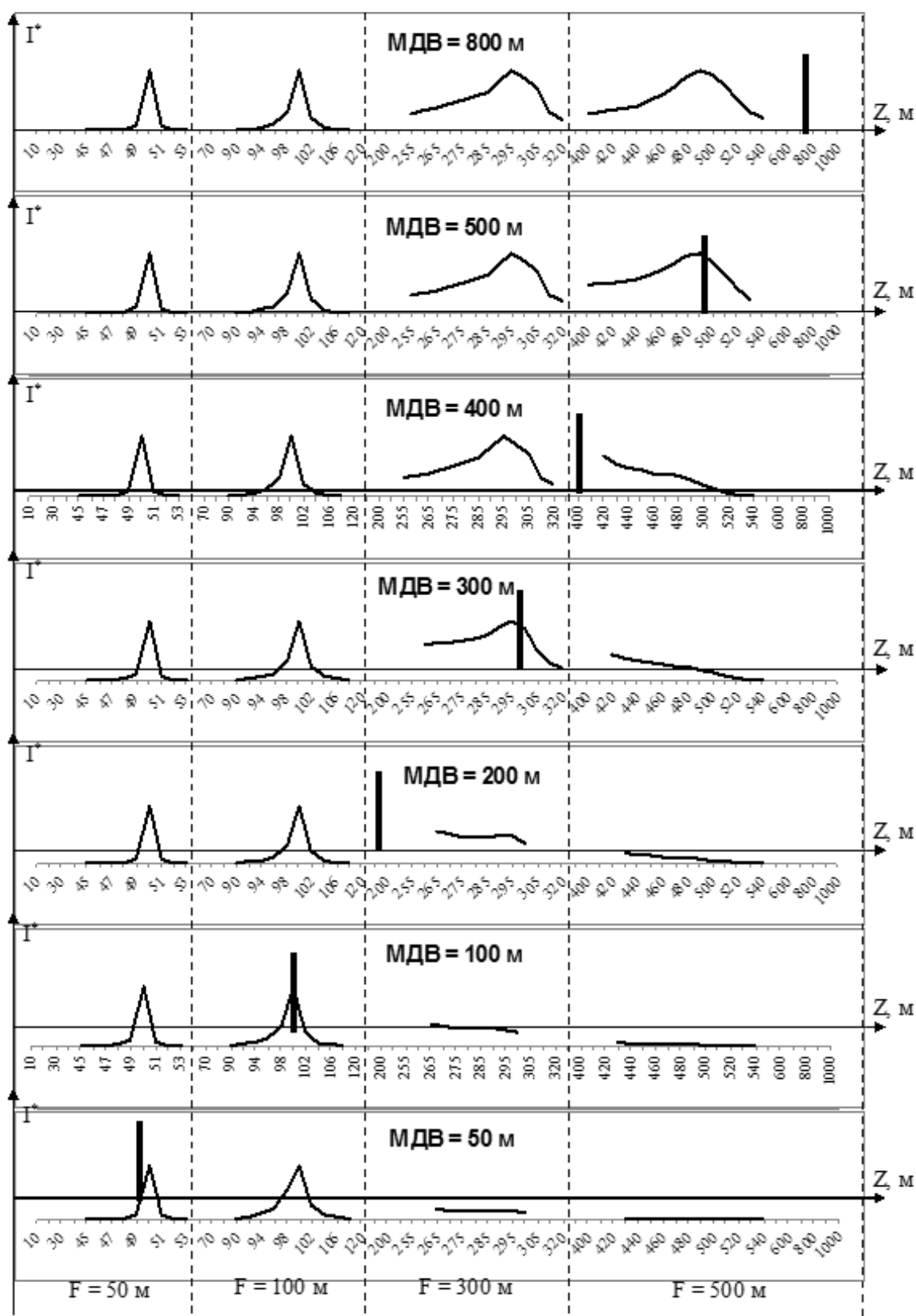


Рис. 1. Формирование непрерывным лидаром измерительного объема для различных МДВ и дальности фокусировки

Характерный спектр рабочего сигнала лидара на разностной частоте, полученный при натурном лоцировании воздушного потока, позволяющий определять параметры ветра с точностью не хуже 200 кГц (0.1 м/с) представлен на рисунке 2.

Выводы

Таким образом, можно сделать вывод, что непрерывный лидар позволяет проводить измерения параметров ветра на дистанции до 1000 метров в широком диапазоне МДВ. В случае снижения МДВ, значения параметров ветра могут быть получены с меньшей дальности путем перефокусировки антенной системы. Это свойство непрерывного лидара позволяет применять его для решения поставленных задач измерения параметров ветра в зоне движения. Полученные теоретически параметры формирования измерительного объема подтверждены результатами натурного эксперимента. Это позволяет сделать вывод, что техника непрерывного доплеровского лидара в наибольшей степени подходит для создания малогабаритных мобильных средств дистанционного измерения параметров ветра.

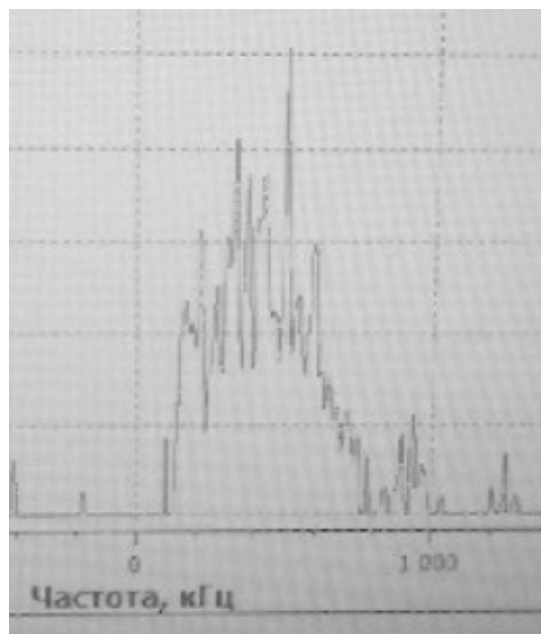


Рис. 2. Спектр рабочего сигнала непрерывного доплеровского лидара на разностной частоте

ЛИТЕРАТУРА

1. Горелик А.Г., Стерлядкин В. В., Щукин Г. Г. Обзор методов и средств ветрового зондирования атмосферы // III Всероссийские Армадовские чтения: молодежная школа — Муром: Изд. — Полиграфический центр МИ ВлГУ, 2013.
2. Андреев М.А., Васильев Д. Н., Пенкин М. С., Смоленцев С. А., Борейшо А. С., Клочков Д. В., Коняев М. А., Орлов А. Е., Чугреев А. П. Когерентные доплеровские лидары для мониторинга ветровой обстановки // Фотоника. 2014. т. 48. № 6.
3. Ахметьянов В.Р., Васильев Д. Н., Клочков Д. В., Коняев М. А., Пенкин М. С., Орлов А. Е. и др. Лидарный доплеровский профилометр для измерения параметров ветра в составе наземного комплекса метеорологического обеспечения авионавигации // Авиакосмическое приборостроение, 2013. № 9.
4. Брикенштейн В.Х., Погосов Г. А. Когерентные доплеровские лидары. Вопросы теории. // Научно — технический сборник НИИАО, 1988. № 2 (10).
5. Коняев М.А., Савин А. В., Доплеровские метеолидары для систем обеспечения вихревой безопасности полетов // Метеоспектр, 2008. № 1.
6. Красненко Н.П., Шаманаева Л. Г. Сodarные измерения ветровых и турбулентных характеристик атмосферы // XI Сибирское совещание по климату — экологическому мониторингу. Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН. Томск, 2015.

© Васильев Дмитрий Викторович (vasiliev1969@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ТОНКОПЛЕНОЧНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ДАТЧИКА ДЛЯ УСТРОЙСТВ ОПТОГЕНЕТИКИ

DEVELOPMENT OF THIN FILM TEMPERATURE SENSOR FOR OPTOGENETIC DEVICES

N. Shusharina
G. Kamyshov
V. Sapunov
A. Grunin
P. Prokopovich
M. Patrushev

Summary. This article devoted to description of design and manufacturing of thin layer temperature sensor for optogenetic devices. There is described complete technological process and analysis of data, collected during work.

Keywords: optogenetics, deposition, thin films, temperature sensor.

Шушарина Наталья Николаевна
К.п.н., доцент, Институт живых систем БФУ
им. И. Канта
nnshusharina@gmail.com

Камышов Глеб Владимирович
Институт живых систем БФУ им. И. Канта
gv.kamyshov@mail.ru

Сапунов Виктор Викторович
Аспирант, Институт живых систем БФУ им. И. Канта
wallowind@gmail.com

Грунин Алексей Игоревич
К.ф.-м.н., инженер НОЦ «Функциональные
наноматериалы», БФУ им. И. Канта
agrunin@innopark.kantiana.ru

Прокопович Павел Аликович
Заместитель директора инжинирингового центра,
БФУ им. И. Канта
pprokopovich@innopark.kantiana.ru

Патрушев Максим Владимирович
К.б.н., доцент, Институт живых систем БФУ им.
И. Канта (Калининград)
maxpatrushev@gmail.com

Аннотация. В настоящей статье описывается процесс создания тонкопленочного температурного датчика для устройств оптогенетики. Приводится описание полного технологического процесса и анализ данных полученных в ходе проведенных работ.

Ключевые слова: оптогенетика, напыление, тонкие пленки, температурный датчик.

Введение

Технологии оптогенетики на сегодняшний день являются лидирующим источником поставки новейшей информации о межклеточной коммуникации и специфичности отдельных функциональных единиц нервной ткани. В их основе лежит использование известной генетической информации о специфической функции, выполняемой ограниченной группой клеток, с целью воздействия именно на эту целевую группу заданным образом. В общем случае светочувствительный белок экспрессируется определенными клетками и встраивается в их наружную мембрану, при попадании света он меняет свою конформацию таким образом, что образуется ионный канал посредством изменения разности потенциалов на мембране, вследствие чего активность клетки активируется или ингибируется. Поскольку активация воздействия регулируется светом определенного спектра, в ряде задач оптогенетика расширяет

диапазон возможностей классических электрофизиологических методов, обеспечивая гибкое целевое воздействие на клетку [1].

Для передачи активационных сигналов используются имплантированные проникающих электроды или оптоволокно, соединенные с внешним электронным контролером или источником света. В настоящее время наиболее широко применяются проводные имплантируемые полупроводниковые устройства, однако, особенно ценными являются беспроводные устройства, поскольку позволяют производить исследования на свободно перемещающихся животных в естественных условиях.

Современные опытные образцы устройств для оптогенетики это беспроводные имплантируемые многокомпонентные оптоэлектронные системы, имеющие размеры сравнимые с клетками и обладающие возможностью

контролировать поведение подопытных животных [2]. Однако даже в самых совершенных прототипах направленная интеграция в биологическую систему сопровождается проблемами, связанными с повреждением ткани при введении зонда, постоянном раздражении, а также инженерными сложностями — поддержания оптимальных температурных параметров зонда, инкапсуляции, размерностью соединений и внешнего модуля для обеспечения беспроводного контроля, доставкой электропитания.

В настоящей работе была предпринята попытка решения задачи определения и поддержания оптимальных температурных параметров имплантируемого зонда. Для этого был разработан и сконструирован тонкопленочный датчик температуры, формируемый средствами фотолитографии и вакуумного напыления, чьи миниатюрные размеры позволят использовать его в составе беспроводных многослойных систем для оптогенетики.

Материалы и методы

Определение параметров датчика (материалы)

Критическая оценка конструкции классических подходов к реализации тонкопленочных температурных датчиков показала наличие трех основных моментов, которые необходимо учитывать при создании подобных устройств: тип материала, форма и толщина датчика, а также способ напыления на подложку.

Принцип действия тонкопленочного термометра основан на зависимости электрического сопротивления металлов, сплавов и полупроводниковых материалов от температуры и может описываться, например, уравнением Каллендара-Ван Дьюзена [3]. Наиболее часто в качестве материала применяется платина, так как она имеет стабильную и хорошо изученную терморезистивную зависимость, а также хорошую химическую стойкость к окислению, что обеспечивает хорошую воспроизводимость результатов. Платиновые термометры сопротивления, изготовленные путем вакуумного напыления на подложку тонкой пленки металла, также обладают повышенной вибропрочностью, хоть и несколько меньшим рабочим диапазоном температур по сравнению с не тонкопленочными устройствами [4]. Принимая во внимания преимущества платинового термосопротивления: высокая точность измерений, высокая стабильность измерений, компактность и технологичность изготовления, благодаря возможности тонкопленочного исполнения методом вакуумного напыления, а также химическая и биологическая инертность, — выбор был сделан в пользу **платины**.

Толщина тонкопленочного датчика определяет его электрофизические характеристики и возможность использования в составе миниатюрных устройств для оптогенетики. Известно, что платиновые тонкие пленки проявляют особенности кластерного роста, не образуя сплошной слой при достаточно больших толщинах (в некоторых условиях до 50 нм). Подобный островковый рост приводит к тому, что полученное покрытие будет иметь неудовлетворительные механические и электрофизические параметры в силу своей неоднородности, а так как любые неравномерности, несплошности или градиент по толщине сделают невозможным расчет электрофизических характеристик датчика, было принято решение об ограничении предельной толщины значением в **15 нм**.

При заданной толщине форма покрытия будет определять основные электрофизические параметры, включая полное сопротивление терморезистивного элемента. Процедура измерения сопротивления связана с пропусканием тока через терморезистивное покрытие, что неизбежно приводит к самонагреву из-за выделения джоулева тепла. При этом с одной стороны, самонагрев растет квадратично с увеличением сопротивления, а с другой — повышение полного сопротивления повышает точность проводимых температурных измерений. Компромиссным решением стал выбор **змеевидной** формы дорожки, что позволило минимизировать локальность нагрева окружающих тканей при одновременном сохранении большой величины сопротивления.

Существуют различные техники напыления, потенциально пригодные для изготовления тонкопленочного температурного датчика [5]. Однако наиболее подходящими методами являются молекулярно-лучевая эпитаксия и импульсное лазерное осаждение (ИЛО), дающие схожие результаты с точки зрения контроля толщины и качества получаемых пленок. При этом, ИЛО является более приемлемым за счет своей простоты, отсутствия необходимости изготовления специальных мишеней и более низкого расхода материала. Учитывая основные требования к равномерности толщины, сплошности и чистоты осаждаемой платины, был выбран метод **импульсного лазерного осаждения**.

Изготовление датчика (методы)

Для синтеза тонких пленок платины использовался высоковакуумный комплекс импульсного лазерного осаждения и магнетронного распыления Smart NanoTool PLD-1 [6]. К подложкам, используемым для осаждения пленок, предъявлялись следующие требования: биосовместимость и возможность получения пленок с хорошей адгезией.

В качестве подложек были выбраны пластины термически окисленного кремния. Это было сделано по двум причинам: во-первых, аморфный слой SiO_2 с малой шероховатостью на поверхности подложки оказывает наименьшее влияние на физические и химические свойства образцов; во-вторых, кремний и оксид кремния являются биоинертными материалами. В качестве возможных методов задания формы элемента сопротивления были проверены несколько вариантов, отличающихся материалом маски: полимерная маска из стиренакрилового полимера и металлические маски из алюминия и железа.

Формирование тонкой пленки проводилось поэтапно:

1. Предварительная подготовка подложек.

Очистка подложки осуществлялась в ультразвуковой ванне смесью изопропилового спирта и ацетона. После удаления остатков спирта и ацетона на подложку наносилась маска. В случае металлической маски, она закреплялась механически непосредственно на подложке. Для нанесения маски из стиренакрилового полимера подложка предварительно нагревалась до температуры 180°C .

2. Загрузка подложек в комплекс.

В загрузочную камеру напускался азот до выравнивания давления в камере с атмосферным. Подготовленные на предыдущем этапе подложки закреплялись на держателе образцов. Предварительная камера откачивалась до уровня вакуума не менее $5 \cdot 10^{-7}$ Торр с использованием форвакуумного и турбомолекулярного насосов. С помощью магнитного штока подложки закреплялись в системе крепления мишеней основной камеры.

3. Установка рабочих параметров ИЛО.

Для осаждения платины на подложках использовался лазер LS-2136 с настройками, которые варьировались для получения различных образцов: длина волны 532 нм, энергия накачки от 16 до 18 Дж, задержка 110 мкс, частота повторения импульсов от 10 до 50 Гц.

4. Процесс роста пленки.

Перед запуском процесса напыления включалось вращение образца, для получения равномерного слоя на всей поверхности подложки. После этого запускался процесс ИЛО. При правильном выборе параметров эксперимент полностью автономен и не требует участия оператора.

5. Извлечение подложек и постобработка.

После завершения процесса ИЛО производилось извлечение готового образца из камеры роста в предварительную камеру и напуск предварительной камеры уже описанным ранее способом. При использовании полимерной маски её остатки смывались ацетоном ОСЧ.

Результаты

В ходе экспериментов был получен ряд синтезированных экспериментальных образцов, отличающихся по различным параметрам. Основной целью изготовления разных образцов был поиск технологического процесса, который позволил бы получить тонкопленочный температурный датчик, обладающий наилучшими характеристиками. Всего было изготовлено семь образцов:

1. Образец № 3089 — полимерная маска;
2. Образец № 3090 — полимерная маска, вдвое большее число импульсов (100000 против 50000);
3. Образец № 3147 — механическая маска;
4. Образец № 3155 — механическая маска из нержавеющей стали, меньшее число импульсов (20000 против 75000);
5. Образец № 3157 — механическая маска из нержавеющей стали, изготовленная методом электроэрозии, 75000 импульсов;
6. Образец № 3162 — с защитным слоем SiO_2 ;
7. Образец № 3165 — с защитным слоем SiO_2 , на порядок большее число импульсов (120000 против 12000)

Прежде всего, было обнаружено, что изготовление маски сложной формы из тонкой алюминиевой фольги можно считать нецелесообразным ввиду малой жесткости, сложности изготовления и возможности теневого осаждения под маску. Дальнейшие исследования включали в себя проверку наличия дефектов и неоднородностей, химического состава покрытия и вольтамперных характеристик (ВАХ) термосопротивления.

У образца № 3089 наблюдались проблемы с ВАХ, выражающиеся в плавающей нелинейности для различных значений напряжения и нестабильность измерений вблизи нуля, кроме того на поверхности покрытия присутствовало большое число дефектов. Образец № 3090, имеющий вдвое большую толщину (24 нм против 12 нм) имел стабильную линейную ВАХ для всех значений напряжения, однако сохранил проблему дефектов поверхности покрытия.

Образцы № 3147 и № 3155 обладали конформным платиновым покрытием без дефектов и качественными ВАХ. Однако, в них наблюдались неравномерности ширины платиновой дорожки, возникшие из-за использо-

вания составной механической маски. Решить данную проблему позволило использование механических масок, изготовленных методом электроэрозионной обработки. Такая маска использовалась для формирования образца № 3157.

Наконец, образцы № 3162 и № 3165 продемонстрировали эффективность формирования защитной пленки оксида кремния методом ИЛО. Использование кремниевой мишени при распылении в атмосфере кислорода позволило получить защитную плёнку достаточного качества.

Заключение (Discussion)

Характеристики прототипов тонкопленочных температурных датчиков, созданных в рамках исследований, описанных в настоящей статье, удовлетворяют основным требованиям, предъявляемым к подобным устройствам и подходят для использования в составе беспроводных многослойных систем для оптогенетики. Их тонкопленочная конструкция может быть эффективно использована в структуре существующих устройств, а высокая точность измерений температуры и надлежащее теплораспределение платиновой подложки обеспечивают определение и поддержание оптимальных температурных параметров имплантируемого зонда.

В ходе экспериментов был получен ряд сведений, которые могут быть использованы при выборе и отладке технологических процессов для изготовления тонкопленочных температурных датчиков методом ИЛО:

- ◆ Данные исследования образцов № 3089 и № 3090 показали, что формирование терморезистивного слоя платины при помощи полимерной маски неприемлемо для решения поставленных задач;
- ◆ Создание резистивных слоев сложных форм с использованием составной механической маски сопряжено с технологическими трудностями, либо невозможно. Ввиду этого, можно сделать вывод о неприменимости составных металлических масок для создания резистивного слоя температурного датчика.
- ◆ Защитная пленка из оксида кремния обладает достаточно высоким качеством и может быть эффективно получена с помощью метода ИЛО.
- ◆ Наилучшим способом задания требуемой формы элемента сопротивления будет использование металлических масок, изготовленных при помощи электроэрозионной обработки.

Полученные результаты и сконструированные прототипы тонкопленочных температурных датчиков будут использоваться в дальнейших работах, направленных на улучшение технических и качественных характеристик устройств для оптогенетики. Проведенные исследования оставили некоторые вопросы, касающиеся точности измерений температуры изготовленных прототипов в составе реальных устройств, а также ряд инженерных задач, касающихся принципов интеграции датчика в состав многослойной системы для оптогенетики. Эти проблемы также будут решены в ходе дальнейших работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fenno L., Yizhar O., Deisseroth K. The development and application of optogenetics //Annual review of neuroscience. — 2011. — Т. 34.
2. Kim T. et al. Injectable, cellular-scale optoelectronics with applications for wireless optogenetics //Science. — 2013. — Т. 340. — №. 6129. — С. 211–216.
3. Lacy F. « 2 Thin Film Resistance Temperature Detectors //Smart Sensors for Industrial Applications. — 2017. — С. 195.
4. Korvink J., Paul O. MEMS: A practical guide of design, analysis, and applications. — Springer Science & Business Media, 2010.
5. Kern W. Thin film processes II. — Academic press, 2012. — Т. 2.
6. <https://www.svta.com/pulsed-laser-deposition-systems.html> [дата обращения: 01.02.2018]

© Шушарина Наталья Николаевна (nnshusharina@gmail.com), Камышов Глеб Владимирович (gv.kamyshov@mail.ru), Сапунов Виктор Викторович (wallowind@gmail.com), Грунин Алексей Игоревич (agrunin@innopark.kantiana.ru), Прокопович Павел Аликович (pprokopovich@innopark.kantiana.ru), Патрушев Максим Владимирович (maxpatrushev@gmail.com).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ВОЕННОЙ СВЯЗИ

FEATURES OF MILITARY COMMUNICATION

D. Xenofontov

Summary. The article shows the significant role of processing of information streams and communication channels (links) during the implementation of the concepts of fighting. The classification of genera and species relationships in terms of the spectrum of hostilities and the landscape. Formulated requirements for military communication that determine the quality of information flows: efficiency (timeliness), accuracy, noise immunity, reliability, stealth, combat readiness, survivability, mobility, throughput, resizewidget.

Keywords: information flows, communication channels, kinds and types of communication, fighting.

Ксенофонтов Дмитрий Анатольевич

Старший преподаватель, соискатель, Военная академия связи имени Маршала Советского

Союза С. М. Буденного

Xenofontov-dm@mail.ru

Аннотация. В статье показана значительная роль обработки информационных потоков и каналов коммуникаций (связи) при реализации концепций боевых действий. Проведена классификация родов и видов связи в условиях спектра боевых действий и реального ландшафта. Сформулированы требования к системам военной связи, определяющие качество информационных потоков: оперативность (своевременность), достоверность, помехоустойчивость, надежность, скрытность, боевая готовность, живучесть, мобильность, пропускная способность, разведзащищенность.

Ключевые слова: информационные потоки, каналы связи, рода и виды связи, боевые действия.

При реализации концепций боевых действий значительна роль обработки информационных потоков и каналов коммуникаций (связи).

Для осуществления связи в условиях боя и реального ландшафта применяются различные рода и виды связи.

Род связи — классификация военной связи по среде распространения сигналов и типу линейных средств. В таблице 1 приведены рода и виды военной связи [1].

Радиосвязь — род связи с использованием радиосредств, земных и ионосферных радиоволн. В тактиче-

ском звене этот род связи является ключевым для управления подразделениями в динамичной обстановке.

В радиорелейной связи используются радиорелейные средства в ультракоротковолновом диапазоне [2].

В тропосферной связи, аналогичной релейной, используется феномен ультракоротких волн в тропосфере.

В военных системах связи отмечается положительный тренд роли космической и спутниковой связи. Под космической связью понимается радиосвязь корреспондентов с общим сегментом распространения ра-

Таблица 1. Рода и виды связи

Военная связь	
Рода связи	Виды связи
радиосвязь	телефонная
радиорелейная	Видеотелефонная
тропосферная	телеграфная
спутниковая	Передача данных
Волоконно-оптическая	факсимильная
сигнальная	телевизионная
проводная	

Таблица 2. Требования к системам военной связи, определяющие качество информации

Требование	Описание	Критерий	Методы достижения
Оперативность (своевременность)	обмен информацией в сроки, адекватные управлению.	вероятность полной доставки сообщения адресату при заданном времени.	
Достоверность связи	воспроизведение сообщений в пунктах приема с заданной точностью.	вероятность правильного приема код/комбинаций первичного кода, согласно переданным символам.	
Помехоустойчивость связи	способность приема/передачи сообщений при помехах.	критерий достоверности передачи сообщений.	
Надежность	способность передачи сообщений, сохраняя в промежутке времени значение свойств (достоверность) в заданном диапазоне.	характеристики надежности: вероятность отказа в заданном интервале времени, время наработки на отказ.	
Скрытность связи	способность противостоять раскрытию информации.	минимизация мощности ПРД; направленность антенны;	уменьшение времени передачи; увеличение времени между сеансами; соблюдение правил радиосообщения.
Боевая готовность системы связи	степень способности системы связи немедленно приступить к обеспечению управления войсками и оружием в любых условиях.	время перевода ее с мирного на военное положение в более высокую степень боевой готовности. «Время перевода системы связи» - необходимо частям связи для выполнения мер по изменению структуры системы согласно обстановке.	достижение упреждающей готовности систем связи к управлению войсками по отношению к готовности органов управления, войск и оружия. 4 степени боевой готовности: Постоянная, Повышенная, Военной опасности, Полная.
Живучесть	способность управления войсками и оружием при воздействии оружия противника.		
Мобильность системы связи	способность системы связи в установленные сроки развертываться, свертываться, перемещаться и изменять структуру построения в соответствии с обстановкой.		правильное уяснение и передача поставленных задач; совершенствование тактики частей связи по развертыванию и свертыванию узлов, станций и линий связи; содержание в исправном состоянии средств подвижности, способность к действию в любое время и любых условиях; применение средств механизации; устойчивое управление.
Пропускная способность системы связи	возможность передачи заданных потоков сообщений в единицу времени.	пропускная способность направлений связи, то есть максимальное число сообщений, передаваемых на направлениях связи за определенный период времени при заданной своевременности, достоверности и безопасности передачи. Необходимая пропускная способность системы связи (в час наибольшей нагрузки — ЧНН) имеет время прохождения сообщений, циркулирующих на направлениях связи, не более установленных сроков.	оптимизация инфраструктуры системы связи; ее эффективное использование; оперативность коммутации каналов; нормирование информации (длительность переговоров); приоритет срочности; уменьшение времени обработки; внедрение средств автоматизации передачи; мониторинг сроков передачи; умелое использование средств связи в АРМ состава; компетентность персонала узлов связи; создание на узлах связи и в шифроорганах пунктов для передачи криптограмм по коммутируемым каналам.
Разведзащищенность	способность противостоять разведке противнике, особенно, радиоразведке, которая в реальном времени идентифицирует радиоизлучающие средства, линии и узлы связи.	показатели разведзащищенности- время вскрытия системы связи и время вскрытия УС ПУ.	оптимизация работы средств управления и связи; реализация мер по защите; сохранение в тайне мер по организации связи; применение аппаратуры быстрого действия и засекречивания; контроль работы средств связи и других мер маскировки, требований СУВ (скрытого управления войсками), а также пресечение нарушений.

диоволн вне ионосферы. Спутниковая связь — частный случай космической связи при наличии ретранслятора.

Проводная связь реализуется по проводам с передачей сигнала по кабелю. Ее средства обеспечивают высокое качество каналов, скрытность по сравнению с радиосвязью, помехоустойчивость.

Волоконно-оптическая связь предполагает преобразование электрических сигналов в оптические.

В зависимости от способа представления сообщений различают виды военной связи.

Сигнальная связь реализуется посредством зрительных и звуковых сигналов. Телеграфную, факсимильную связь и передачу данных объединяют понятием «документальная связь».

Телефонная связь основана на передаче (приеме) речевой информации. В зависимости от аппаратуры бывает открытой, маскированной, засекреченной временной или гарантированной стойкости.

Телеграфная связь предполагает обмен телеграммами. Помимо этого она предназначена для передачи документов в виде шифрограмм, кодограмм.

Факсимильная связь предназначена для обмена информации в виде документов.

Передача данных связана с обменом информацией между АРМ. Под данными подразумевается информация, пригодная для автоматической обработки.

Видеотелефонная связь обеспечивает ведение переговоров с одновременной передачей подвижных изображений. Телевизионная связь обеспечивает передачу боевой обстановки и других событий в реальном времени.

Для эффективности системы управления войсками к управлению предъявляются следующие требования: устойчивость, непрерывность, оперативность и скрытность [3].

Эти требования определяют ключевые характеристики технологии управления войсками и качество информационного процесса в системе управления, то есть качество связи [4]. Военная связь предназначена для обеспечения передачи сообщений между респондентами в оговоренный срок с минимальным искажением и адекватным уровнем скрытности содержащейся в них информации. Иначе говоря, к системе военной связи предъявляются требования: по своевременности, по достоверности, по безопасности.

Наличие требований к системе военной связи основано на теории эффективности, для оценки которой используется тот или иной показатель.

Показатель эффективности характеризует свойства объекта. Например: своевременность связи оценивается такими показателями как вероятность своевременной передачи сообщений и среднее время нахождения сообщения в канале связи.

Далее оценка эффективности связи проводится при расчете критерия достижения степени нужной эффективности.

Критерий эффективности является признаком, мерой оценки. Практика показывает, что порой экономически нецелесообразно ориентироваться на максимальное или минимальное значение критерия. Альтернативой служит установка оптимальной (целевой) величины требований к показателям.

Требование–количественный уровень значения показателя объекта, либо форма его соответствия поставленным целям.

К современным системам военной связи предъявляются следующие требования (см. табл. 2).

В целом, под эффективностью системы военной связи понимается ее свойство соответствовать цели функционирования — доставка конкретного вида и объема информации в заданное время на определенное расстояние без искажения.

В общем виде критерий эффективности системы военной связи определяется функционалом от совокупности критериев, задающих требования к ней:

$$F = F(k_1, \dots, k_n)$$

где k_i — критерий эффективности i - требования.

ВЫВОДЫ

Обоснована значимость информационных ресурсов в различных видах коммуникаций (связи).

Представлена типология видов связи с учетом среды распространения и средств связи.

Разработана классификация требований и критериев, определяющих качество информационных ресурсов в системах военной связи, и показана возможность формирования на их основе критерия эффективности в виде функционала от критериев требований к системе военной связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Системы связи: учебное пособие /С. И. Макаренко, В. И. Сапожников, Г. И. Захаренко, В. Е. Федосеев; под ред. С. И. Макаренко. — Воронеж, издание ВАИУ, 2011. — 285 с.
2. Нефедов, В. И. Основы радиоэлектроники и связи: учебник для вузов / В. И. Нефедов — М.: Высш. шк., 2002, — 510с.
3. Основы организации связи в частях и подразделениях общевойсковых соединений: учебник для вузов войск связи / под ред. В. В. Панкина — СПб.: Изд-во ВУС, 2002. — 320 с.
4. Ермишян А. Г. Теоретические основы построения систем военной связи в объединениях и соединениях. СПб, 2005.

© Ксенофонтов Дмитрий Анатольевич (Xenofontov-dm@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА РЕЗОНАНСНОЙ КОМПРЕССИИ ПРИ ПОДПОВЕРХНОСТНОМ ЗОНДИРОВАНИИ ЛОКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В УКРЫВАЮЩИХ СРЕДАХ

USING THE METHOD OF RESONANT COMPRESSION IN SUBSURFACE SENSING OF LOCAL OBJECTS IN SHELTERING ENVIRONMENTS

**E. Shoshin
O. Semenov**

Summary. The use of resonant compression increases the energy potential of radar subsurface probing. At meter and decimeter wavelengths increase the energy potential in the 20–28 dB leads to a significant increase in the probing depth and improved contrast in radar images of the identified local objects in sheltering environments. Characteristics of probing signals generated by resonant compression allow you to use the effect of nonlinear scattering signals in the conduct of aerial reconnaissance.

Keywords: radar subsurface sounding, resonant compression, radar contrast, nonlinear scattering.

Шошин Евгений Леонидович

К.т.н., доцент,

Сургутский государственный университет

shoshinb@mail.ru

Семенов Олег Юрьевич

К.ф.-м.н., доцент,

Сургутский государственный университет

ous.tutor.phinma@mail.ru

Аннотация. Использование эффекта резонансной компрессии увеличивает энергетический потенциал радиолокаторов подповерхностного зондирования. В метровом и дециметровом диапазоне длин волн увеличение энергетического потенциала на 20–28 дБ приводит к существенному увеличению глубины зондирования и улучшению контраста в радиолокационных изображениях установленных локальных объектов в укрывающих средах. Характеристики зондирующих сигналов, сформированных методом резонансной компрессии, позволяют использовать эффект нелинейного рассеяния сигналов при ведении воздушной разведки.

Ключевые слова: радиолокатор подповерхностного зондирования, резонансная компрессия, радиолокационный контраст, нелинейное рассеяние.

Введение

Используемые в подповерхностной радиолокации методы ударного возбуждения передающих антенн [1] позволяют получить излученный сигнал в форме 1–2 периодов квазигармонических сигналов. Пиковая мощность излучаемых импульсных сигналов ограничена возможностями полупроводниковых приборов, входящих в состав формирователя, и в настоящее время не превышает 0,9...1,8 Вт при частоте следования в несколько килогерц [2]. Прохождение сверхширокополосных сигналов в подповерхностных средах сопровождается значительным затуханием, которое тем больше, чем больше влажность грунта и больше частота излучения. Энергетический потенциал промышленно выпускаемых георадаров в настоящее время не превышает 140 дБ, что не позволяет вести воздушную разведку и эффективно обнаруживать локальные объекты с высоты несколько сот метров [1,3].

В данной статье обсуждается возможность реализации метода резонансной компрессии при подповерхностном зондировании локальных объектов в укрывающих средах и использования механизма нелинейного рассеяния.

Формирование

и рассеяние излученных сигналов

Рассмотрим реализацию метода резонансной компрессии при подповерхностном зондировании почвогрунтов, согласно которому на вход резонансного компрессора поступают высокочастотные радиоимпульсы, вырабатываемые узкополосным СВЧ генератором, а с выхода компрессора снимают мощные наносекундные импульсы [4]. Преобразование импульсных радиосигналов компрессором осуществляется путем накопления электромагнитной энергии в высокодобротном резонаторе в течение времени

$$t_n = (3...5)t_p,$$

где $t_p = Q_H / \omega_0$ — постоянная времени резонатора, Q_H — нагруженная добротность резонатора, ω_0 — круговая резонансная частота) и последующим быстрым её выводом в нагрузку при изменении связи за время $t_B \ll t_p$. Это позволяет не только сократить длительность импульса, но и увеличить пиковую мощность. Коэффициент увеличения мощности M связан с отношением длительности импульса на входе $\tau_{вх}$ и на выходе $\tau_{вых}$ устройства компрессии соотношением

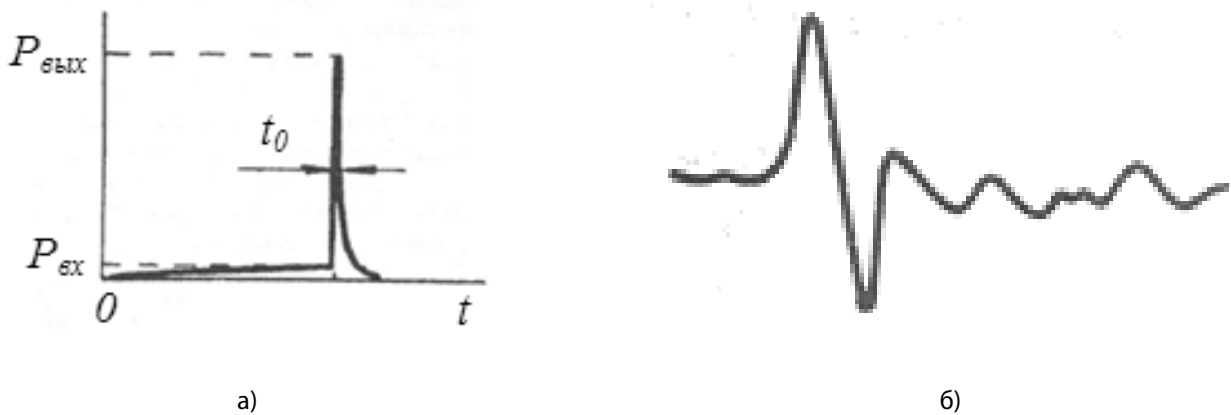


Рис. 1. Временная диаграмма зондирующего сигнала

$$M = \frac{P_{\text{вых}}}{P_{\text{вх}}} = \eta \frac{\tau_{\text{вх}}}{\tau_{\text{вых}}} \quad (1)$$

здесь $P_{\text{вх}}$ и $P_{\text{вых}}$ — соответственно мощности на входе и выходе компрессора, η — КПД преобразования энергии импульса поступающего на вход компрессора в энергию выходного импульса. Так, например, при поступлении от СВЧ генератора импульсов частотой 900 МГц, длительностью 1 мкс и пиковой мощностью в 1 кВт, на выходе резонансного компрессора будут получены радиоимпульсы той же частоты, длительностью 1,5–3 нс и пиковой мощностью в 100 кВт [5]. При этом, сформированные зондирующие сигналы в своем составе содержат сжатый импульс, предимпульсное и постимпульсное излучение (рис. 1а).

Форма и длительность сжатого импульса зависит от конструкции резонансного компрессора, и, как и при ударном возбуждении антенн, может соответствовать 1,5–2 периоду гармонического колебания (рис. 1б). Предимпульсное излучение возникает при передаче колебаний, формируемых СВЧ генератором, через резонансную систему компрессора в процессе накопления энергии, при этом, длительность предимпульса соответствует длительности импульса генератора СВЧ-колебаний и может составлять 50 нс–1 мкс. Амплитуда предимпульса в зависимости от типа используемого компрессора оказывается меньше амплитуды сжатого сигнала на 40–120 дБ. Постимпульсное излучение возникает после вывода запасенной энергии, при этом, длительность постимпульсного излучения составляет 20–300 нс, а максимальная амплитуда на 20–40 дБ меньше амплитуды сжатого импульса.

Эффект резонансной компрессии радиоимпульсов может быть реализован в метровом, дециметровом и сантиметровом диапазоне длин волн. Электрофизи-

ческие свойства укрывающих сред зависят от длины волны λ зондирующего сигнала, при этом, удельное поглощение радиоволны в песочном грунте составляет — 1000 дБ/м при $\lambda=2\dots3$ см, 50 дБ/м при $\lambda=20\dots25$ см, 10 дБ/м при $\lambda=1$ м [6]. Увеличение мощности зондирующего сигнала при резонансной компрессии в значительной степени компенсирует затухание сигнала в почвогрунтах, что приводит к увеличению глубины зондирования укрывающих сред в метровом и дециметровом диапазоне длин волн. Для иллюстрации качественных особенностей распространения сформированных методом резонансной компрессии сигналов в однородной изотропной среде, характеризуемой диэлектрической проницаемостью ε и проводимостью σ , рассмотрим одномерное приближение, пригодное для изучения плоских волн. В этом приближении распространение в среде волны напряженностью E может быть описано уравнением вида:

$$\nabla^2 E - \frac{\varepsilon}{A^2} \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} - \mu_0 \sigma \frac{\partial E}{\partial t} = 0. \quad (2)$$

Согласно (2) распространяющаяся в подповерхностной среде волна испытывает отражение только от тех участков подземной среды, в которых наблюдается пространственное изменение ее параметров: диэлектрической проницаемости ε , проводимости σ или обеих величин сразу. При распространении в подповерхностной среде сигнала, сформированного методом резонансной компрессии, форма сигнала, отраженного пластиковым объектом, будет повторять форму излученного сигнала при $\varepsilon_r > \varepsilon_l$ (ε_r — диэлектрическая проницаемость укрывающей среды, ε_l — диэлектрическая проницаемость локального объекта), что соответствует заглублению локального объекта в суглинок. (рис. 2а). При $\varepsilon_r < \varepsilon_l$ отраженный сигнал формируется в противофазе к зондирующему сигналу, как это происходит в диапазоне частот 600 МГц для пластиковых объектов, с материалом типа полиамид, заглубленных в сухой песок (рис. 2б).

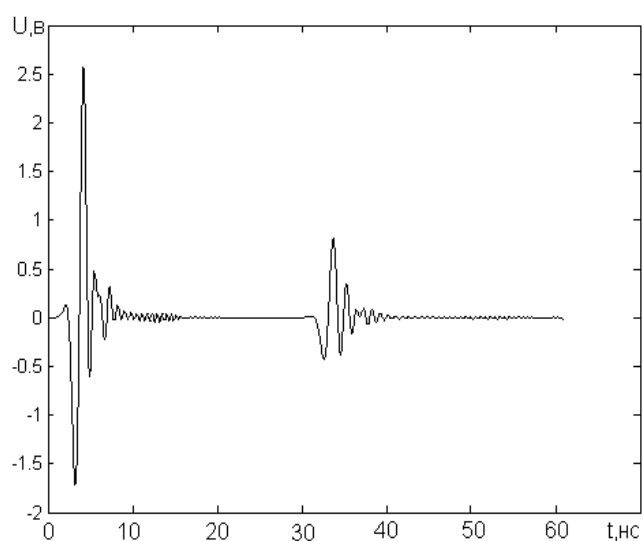
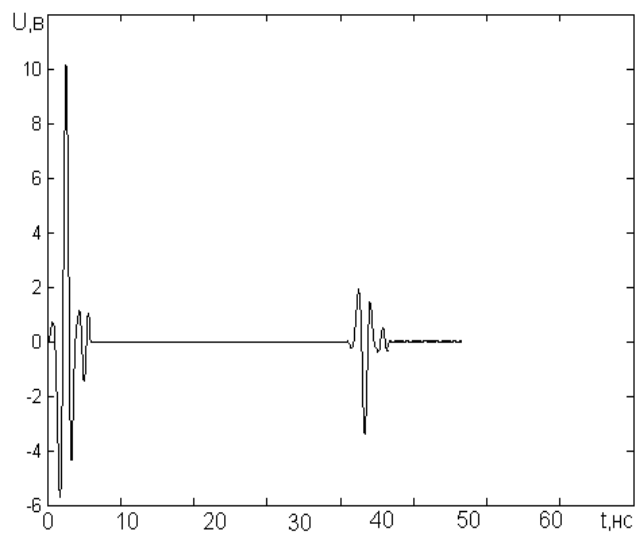
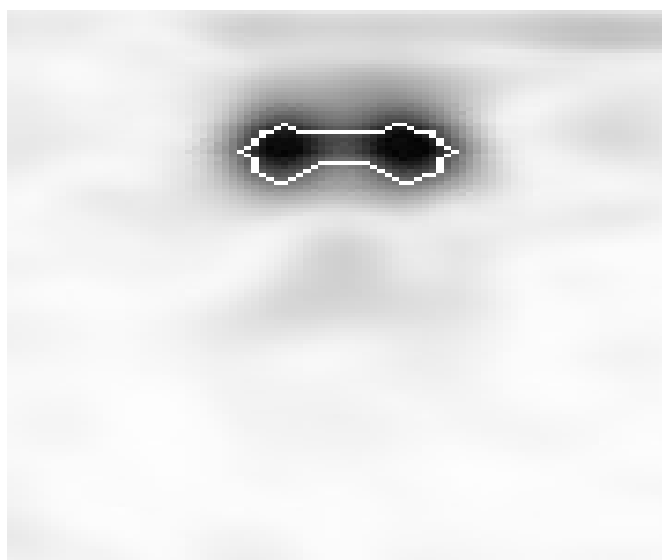
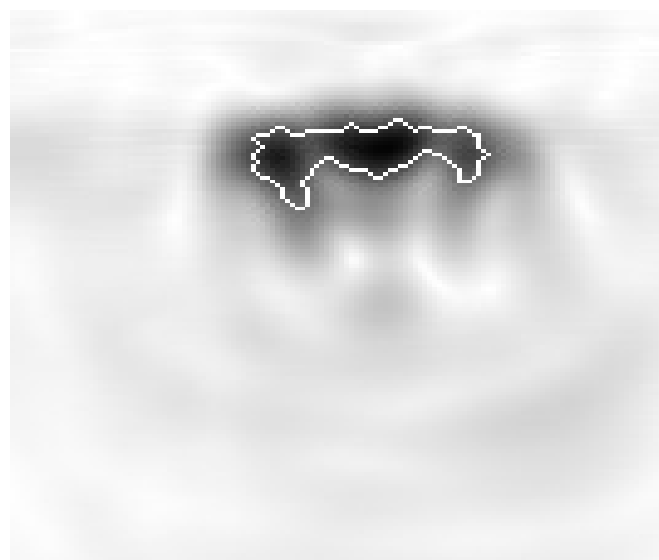
а) $\epsilon_{Г} = 9, \epsilon_{Д} = 3$ б) $\epsilon_{Г} = 4, \epsilon_{Д} = 8$

Рис. 2. Форма зондирующего и отраженного пластиковым объектом сигналов



а) пластиковый объект



б) металлический объект

Рис. 3. Радиолокационное изображение локальных объектов цилиндрической формы

Металлические объекты благодаря своей высокой электропроводности при заглублении в грунт формируют отраженный сигнал, синфазный излученному. Помимо этого, металлические объекты обладают хорошими отражающими свойствами. С целью сравнения энергетических характеристик рассеяния металлического и пластикового объектов близкого размера было проведено их экспериментальное радиолокационное обследование при заглублении в песок на 11 см. На рис. 3 приведены радарограммы объектов цилиндрической формы — пластикового диаметром 30 см (рис. 3а) и ме-

таллического диаметром 35 см (рис. 3б), полученные путем профилирования георадаром «ОКО» с поверхности укрывающей среды на центральной частоте 1700 МГц.

При обработке экспериментальных данных по формированию изображений были реализованы процедуры миграции, винеровской фильтрации, гамма-коррекции, сегментации и оконтуривания областей интереса. Анализ результатов свидетельствует о наличии выраженных центров рассеяния в изображениях объектов. Так для пластикового объекта наблюдается два центра

Таблица 1. Характеристики рассеяния локальных объектов

Объект	$\delta, \text{ м}^2$		
	ЦР 1	ЦР 2	ЦР 3
пластиковый	0,058	0,051	-
металлический	1,31	1,96	1,12

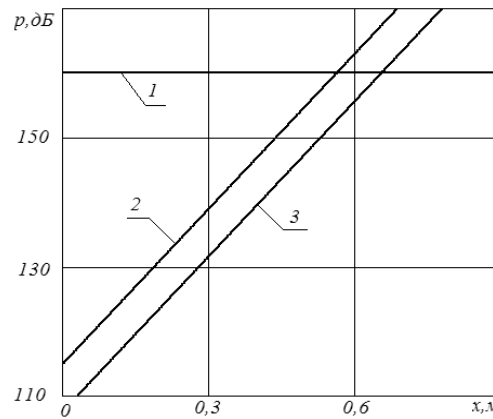


Рис. 4. Зависимость энергетического потенциала от глубины залегания объекта

рассеяния, а для металлического объекта три центра рассеяния. Это объясняется проведением измерений в ближней зоне действия георадара, в которой при профилировании объекта и формировании характеристик обратного рассеяния участвует не вся поверхность объекта, а лишь определенные фрагменты. При обработке радарограмм и реализации алгоритма синтеза апертуры антенны георадара увеличивается отношение сигнал/шум и формируются центры рассеяния (ЦР). В качестве количественной оценки характеристик рассеяния объектов использовалась эффективная поверхность рассеяния центра (ЭПРЦ) δ , которая определялась по формуле (3), где E_{Π} — уровень сигнала прямого прохождения с излучающей антенны, E_O — уровень отраженного центром рассеивания сигнала, ε — диэлектрическая проницаемость песка, R — глубина залегания объекта, S_A — эффективная апертура приемной антенны. Результаты расчета ЭПРЦ приведены в табл. 1 и свидетельствуют

о том, что пластиковые объекты обладают невысокой способностью к рассеянию падающих волн, что служит причиной к увеличению энергетического потенциала радиолокатора подповерхностного зондирования.

Энергетический потенциал радиолокационной системы с резонансной компрессией излученных сигналов

Энергетический потенциал радиолокационной системы при мощности узкополосного СВЧ передатчика

$P_{nep} = 1$ кВт и чувствительности приемника $P_{np} = 10^{-11}$ Вт составляет

$$p = \frac{P_{nep}}{P_{np}} = 140 \text{ дБ.}$$

$$\delta = \left[\frac{E_{\Pi} (1 - \varepsilon)}{4 E_O \sqrt{\varepsilon}} \right]^2 \frac{(4 \pi R^2)^2}{S_A} \quad (3)$$

$$p = 10 \log \left[\frac{64 \pi^3 (H + x/\sqrt{\varepsilon})^4}{G_{ПЕР} G_{ПП} \lambda \delta} \right] + 2 \Gamma x - 20 \log(1 - k^2) \quad (4)$$

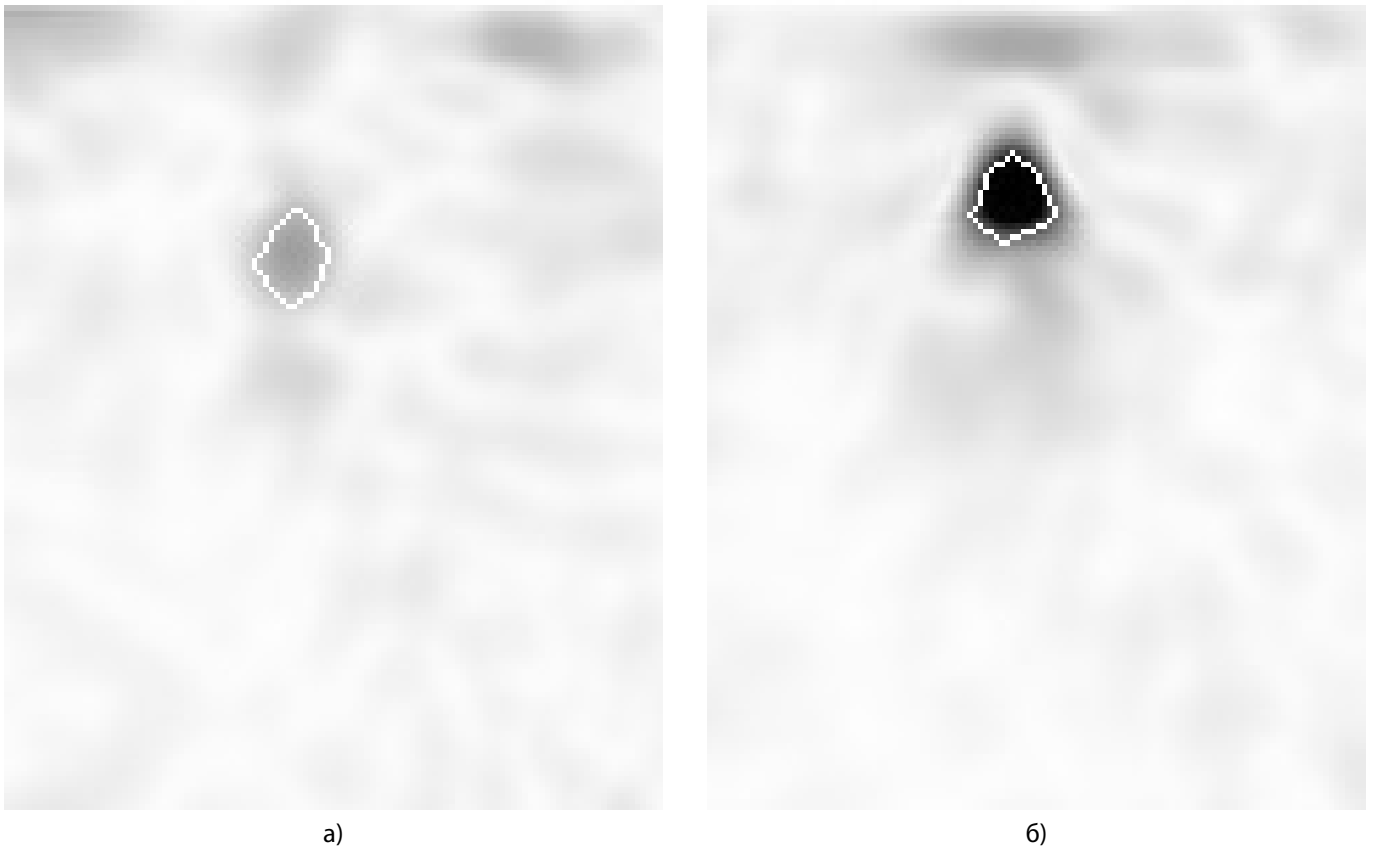


Рис. 5. Радиолокационное изображение пластикового объекта при различном энергетическом потенциале радиолокационной системы

Реализация резонансной компрессии излученного сигнала на несущей частоте в 900 МГц с коэффициентом усиления 100 увеличивает энергетический потенциал системы до 160 дБ.

Согласно [7] энергетический потенциал системы воздушного базирования, необходимый для зондирования подповерхностной среды на глубину x , может быть определен как (4) где H — высота полета, ε — диэлектрическая проницаемость подповерхностной среды, $G_{\text{ПЕР}}$ и $G_{\text{ПР}}$ — коэффициенты усиления передающей и приемной антенн, δ — ЭПР цели, Γ — погонное затухание в среде, k — коэффициент отражения сигнала от границы воздух-грунт. На рис. 4 приведен энергетический потенциал радиолокационной системы с резонансной компрессией излученных сигналов (кривая 1) и результаты расчета согласно (4) энергетического потенциала, необходимого для обнаружения объекта с $\delta = 1 \text{ м}^2$ в диапазоне частот 900 МГц при следующих допущениях: $H = 100 \text{ м}$, $\varepsilon = 4$ (песок), $\Gamma = 40 \text{ дБ/м}$, $k = 0,33$.

Результаты расчета свидетельствуют об увеличении глубины зондирования почвогрунтов для радиолокационной системы с реализованной в ней резонансной

компрессией излученных сигналов, при этом, диапазон глубин достигает 0,7 м для высоконаправленных антенн при $G_{\text{пер}} = G_{\text{пр}} = 7$ (кривая 2) и 0,55 м для слабонаправленных антенн при $G_{\text{пер}} = G_{\text{пр}} = 3$ (кривая 3). Для объектов, находящихся на глубине в 0,1–0,2 м, увеличение энергетического потенциала системы приводит к лучшему радиолокационному контрасту при построении изображений, что увеличивает вероятность обнаружения объектов. С целью проверки влияния энергетического потенциала подповерхностного радиолокатора на формирование радиолокационного контраста изображений объектов и их реконструкции было проведено экспериментальное радиолокационное обследование инженерного объекта, заглубленного в песок на глубину 12 см. На рис. 5 приведены радарограммы пластикового объекта цилиндрической формы диаметром 14 см, полученные георадаром «ОКО» путем профилирования с поверхности укрывающей среды на центральной частоте 1700 МГц в ходе зондирования антенной типа «бабочка» с коэффициентами усиления $G = 2$ (рис. 5а) и $G = 5$ (рис. 5б).

При обработке экспериментальных данных по формированию изображений были реализованы процеду-

ры миграции, винеровской фильтрации, сегментации и оконтуривания областей интереса. В качестве оценки радиолокационного контраста использовался параметр $q = S_1/S_2$, где S_1 — усредненный уровень сигнала в области интереса (объекта), S_2 — усредненный уровень сигнала в изображении, при этом, для изображения на рис. 5а радиолокационный контраст составил $q = 1.34$, а для изображения на рис. 5б — $q = 4.32$. Полученные результаты свидетельствуют об улучшении радиолокационного контраста для радиолокатора с более высоким энергетическим потенциалом, что является необходимым условием надежного обнаружения локальных объектов в укрывающих средах.

Нелинейное рассеяние сигналов при резонансной компрессии излученных сигналов

Для рукотворных радиолокационных объектов, содержащих в своем составе полупроводниковые элементы и коррозированные металлические поверхности, рассеянный сигнал содержит вторую и третью гармоники частоты излученного сигнала [8]. Для того, чтобы при облучении рукотворного объекта состоялось ярко выраженное нелинейное рассеяние необходимо обеспечить превышение длительности зондирующего сигнала над длительностью переходных процессов детектирования падающего на нелинейный радиолокационный объект электромагнитного поля. Согласно [9] для эффективного нелинейного рассеяния длительность зон-

дирующего сигнала должна превышать 10–20 нс, что превышает длительность сжатого импульса, сформированного по методу резонансной компрессии. Последнее означает, что механизм нелинейного рассеяния от рукотворного объекта будет определяться действием достаточно протяженных предимпульса и постимпульса, а с учетом различия их уровней (рис. 1), наибольший вклад в формирование нелинейного рассеянного сигнала обеспечивает постимпульс. Вводя в состав радиолокационной системы воздушного базирования канал приема, настроенный на вторую или третью гармонику частоты излученного сигнала, можно повысить эффективность обнаружения локальных объектов за счет частотно-селективного подавления сигналов от местных предметов.

Заключение

Таким образом, использование эффекта резонансной компрессии увеличивает энергетический потенциал радиолокаторов подповерхностного зондирования. В метровом и дециметровом диапазоне длин волн увеличение энергетического потенциала на 20–28 дБ приводит к существенному увеличению глубины зондирования и улучшению контраста в радиолокационных изображениях установленных локальных объектов в укрывающих средах. Характеристики зондирующих сигналов, сформированных методом резонансной компрессии, позволяют использовать эффект нелинейного рассеяния сигналов при ведении воздушной разведки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вопросы подповерхностной радиолокации. Коллективная монография/под ред. А.Ю.Гринева. -М.: Радиотехника, 2005.-416с.
2. Белкин В. С., Шульженко Г. И. Формирователи высоковольтных наносекундных импульсов с низковольтным питанием//Приборы и техника эксперимента, 1994, № 4, с. 68–72.
3. Дикарев В. И., Заренков В. А., Заренков Д. В. Методы и средства обнаружения объектов в укрывающих средах/под ред. Заренкова В. А.. — СПб.: Наука и техника, 2004.-280с.
4. Диденко А. Н., Юшков Ю. Г. Мощные СВЧ-импульсы наносекундной длительности. М.: Энергоатомиздат, 1984 г., с. 68
5. Диденко А. Н., Новиков С. А., Разин С. В., Чумерин П. Ю., Юшков Ю. Г. Формирование мощных сверхширокополосных радиосигналов при последовательной временной компрессии СВЧ энергии // Доклады АН СССР. — 1991.-Т. 321, № 3. С. 518–520.
6. Николаев А. В. Влияние укрывающей среды на глубину зондирования в нелинейно-параметрической локации // Спецтехника и связь.-2011.-№ 1.С.26–32.
7. Финкельштейн М. И., Лазарев Э. И., Чижов А. Н. Радиолокационные аэроледомерные съемки рек, озер, водохранилищ.-Л: Гидрометеиздат.-1984.-113с.
8. Вернигоров Н. С. Практические применения нелинейного радиолокатора // Безопасность от А до Я. 1998. № 2–3. С. 14–15.
9. Щербakov Г. Н., Шлыков Ю. А., Николаев А. В., Бровин А. В. К оценке фундаментальных пределов в нелинейной радиолокации/ Спецтехника и связь, 2008, № 2, с. 21–25.

© Шошин Евгений Леонидович (shoshin6@mail.ru), Семенов Олег Юрьевич (ous.tutor.phinma@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ТЭЭ-1 АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ ТАРИФОВ В РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ: СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ

THE PROGRAM ТЭЭ-1 COMPLEX OF AUTOMATED FORMATION OF RATES IN THE REGIONAL SYSTEM OF ELECTRICAL POWER SUPPLY: STRUCTURAL FEATURES AND PRINCIPLES OF CREATION

**G. Arunyants
S. Ayrapetov**

Summary. results of the analysis of a condition of problems of regulation of activity of subjects of the regional electrosupplying complex and the main ways of increase in efficiency of activity of his subjects and also the main decisions on creation of the program ТЭЭ-1 complex of the automated calculation of tariffs for electric energy focused on use within regional ACS by activity of the electrosupplying organizations are given. Results of a research and the choice of the platform for program realization of a complex taking into account requirements simplicity of his installation and use are given in workplaces of users. Features of the structural organization and development of separate functional subsystems and a complex in general from a condition of ensuring his flexibility and stability are given.

Keywords: electrical power supply, electrical networks, rate, calculation technique, tariff regulation, automated information system, program complex, algorithm, information support, software, software module, user interface.

Арунянц Геннадий Георгиевич

Д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
suro99@mail.ru

Айрапетов Сергей Альбертович

Аспирант, ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»
sergey@kit39.com

Аннотация. приводятся результаты анализа состояния проблем регулирования деятельности субъектов регионального электроснабжающего комплекса и основных путей повышения эффективности деятельности его субъектов, а также основные решения по созданию программного комплекса ТЭЭ-1 автоматизированного расчета тарифов на электрическую энергию, ориентированного на использование в рамках региональной АСУ деятельностью электроснабжающих организаций. Приведены результаты исследования и выбора платформы для программной реализации комплекса с учетом требований простота его установки и использования на рабочих местах пользователей. Приведены особенности структурной организации и разработки отдельных функциональных подсистем и комплекса в целом из условия обеспечения его гибкости и устойчивости.

Ключевые слова: электроснабжение, электрические сети, тариф, методика расчета, тарифное регулирование, автоматизированная информационная система, программный комплекс, алгоритм, информационное обеспечение, программное обеспечение, программный модуль, пользовательский интерфейс.

В условиях развивающейся экономики бесперебойное производство и распределение электроэнергии в системах регионального электроснабжения становится важнейшим условием энергетической безопасности региона и страны в целом. Именно поэтому системный анализ уже накопленного опыта управления деятельностью объектов региональных систем электроснабжения и поиска новых инновационных подходов к тарифному регулированию их деятельности сегодня приобретает особую важность. А к самой системе электроснабжения региона, объединяющей множество организаций, занимающихся вопросами производства, передачи и распределением электроэнергии, и являющейся важной составляющей экономики региона, сегодня предъявляются повышенные требования по управляемости, доступности и надежности

Электроэнергия и услуги по ее транспортировке и распределению по региональным электросетям естественно рассматриваются как особый вид товара, потребителями которого являются различные организации, предприятия и население региона. Основной задачей эффективной координации деятельности субъектов региональной электроэнергетики становится поддержание баланса интересов производителей, потребителей и государства. В соответствии с действующим законодательством ответственность за установление регулируемых цен и тарифов возлагается на региональную «Службу по государственному регулированию цен и тарифов» (далее **СГРЦТ**).

Проблема формирования эффективной методологии тарифного регулирования деятельности субъектов реги-

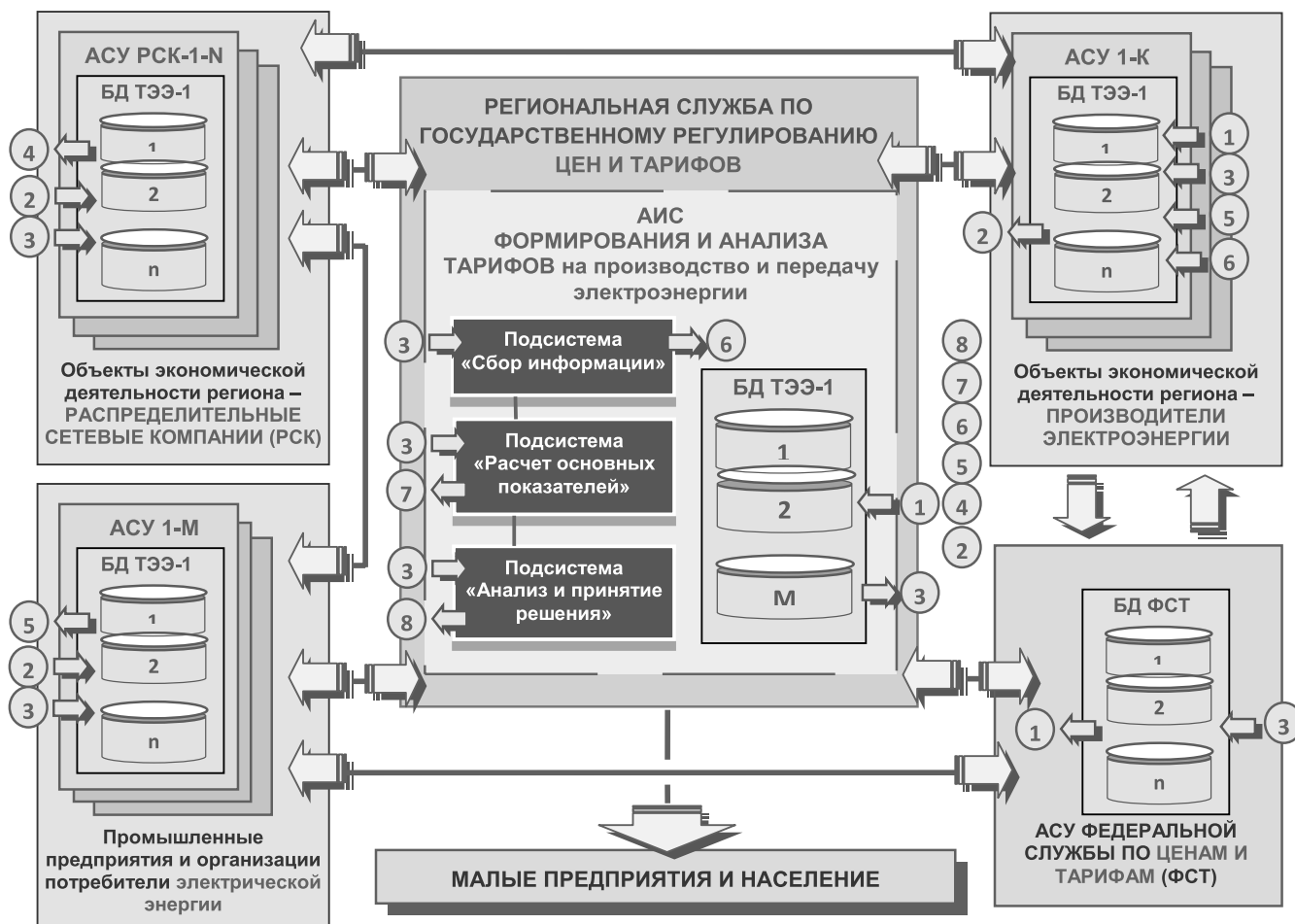


Рис. 1. Схема информационного взаимодействия субъектов региональной системы электроснабжения

онально системы энергоснабжения остается актуальной и требует проведения дополнительных исследований. Успешное решение вопросов автоматизация процесса формирования и анализа тарифов на электроэнергию позволяет повысить эффективность их расчета для организаций, вовлеченных в процесс генерации, передачи и потребления электроэнергии. Это достигается благодаря частому перерасчету тарифов на основе поступающих оперативных данных о состоянии субъектов системы электроснабжения региона [1]. Установлено, что для эффективного тарифного регулирования деятельности субъектов региональной системы энергоснабжения необходим пересмотр тарифов не менее 4 раз в год [2]. Это связывается с необходимостью систематической оценки состояния электроэнергетических объектов, включая электросети, и многократного проведения соответствующих расчетов, требующих реализации достаточно сложных вычислительных операций на базе специально разрабатываемых машинных алгоритмов. Становится ясным, что эффективное тарифное регулирование в сфере электроэнергетики региона невозможно без создания

специализированных региональных автоматизированных информационных систем (РАИС), обеспечивающих своевременный сбор, хранение, обработку и анализ осведомляющей информации о деятельности субъектов рынка электроэнергии, а также обмен данными в рамках общего информационного поля «СГРЦТ — субъекты регулирования» (рис. 1).

Предполагалось, что использование разрабатываемого универсального программного комплекса ТЭЭ-1 автоматизированного формирования тарифов на электроэнергию в электроснабжающих предприятиях и региональных СГРЦТ позволит повысить эффективность анализа состояния теплоснабжения региона для разработки стратегии развития энергетического комплекса региона в целом.

За методологическую основу при разработке машинно-ориентированных алгоритмов комплекса ТЭЭ-1, были приняты действующие в РФ указания для использования субъектами регулирования при расчете мето-

дом экономически обоснованных расходов уровней тарифов и цен на розничном (потребительском) рынке электрической энергии (мощности) [3].

Результаты системных исследований основных аспектов и особенностей принятой методики анализа и расчета тарифов на электрическую энергию для региональных электроснабжающих систем, а также особенностей тарифного регулирования были учтены и при разработке программного комплекса **ТЭЭ-1**, по структуре и способам организации значительно отличающийся от действующих аналогов, что и сказалось на функционале и принципах его работы.

По результатам проведенного анализа проблем создания современных сложно структурированных программных систем был выбран подход к реализации специального программного обеспечения (ПО) комплекса **ТЭЭ-1**, реализующего разработанные машинные алгоритмы. Принимался во внимание тот факт, что современные энергоснабжающие организации используют большое количество различных программных продуктов для автоматизации своей деятельности, число которых постоянно растет. Растут и издержки на обеспечение их работоспособности, а именно: установка, настройка, администрирование и обновление [4]. Многие программные продукты для своего использования требуют содержание инфраструктуры (серверов, СУБД, ЛВС). Чем больше средств автоматизации, тем выше требования к инфраструктуре, а значит и к ее стоимости. Поэтому важным требованием, предъявляемым к комплексу **ТЭЭ-1** становится простота его установки и использования на рабочих местах пользователей.

Последние 3–5 лет активно развивается применение технологии разработки программного обеспечения **SaaS** (Software as a Service) [5], предполагающей размещение программного обеспечения (ПО) на сервере, подключенном к сети, или в «облаке». Все вычисления производятся на сервере, а пользователи взаимодействуют с ПО через обычный интернет-браузер. При этом установки специализированного ПО (программ клиентов, виртуальных машин) на компьютеры пользователей не требуется. При внедрении новых программных продуктов, ключевым показателем становится простота доступа к ним и цена использования. Для разработчика **SaaS**-приложений отпадает необходимость в обеспечении совместимости ПО с различными операционными системами.

Еще одним аргументом за применение **SaaS**-технологии при реализации программного комплекса **ТЭЭ-1** является возможность при ее использовании хранения баз данных (БД) на серверах или в облаке, вместе с са-

мым ПО. Решается задача централизованного сбора и хранения информации от пользователей, работающих в различных частях области и в различных сетях. Для передачи данных от пользователя к серверу достаточно интернет-соединения практически любой скорости. БД заполняются на сервере в режиме реального времени. Проектируемые интерфейсы, при этом, могут функционировать в браузере. Снимаются любые ограничения на сложность математического аппарата или объем обрабатываемых данных. А некоторые отмечаемые опасения, связанные, прежде всего, с безопасностью передачи данных и ненадежностью доступа из-за перебоев с Интернетом, постепенно рассеиваются за счет развития технологий шифрования и широкополосного доступа в Интернет [5].

Проведенный анализ преимуществ и недостатков распространенных в **SaaS** языков программирования (*php, ASP, Python, Perl* и других), так или иначе представляющие собой набор скриптов, который может быть создан в любом текстовом редакторе. Проанализирован ряд специализированных редакторов, упрощающих написание кода и поиск ошибок в нем и позволяющих создавать скрипты под разные интерпретаторы. Наиболее распространенными из них являются **DreamWeaver, Eclipse** и **NedBeans**, имеющие встроенные средства отладки скриптов. Отмечая некоторые отрицательные стороны использования **DreamWeaver**, авторы особое внимание уделили анализу других сред разработки, таких как **Eclipse** и **NedBeans**. Как и любая среда разработки, **Eclipse** имеет ряд особенностей, таких как: кроссплатформенность (работает под различными ОС); мультиязычность (используя **Eclipse** можно программировать на множестве различных языков). **Eclipse** является программной платформой для разработки различных инструментов и предлагает широкий выбор API для создания дополнительных модулей. Гибкость и расширяемость в **Eclipse** достигается за счет модульности платформы. Основным элементом при этом является исполняющая среда — Eclipse Runtime, обеспечивающая функциональность платформы, а именно управление расширениями и обновлениями, взаимодействие с ОС, обеспечение работы справки и помощи. Стандартная поставка **Eclipse SDK** (минимальная версия) — идеальна для ознакомления с платформой и обучения.

В сравнении с другими средами разработки **NetBeans** обеспечивает комплексную поддержку новейших технологий Java и самых последних усовершенствований ее стандартов. Редактор поддерживает множество языков, он также является расширяемым, поэтому существует возможность подключения поддержки для других языков. По аналогии со средой разработки **Eclipse** в среде **NetBeans** существует конструктор среды.

IDE NetBeans устанавливается на всех ОС с поддержкой Java — от Windows и Linux до Mac OS X. Сообщество **NetBeans** является большим и активным. Существует гораздо больше форумов и сообществ людей, использующих данную среду в разработки ПО. Этот факт позволяет разработчику работающему со средой **NetBeans** обмениваться опытом, устранять какие-либо ошибки в ходе разработки ПО, а также быть в курсе последних обновлений связанных со средой.

Исходя из всего сказанного, было принято обоснованное решение об использовании в качестве среды для разработки ПО комплекса **ТЭЭ-1 Eclipse и NedBeans**, в которой наряду с перечисленными преимуществами предусмотрены средства, упрощающие разработку для СУБД и пользовательского интерфейса. При этом учитывались и предпочтения разработчика, его навыки и квалификация. С этих позиций среда **NedBeans** представляется наиболее удобной. В качестве языка программирования используется **php**, база данных — MySQL. Сервер **ТЭЭ-1** при таком подходе может функционировать под управлением любой операционной системы, способной запускать Web- сервера Apache, IIS, Nginx и др.

ТЭЭ-1 является многопользовательской системой. Следует иметь в виду, что данные, хранимые в АСУ субъектов региональной сети электроснабжения, представляют определенную коммерческую тайну и требует защиты от несанкционированного доступа. В соответствии с принятой структурной организацией комплекс **ТЭЭ-1** включает в свой состав две ключевые подсистемы: 1 — **ТЭЭ-1** (Расчет тарифов на электрическую энергию (мощность)); 2 — **ПЭЭ-1** (Расчет потерь электрической энергии при передаче по электрическим сетям региональных энергосистем).

При этом, по результатам предварительного анализа особенностей предложенных в методике [3] математических выражений, правил и условий, проводилось их преобразование и структурирование в легко реализуемые в рамках разрабатываемого программного комплекса алгоритмические конструкции, учитывающие структуру используемых индексов. Исходные данные, необходимые для проведения расчетов, формируемые в АСУ субъектов региональной системы электроснабжения с использованием соответствующих средств контроля и учета поступают по каналам связи в **ТЭЭ-1**, где они структурируются и хранятся в базах данных (БД) соответствующих подсистем комплекса. Программная реализация приведенных модулей комплекса в соответствии с заданием обеспечивает ведение локальных баз данных (БД) функциональных подсистем и БД комплекса **ТЭЭ-1** в процессе его функционирования, формирование, просмотр и вывод на печать результирующих форм отчетов и таблиц установленного вида. Эффективный

контроль данных в процессе функционирования программного комплекса осуществляется автоматически с использованием разработанной системы диагностики и принятия решений.

С учетом принятых при создании комплекса **ТЭЭ-1** принципов его структурной реализации, а также особенностей разработанных машинных алгоритмов были сформированы основные режимы его работы, что напрямую связывалось с постановкой и реализацией задач создания его внутрисистемных и пользовательских интерфейсов.

Проведенный анализ основных особенностей и проблем применения различных методологий разработки **ТЭЭ-1**, позволил сделать вывод о приемлемости и целесообразности использования при создании указанного комплекса структурных методов [6], тем более, что они достаточно удобны при организации разработки специального программного обеспечения одним или малым числом разработчиков. При структурном синтезе комплекса **ТЭЭ-1** учитывался и накопленный опыт создания сложных программных комплексов и обязательное выполнение следующих требований: 1) каждый из инструментов **ТЭЭ-1** находит свое определенное место в его структуре; 2) неотъемлемыми признаками инструментов **ТЭЭ-1** являются адаптивность и интеллектуальность; 3) информационное обеспечение **ТЭЭ-1** обязательно включает в себя всю необходимую для выполнения расчетных процедур информацию; 4) **ТЭЭ-1** строится как продукт, предоставляющий его пользователям все необходимые для решения поставленных задач инструменты; 5) при построении **ТЭЭ-1** должны учитываться: изменение традиционных форм оперативных и выходных документов, многократность ввода исходных данных.

По характеру функционирования комплекс **ТЭЭ-1** относится к классу активных «человеко-машинных» систем. Это и определило состав требований, предъявляемых к комплексу с целью организации эффективных диалоговых процедур, обеспечивающих дружественную связь человека с ЭВМ в процессе решения поставленных задач.

На основе проведенного анализа общих требований, предложенных машинных алгоритмов автоматизированного решения поставленной задачи и требований к разработке программного комплекса **ТЭЭ-1** была предложена общая структура реализованной в нем программной системы (рисунок 2).

Низкая связанность его функциональных подсистем определила возможность и целесообразность их автономной разработки. При этом управление всеми функциональными программными подсистемами осу-



Рис. 2. Общая структура программного комплекса ТЭЭ-1



Рис. 3. Логика работы функциональной подсистемы ТЭЭ-1

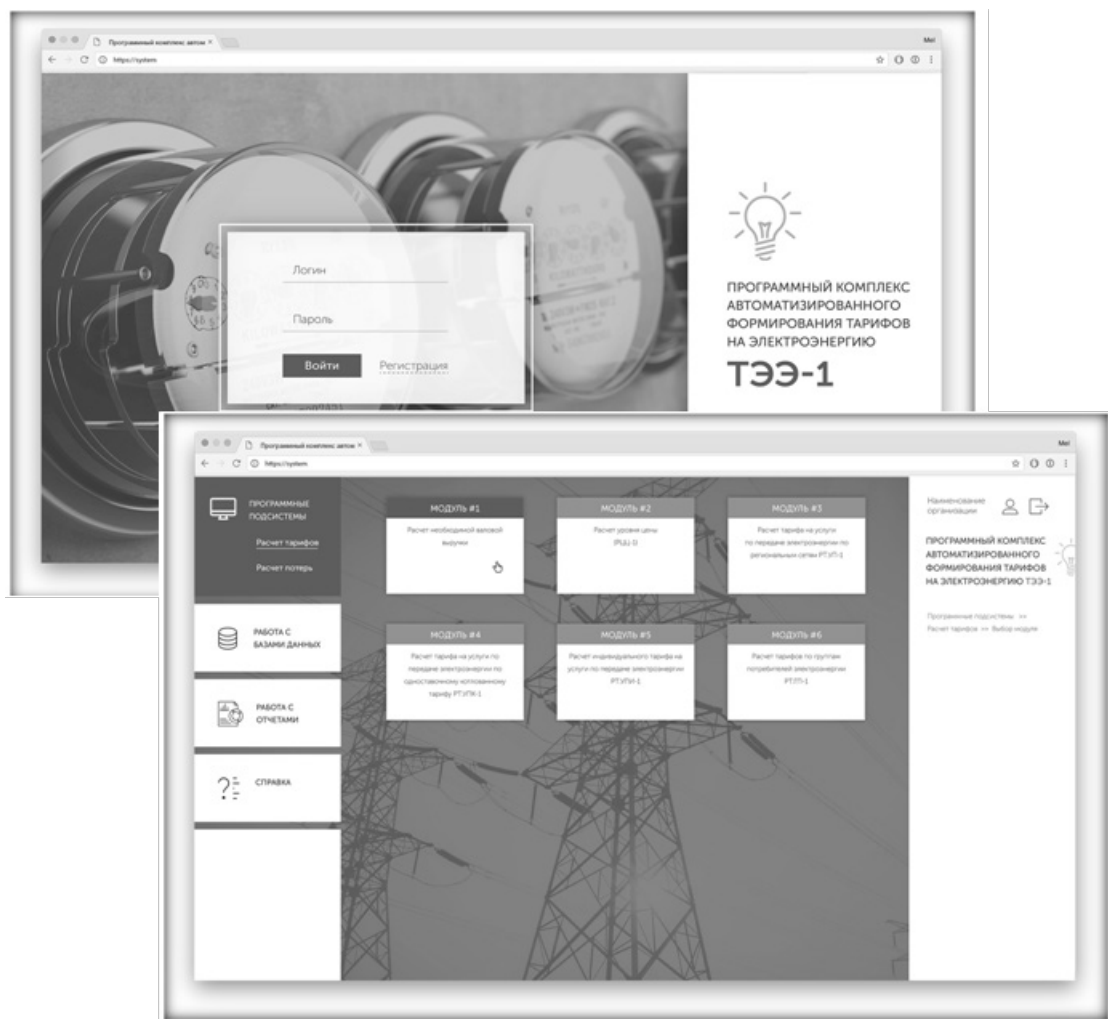


Рис. 4. Окна «Авторизация пользователей» и «Главное окно»

ществляется единой управляющей подсистемой, с общим для всех подсистем интерфейсом взаимодействия с пользователями и БД. При этом успешно реализуются условия абсолютной автономности входящих в состав **ТЭЭ-1** функциональных подсистем, каждая из которых реализуется с использованием уникального для нее функционального программного обеспечения и локальной базы данных (БД). Результаты работы локальной подсистемы вместе с данными, введенными пользователем реплицируются в банк данных комплекса для последующего использования управляющей подсистемой и другими функциональными подсистемами.

Взаимодействия локальных подсистем в процессе решения поставленной задачи осуществляется путем передачи части данных комплекса посредством репликации в локальную БД той подсистемы, где они требуются. Такая организация изменения в какой-либо подсистеме становится возможной благодаря организации и использования единого адресного пространства. Все

локальные подсистемы при такой организации должны иметь идентичную архитектуру (рисунок 3), а вся структура (архитектура) функционирует как единая система (комплекс).

В разработанном для программного комплекса **ТЭЭ-1** информационном обеспечении (ИО) принята реляционная модель БД, реализованная по архитектуре ANSI-SPARC для организации накопления информации, поддерживающей независимость данных (физическую и логическую). Таблицы и поля ИО являются статическими, что определялось четкостью структуры данных и определенностью решаемых задач. Для обеспечения безопасности данных, быстродействию, надежности и т.п. используется MS SQL, рекомендуемая для использования при реализации сложных программных комплексов.

Информационная база данных комплекса **ТЭЭ-1** характеризуется большой структурной и содержательной

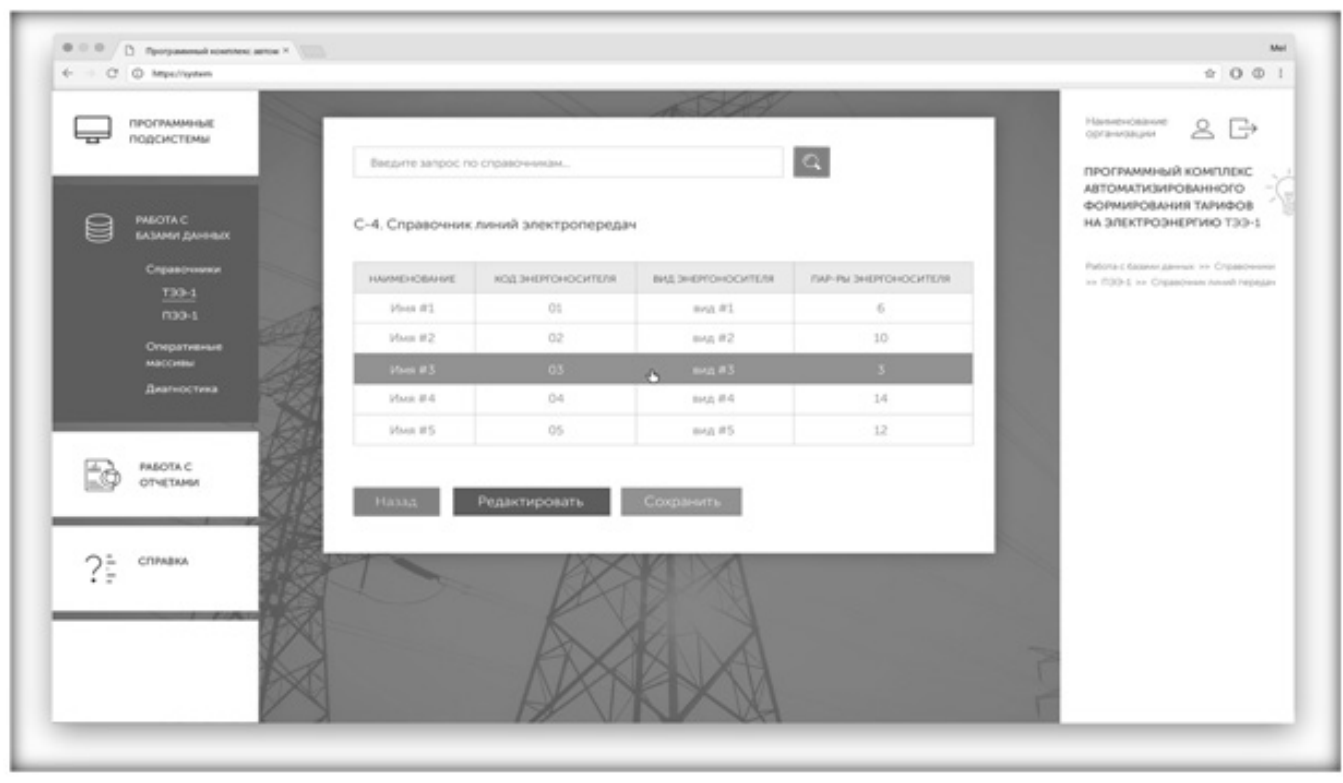


Рис. 5. Интерфейсное окно работы со справочниками

сложностью, что потребовало выбора и использования единого подхода к формированию дружественного пользовательского интерфейса с целью обеспечения их внешнего представления в принятой форме.

Проведенный авторами анализ различных подходов к созданию пользовательских интерфейсов для сложно структурированных программных продуктов и возникающих при этом проблем подтвердил предварительно сформулированные предположения о необходимости при формировании пользовательских интерфейсов напрямую увязывать элементы управления с источниками информационных данных. А реализация такого подхода связана с необходимостью создания для каждого информационного элемента своего пользовательского интерфейса и выполнением всех необходимых при этом требований по использованию соответствующих средств ввода-вывода и организации дружественного диалога с пользователем. При разработке комплекса ТЭЭ-1 было принято другое решение этой проблемы, обеспечивающее приемлемый уровень адаптивности разрабатываемого интерфейса. Основная суть его заключается в динамическом формировании окон пользовательских интерфейсов функциональных подсистемы комплекса при решении стандартных задач взаимодействия с пользователем с использованием данных метаинформации о структуре и связях используемого элемента с другими элементами. Общее для всех функциональных подси-

стем программное обеспечение обеспечивает взаимодействие с пользователем и БД, а принятые и реализованные программные логики интерфейсов анализируют все происходящие в составе и структуре элементов локальных подсистем изменения и определяют правила работы пользователя с ними. Началом работы ТЭЭ-1 является запуск подсистемы «**Авторизация**» (окно интерфейса приведено на рисунке 4).

Подсистема «**Авторизация**» реализует процедуру считывания с реестра ОС настроек для установления связи с сервером БД. Занесение начальных записей может осуществляться либо при установке клиента ТЭЭ-1, либо с помощью сторонних средств системным администратором. Пользователь вводит имя пользователя и пароль только после успешного установления тестового соединения с БД, что повышает уровень безопасности и снижает вероятность несанкционированного доступа к ТЭЭ-1. Главное окно комплекса ТЭЭ-1 (рис. 5) открывается при успешном завершении процесса авторизации и отображает все необходимые для управления элементы, с использованием которых осуществляется выбор режима его работы и последующий вызов интерфейса соответствующей локальной подсистемы («**Работа с БД**», «**Расчет**», «**Отчеты**», «**Настройка**» и др.).

Режим «**Работа с БД**» обеспечивает реализацию и отображение процедур ввода и редактирования по-

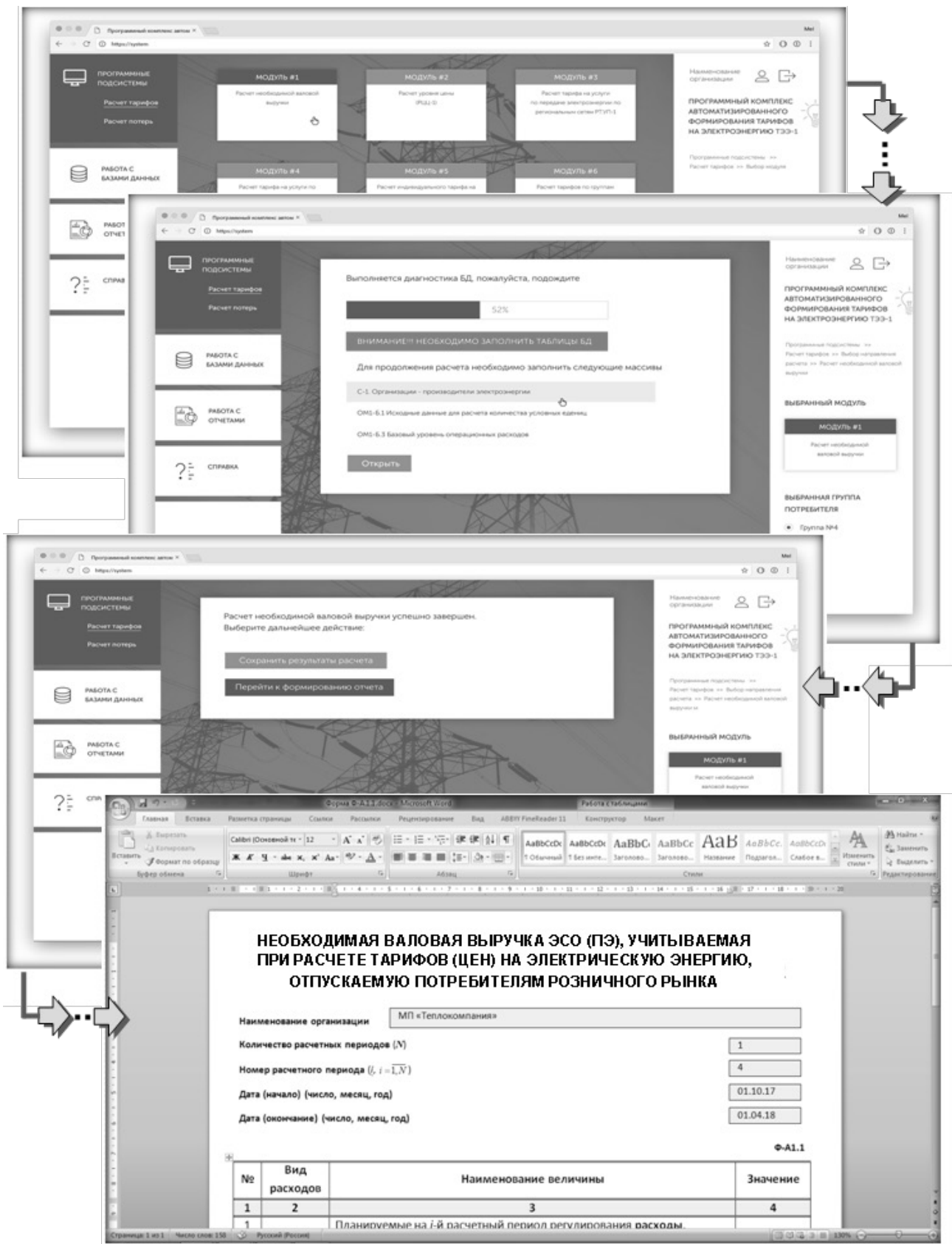


Рис. 6. Некоторые окна работы комплекса ТЭЭ-1 в режиме «Программные модули» («Расчет») и «Формирование отчета»

лей справочников и оперативных массивов, включая возможность использования ресурсов Интернет для обновления данных, при необходимости формирования и печати выходных форм установленной формы. Для выбора и заполнения полей таблиц БД применяется режим «скролинг». Пример окна работы со справочником приведен на рисунке 5.

Режим «**Расчет**» предусматривает предварительный выбор одной из реализованных программных подсистем; «**Расчет тарифов**» и «**Расчет потерь**».

Пример окон основных этапов подсистемы «**Расчет**» и «**Формирование отчета**» приведен на рисунке 6.

Поэтапная реализация задач в рамках выбранной подсистемы предусматривает на первом этапе проведения выбора направления расчета (соответствующего расчетного модуля). Далее автоматически осуществляется процедура диагностики соответствующих частей БД, обеспечивающая слежения за степенью корректности и готовности (достаточности) данных, используемых для реализации того или иного модуля расчета, формирование и выдачу сообщений о найденных несоответствиях

в части полноты заполнения полей таблиц БД и соответствия их установленным ограничениям.

По завершении расчетных процедур реализуется режим «**Работа с отчетами**» предусматривает возможности работы с ранее сформированными отчетами и по созданию новых отчетов. В качестве формата для файлов импорта / экспорта применен текстовый формат CSV.

С использованием данных архива **ТЭЭ-1** в режиме «**Работа с отчетами**» по заданным шаблонам формируются соответствующие отчеты, их вывод на экран и печать, а также сохранение их во внешних файлах.

Формируемые в результате работы программного комплекса **ТЭЭ-1** отчеты установленного вида используются на различных этапах формирования и анализа тарифов на производство и передачу электроэнергии. Кроме того в рамках комплекса реализованы процедуры, обеспечивающие возможность проведения экспериментальных исследования с целью решения задач поиска оптимальных решений и прогнозирования в рамках тарифного регулирования и энергосбережения при различных значениях исходных данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арунянц Г.Г., Воронин Т. А., Айрапетов С. А. Тарифное регулирование деятельности субъектов электроснабжающего комплекса Калининградской области и пути его автоматизации / Г. Г. Арунянц, Т. А. Воронин, С. А. Айрапетов // Перспективы науки. Технические науки. Информатика, вычислительная техника и управление, 2016, № 6 (81). — С. 8–17
2. Арунянц, Г. Г. Концепция и особенности построения программного комплекса РТ-Q-1 автоматизированного формирования тарифов в сфере теплоснабжения / Г. Г. Арунянц, Т. А. Воронин, С. А. Айрапетов // Наука и бизнес: пути развития. — 2016. — № 3 (57). — С. 66–75
3. Методические указания по расчету регулируемых тарифов и цен на электрическую (тепловую) энергию на розничном (потребительском) рынке / Приложение к приказу Федеральной службы по тарифам от 6 августа 2004 года N20-э/2 (с изменениями на 14 апреля 2014 года).
4. Арунянц Г.Г., Воронин Т. А., Айрапетов С. А. Процесс регулирования деятельности субъектов теплоснабжающего комплекса Калининградской области и пути его автоматизации / Г. Г. Арунянц, Т. А. Воронин, С. А. Айрапетов // Научное обозрение, 2016, № 9. — С. 231–238
5. Лазева В. И. Преимущества и недостатки модели SaaS технологий / В. И. Лазева, Т. Г. Долгова. — Санкт-Петербург: Питер, 2014. — 143 с.
6. Якобсон, А. Унифицированный процесс разработки программного обеспечения / А. Якобсон, Г. Буч, Дж. Рамбо — СПб.: Питер, 2002. — 496 с.

© Арунянц Геннадий Георгиевич (suro99@mail.ru), Айрапетов Сергей Альбертович (sergey@kit39.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ В СТОХАСТИЧЕСКОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕНЫ

DEFINITION OF THE COEFFICIENTS IN THE STOCHASTIC DIFFERENTIAL MODEL OF PRICE FORMATION

**A. Burmistrov
A. Novikov**

Summary. Stochastic differential model (SDM) of price formation proposed by the authors earlier describes the price changes more adequately than the classical price model, since it takes into account the random nature of the drift coefficient and the volatility of the asset prices. It is the equations for the drift and volatility together with equation for the price of the financial instrument itself form the system of stochastic differential equations (SDE). In this article, within the framework of the SDM, the coefficients of the SDE system are determined, with the help of which the asset prices are modeled.

Keywords: asset prices, stochastic differential equation, continuous distribution, stochastic volatility, drift.

Бурмистров Александр Васильевич

К.ф.-м.н., н.с., Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Новосибирск; Старший преподаватель, Новосибирский госуниверситет
burm@osmf.sscs.ru

Новиков Алексей Владимирович

К.ф.-м.н., директор по развитию, ООО Цифровые экосистемы, Новосибирск
allex.novikov@digital-ecosystems.ru

Аннотация. Ранее предложенная авторами стохастическая дифференциальная модель (СДМ) формирования цены значительно более адекватно описывает изменение ценового ряда в сравнении с классической моделью цены, поскольку она учитывает случайную природу изменения коэффициентов роста и волатильности ценового ряда. Именно уравнения на два последних коэффициента и входят в систему стохастических дифференциальных уравнений (СДУ) кроме цены самого финансового инструмента. В данной статье в рамках СДМ определяются коэффициенты системы СДУ, с помощью которой происходит моделирование ценового ряда.

Ключевые слова: ценовой ряд, стохастическое дифференциальное уравнение, непрерывное распределение, случайная волатильность, коэффициент роста.

Введение

Задача построения адекватной с практической точки зрения математической модели ценового ряда является одной из классических задач экономики в целом и финансовой математики в частности. В работе [4, С. 5–6] проанализирована динамика вероятностных характеристик ценовых рядов нескольких российских акций торгуемых на Московской межбанковской валютной бирже (ММВБ) в 2002–2003 годах. На основе проведенного анализа была предложена стохастическая дифференциальная модель (СДМ) ценового ряда [4, С. 22], которая учитывало случайную природу изменения коэффициентов роста и волатильности, что значительно адекватнее отражало реальность, чем классическая модель цены [4, С. 4], в которой данные коэффициенты предполагались постоянными. В СДМ коэффициенты роста $\hat{\mu}$ и волатильности $\hat{\sigma}$ являются стационарными случайными процессами на R и R^+ соответственно. Для аппроксимации их распределений, с помощью критерия согласия χ^2 Пирсона [10, С. 8], когда по выборке оцениваются первые два момента распределения, определяются наиболее адекватные распределения в множестве анализируемых непрерывных распределений на R и R^+ соответственно. В результате анализа динамики коэффи-

циентов $\hat{\mu}$ и $\hat{\sigma}$ в [4, С. 7–10; 9, С. 656] было предложено аппроксимировать их распределения одним из набора симметричных непрерывных распределений с возможными значениями на всей числовой оси R (для $\hat{\mu}$) и одним из набора распределений с возможными значениями на положительной полуоси R^+ (для $\hat{\sigma}$). Целесообразность выбора именно из рассматриваемого набора распределений вытекала из практических наблюдений выборок для ценовых рядов, соответствующих различным акциям в 2002–2003 годах. Этот набор был дополнен новыми непрерывными распределениями [9, С. 656–657] в силу значительного расширения рынка ценных бумаг и накопления огромного массива исторических цен за последние 15 лет.

В настоящей работе представлены формулы для коэффициентов системы СДУ, которая возникает в рамках СДМ [4, С. 22; 9, С. 657]. Предложенные формулы будут использованы для прогноза ценовых рядов в автоматизированной финансовой экосистеме мобильных приложений [7, С. 137; 8, С. 158], наряду со стохастической кинетической моделью формирования цены [2, С. 110] и технологиями глубокого обучения [5, С. 23; 6, С. 807]. Актуальность данной тематики связана с ростом объемов торговли на финансовых рынках

и спросом на адекватные и универсальные торговые алгоритмы.

Система СДУ для прогноза ценовых рядов

Классической моделью динамики цены рискового актива является геометрическое броуновское движение, которое удовлетворяет СДУ в смысле Ито (см., например, [4, С. 4]). При этом, поскольку в прикладных задачах финансовой математики время дискретно из-за специфики данной предметной области (котировки акций, индексов определяются с некоторым дискретным шагом — тиком), то целесообразно перейти от непрерывной модели к дискретной: (1), где η_n — независимые стандартные нормальные случайные величины, h — шаг равномерной сетки по времени, P_n — моделируемая цена акции в узле номер n . Влияние параметров модели на плотность распределения P_n подробно изучена, а также хорошо известны недостатки данной модели, основным из которых является неограниченный рост дисперсии P_n с ростом n . При формировании СДМ, учитывающей стохастичность параметров μ и σ для нивелирования недостатков классической модели, использовался метод «скользящего окна» [4, С. 5; 9, С. 655].

При имеющемся историческом ряде цен $\{P_i; i = 1, \dots, T\}$ прогноз P_{T+h}, \dots, P_{T+t} в рамках СДМ строит-

ся на основе системы СДУ в соответствии с выбранными распределениями (см., например, [4, С. 23]): (2).

Здесь $n \geq T, h$ — шаг сетки (тик), $\eta_{n,i}$ — независимые стандартные нормальные величины ($i = 1, 2, 3$), M_μ и M_σ — математические ожидания величин $\hat{\mu}$ и $\hat{\sigma}$, соответственно, оцененные по исторической выборке с помощью скользящего окна [4, С. 5; 9, С. 655]. Далее мы приведем формулы, определяющие функции Φ_1 и Φ_2 , а также величины A_1 и A_2 . Заметим, что часть формул исправляют некоторые опечатки и неточности, допущенные ранее в работе [4, С. 12–22], а также имеют более удобный для моделирования вид; другая часть формул получена впервые для распределений предложенных в [3, С. 71; 9, С. 656–657]. Оценки для величин A_1 и A_2 представлены впервые.

Коэффициент роста

Функция $\Phi_1(x)$ для каждого конкретного распределения находится по формуле [1, С. 5–6] (3), где $f_\mu(x)$ — непрерывная плотность распределения, выбранная с помощью критерия согласия χ^2 Пирсона [10, С. 8], M_μ — соответствующее математическое ожидание.

Для распределения Чампернауна (обозначим $y = \beta(x - \alpha)$) имеем (4). Здесь $C = Ich(\infty)/2 = 0.915965594\dots$ — постоянная Каталана.

$$\begin{cases} P_{n+1} = P_n + \mu h P_n + \sigma \sqrt{h} P_n \eta_n, n > 0 \\ P(0) = P_0, \end{cases} \tag{1}$$

$$\begin{aligned} P_{n+1} &= P_n + h \mu_n P_n + \sqrt{h} \sigma_n P_n \eta_{n,1}, \\ \mu_{n+1} &= \mu_n - A_1 h (\mu_n - M_\mu) + \sqrt{A_1 h} \Phi_1(\mu_n) \eta_{n,2}, \\ \sigma_{n+1} &= \sigma_n - A_2 h (\sigma_n - M_\sigma) + \sqrt{A_2 h} \Phi_2(\sigma_n) \eta_{n,3} \end{aligned} \tag{2}$$

$$\Phi_1(x) = \sqrt{-\frac{2}{f_\mu(x)} \int_{-\infty}^x (y - M_\mu) f_\mu(y) dy}, \tag{3}$$

$$\begin{aligned} M_\mu = \alpha, f_\mu(x) &= \frac{\beta}{\pi \cosh(\gamma)}, \\ \Phi_1(x) &= \frac{\sqrt{2}}{\beta} \sqrt{\cosh(\gamma) [2C - Ich(|y|)]}; Ich(t) = \int_0^t \frac{s ds}{\cosh s} \end{aligned} \tag{4}$$

Для нормального распределения имеем (5).

Для логистического распределения

$$\left(y = \frac{x-\alpha}{2\beta}\right) \text{ имеем (6).}$$

Для распределения Лапласа имеем (7)

Для обобщённого нормального распределения

$$\left(y = \left(\frac{|x-m|}{\alpha}\right)^\beta\right) \text{ имеем (8).}$$

Здесь $\Gamma(a, z) = \int_0^z e^{-t} t^{a-1} dt$ — неполная

гамма-функция.

Для распределения Стьюдента ($n > 3, n \in \mathbb{N}$) имеем (9).

Коэффициент волатильности

Функция $\Phi_2(x)$ для каждого конкретного распределения находится по формуле [1, С. 5–6] (10), где $f_\sigma(x)$ — непрерывная плотность распределения, подобранная с помощью критерия согласия χ^2 Пирсона [10, С. 8], M_σ — соответствующее математическое ожидание.

Для гамма распределения имеем (11).

$$M_\mu = \alpha, f_\mu(x) = \frac{1}{\beta\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\alpha)^2}{2\beta^2}\right),$$

$$\Phi_1(x) = \sqrt{2}\beta. \tag{5}$$

$$M_\mu = \alpha, f_\mu(x) = \frac{1}{4\beta \cosh^2(y)},$$

$$\Phi_1(x) = 2\sqrt{2}\beta \cosh(y) \sqrt{\ln 2 + \ln(\cosh(y))} - y \tanh y. \tag{6}$$

$$M_\mu = \alpha, f_\mu(x) = \frac{\beta}{2} \exp(-\beta|x-\alpha|),$$

$$\Phi_1(x) = \frac{\sqrt{2}}{\beta} \sqrt{\beta|x-\alpha| + 1}. \tag{7}$$

$$\Phi_1(x) = \alpha \sqrt{\frac{2}{\beta} \exp\left\{-\frac{1}{2}y\right\} \sqrt{\Gamma\left(\frac{2}{\beta}\right) - \operatorname{sgn}(x-m)\Gamma\left(\frac{2}{\beta}, y\right)}}.$$

(8)

$$\Phi_1(x) = \sqrt{\frac{2}{n-1} \sqrt{n\sigma^2 + (x-m)^2}}.$$

(9)

$$\Phi_2(x) = \sqrt{-\frac{2}{f_\sigma(x)} \int_0^x (y - M_\sigma) f(y) dy},$$

(10)

Для логнормального распределения имеем (12).

Здесь $\text{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$ — функция ошибок.

Для распределения Рэля имеем (13).

Здесь $\text{erfc}(t) = 1 - \text{erf}(t)$ — дополнительная (остаточная) функция ошибок.

Для распределения Вальда имеем (14).

Для распределения Накагами

$(y = \frac{\mu x^2}{\omega})$ имеем (15).

$$M_\sigma = \frac{\beta}{\alpha}, f_\sigma(x) = \frac{\alpha^\beta}{\Gamma(\beta)} x^{\beta-1} \exp(-\alpha x), \Phi_2(x) = \sqrt{\frac{2x}{\alpha}}. \tag{11}$$

$$M_\sigma = \alpha e^{\frac{\beta^2}{2}}, f_\sigma(x) = \frac{1}{x\beta\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\ln \frac{x}{\alpha})^2}{2\beta^2}\right),$$

$$\Phi_2(x) = \exp\left(\frac{[\ln \frac{x}{\alpha}]^2 + \beta^4}{4\beta^2}\right) \sqrt{\alpha x \beta \sqrt{2\pi} \left(\text{erf}\left(\frac{\ln \frac{x}{\alpha}}{\sqrt{2}\beta}\right) - \text{erf}\left(\frac{\ln \frac{x}{\alpha} - \beta^2}{\sqrt{2}\beta}\right) \right)} \tag{12}$$

$$M_\sigma = \alpha \sqrt{\frac{\pi}{2}}, f_\sigma(x) = \frac{x}{\alpha^2} \exp\left(-\frac{x^2}{2\alpha^2}\right),$$

$$\Phi_2(x) = \sqrt{\frac{2\alpha^2}{x} \left\{ \alpha e^{\frac{x^2}{2\alpha^2}} \sqrt{\frac{\pi}{2}} \text{erfc}\left(\frac{x}{\sqrt{2}\alpha}\right) + x - \alpha \sqrt{\frac{\pi}{2}} \right\}},$$

$$\text{erfc}(t) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_t^\infty e^{-s^2} ds. \tag{13}$$

$$M_\sigma = \alpha, f_\sigma(x) = \sqrt{\frac{\alpha\beta}{2\pi x^3}} \exp\left(-\frac{\beta(x-\alpha)^2}{2\alpha x}\right),$$

$$\Phi_2(x) = \sqrt{\sqrt{\frac{8\alpha\pi x^3}{\beta}} \exp\left(\frac{\beta(x+\alpha)^2}{2\alpha x}\right) \text{erfc}\left(\sqrt{\frac{\beta(x+\alpha)^2}{2\alpha x}}\right)}. \tag{14}$$

Здесь $\Gamma(a, z)$ — неполная гамма-функция.

Для распределения Вейбулла имеем (16).

Для распределения Максвелла имеем (17).

Величины A_1 и A_2

Далее для оценки величин A_1 и A_2 посчитаем следующие выборочные корреляции соседних величин [1, С. 8]: (18).

Здесь N — параметр скользящего окна, V_μ и V_σ — дисперсии величин $\hat{\mu}$ и $\hat{\sigma}$, соответственно, оцененные по исторической выборке с помощью скользящего окна [4, С. 5; 9, С. 655].

Отсюда имеем следующие выражения: (19).

Предложенные в данной статье формулы были успешно протестированы на большом количестве исторических ценовых рядов. Результаты тестов будут представлены в наших следующих работах.

Заключение

СДМ — одна из основных частей математического блока (наряду со стохастической кинетической моделью [2, С. 108], искусственными нейронными сетями и большими массивами данных [5, С. 24; 6, С. 800]) интеллектуальной финансовой экосистемы, которая в автоматизированном режиме позволяет планировать, оценивать

$$\Phi_2(x) = \exp\left\{\frac{y}{2}\right\} \left(\frac{\omega}{\mu}\right)^{\frac{\mu}{2} + \frac{1}{4}} x^{\left(\frac{1}{2} - \mu\right)} \sqrt{\frac{\Gamma\left(\mu + \frac{1}{2}\right)}{\Gamma(\mu)} \Gamma(\mu, y) - \Gamma\left(\mu + \frac{1}{2}, y\right)}. \quad (15)$$

$$\Phi_2(x) = \sqrt{\frac{2\lambda^2}{k} \left(\frac{\lambda}{x}\right)^{k-1} \left\{ \Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) \left(e^{\left(\frac{x}{\lambda}\right)^k} - 1\right) - \Gamma\left(1 + \frac{1}{k}, \left(\frac{x}{\lambda}\right)^k\right) e^{\left(\frac{x}{\lambda}\right)^k} \right\}}. \quad (16)$$

$$\Phi_2(x) = \sqrt{\frac{4a^4}{x^2} \exp\left(\frac{x^2}{2a^2}\right) \operatorname{erf}\left(\frac{x}{\sqrt{2}a}\right) + \frac{2a^2}{x^2} (x^2 + 2a^2) - \frac{8a^3}{\pi x}}. \quad (17)$$

$$R_k^\mu(1) \equiv \frac{1}{k} \sum_{j=0}^{k-1} \left(\hat{\mu}_{\frac{jN}{2}} - M_\mu\right) \left(\hat{\mu}_{\frac{(j+1)N}{2}} - M_\mu\right) = V_\mu \exp\left\{-A_1 \frac{Nh}{2}\right\},$$

$$R_k^\sigma(1) \equiv \frac{1}{k} \sum_{j=0}^{k-1} \left(\hat{\sigma}_{\frac{jN}{2}} - M_\sigma\right) \left(\hat{\sigma}_{\frac{(j+1)N}{2}} - M_\sigma\right) = V_\sigma \exp\left\{-A_2 \frac{Nh}{2}\right\}. \quad (18)$$

$$A_1 = -\frac{2}{Nh} \ln \frac{R_k^\mu(1)}{V_\mu}, A_2 = -\frac{2}{Nh} \ln \frac{R_k^\sigma(1)}{V_\sigma}. \quad (19)$$

и контролировать результаты инвестиций индивидуальных пользователей мобильного приложения [7, С. 137; 8, С. 158]. Внедрение предлагаемой экосистемы позволит

привлечь на фондовый рынок розничных непрофессиональных инвесторов, что может обеспечить приток инвестиций и ликвидности в реальный сектор экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверина Т. А. Моделирование стационарных случайных процессов с заданным одномерным распределением и экспоненциальной корреляционной функцией / Аверина Т. А., Артемьев С. С. // Препринт 495. ВЦ СО АН СССР. — Новосибирск, 1984. — 24с.
2. Бурмистров А. В. Стохастическая кинетическая модель формирования цены / Бурмистров А. В., Новиков А. В. // Международный научно-исследовательский журнал. — 2017. — № 7–3(61). — С. 107–112.
3. Бурмистров А. В. Усовершенствование стохастической дифференциальной модели ценового ряда / Бурмистров А. В., Новиков А. В. // Марчуковские научные чтения — 2017. Тезисы. ИВМиМГ СО РАН, 25 июня — 14 июля 2017 г. — Новосибирск: Омега Принт, 2017. — С. 71.
4. Новиков А. В. Адаптированные стохастические дифференциальные модели ценового ряда / А. В. Новиков // Препринт ИВМиМГ СО РАН, 1157. — Новосибирск, 2003. — 26с.
5. Новиков А. В. Виртуальный финансовый консультант, использующий системы искусственного интеллекта и финансовые данные в реальном времени / А. В. Новиков, А. В. Бурмистров // Тенденции развития науки и образования. — 2017. — № 26–4. — С. 21–27.
6. Новиков А. В. Интеллектуальная система для персонального финансового консультирования пользователей на основе актуальных финансовых данных / А. В. Новиков, А. В. Бурмистров // Аллея науки. — 2017. — Т. 1. № 9. — С. 796–809.
7. Новиков А. В. Использование портфельного подхода в интеллектуальной экосистеме мобильных приложений / Новиков А. В., Бурмистров А. В. // Экономика и бизнес: теория и практика. — 2017. — № 12. — С. 131–139.
8. Новиков А. В. Персональное мобильное приложение для торговли на биржевых площадках / Новиков А. В., Бурмистров А. В. // Экономика и бизнес: теория и практика. — 2017. — № 11. — С. 151–160.
9. Новиков А. В. Усовершенствование стохастической дифференциальной модели ценового ряда / Новиков А. В., Бурмистров А. В. // Труды Международной конференции по вычислительной и прикладной математике «ВПМ'17» в рамках «Марчуковских научных чтений», Новосибирск, 25 июня — 14 июля 2017 г. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://conf.nsc.ru/cam17/ru/proceedings>, свободный. — (Дата обращения: 19.01.2018) — С. 654–658.
10. Greenwood P.E. A guide to chi-squared testing / Greenwood P. E., Nikulin M. S. — New York: John Wiley & Sons, 1996. — 280 p.

© Бурмистров Александр Васильевич (burm@osmf.sccc.ru), Новиков Алексей Владимирович (allex.novikov@digital-ecosystems.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН

МЕТОД ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

METHOD OF POTENTIAL FUNCTIONS IN PATTERN RECOGNITION PROBLEMS: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

A. Volosova

Summary. The author considers the principle of operation of one of the mathematical methods in the theory of pattern recognition within the deterministic approach — the method of potential functions. This method can be considered as a generalization of several methods of describing classes by set of precedents. Other methods of finding the discriminant function are an iterative process presented within the framework of the method, and differ from each other only in the choice of the potential function. Limitations and advantages of the method are also considered.

Keywords: pattern recognition, potential function method, artificial intelligence.

Волосова Александра Владимировна
К.т.н., доцент, Московский технологический университет (МИРЭА), Москва
sas32sa@yandex.ru

Аннотация. Автор рассматривает в статье принцип работы одного из математических методов в теории распознавания образов в рамках детерминистского подхода — метода потенциальных функций. Данный метод может рассматриваться как обобщение нескольких методов описания классов по множеству прецедентов. Другие методы нахождения дискриминантной функции являются итерационным процессом, представленным в рамках метода, и отличаются друг от друга только выбором потенциальной функции. Рассматриваются также ограничения и достоинства метода.

Ключевые слова: распознавание образов, метод потенциальных функций, искусственный интеллект.

Введение

Распознавание образов является задачей, постоянно решаемой человеком в процессе интеллектуальной деятельности. Таким образом данная задача является одной из основных в теории искусственного интеллекта. Важную часть в решении этой задачи занимает классификация распознаваемых объектов. Методы классификации удобно формулируются при помощи математического аппарата, что существенно облегчает автоматизацию процесса распознавания. Классификация предполагает наличие правила отнесения распознаваемого образа к одному из имеющихся классов на основании совокупности известных признаков. Целью данной работы является рассмотрение одного из подходов к построению дискриминантных функций — метода потенциальных функций, который является обобщением нескольких методов описания классов по множеству прецедентов [2].

1. Основные понятия

Задачи распознавания образов:

1. Математическое описание образов.

Простой образ можно рассматривать, как вектор признаков, характеризующих этот образ:

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1)$$

где x_i — вещественные числа, интерпретируемые как значения параметров или признаков объекта. $x \in \mathcal{D}$, где \mathcal{D} — множество образов в задаче распознавания. На основе простого образа могут быть построены более сложные образы.

2. Генерация и селекция признаков. Следует заметить, что на практике определение полного набора различительных признаков как правило невозможно. При решении этой задачи возникает подзадача обработки контекстной информации.

Признаки делятся на следующие типы:

- ◆ **физические характеристики**, для описания которых используется аппарат векторной алгебры;
- ◆ **качественные характеристики**, для описания которых используются методы теории нечетких множеств;
- ◆ **структурные характеристики**, для описания которых используется аппарат теории графов;
- ◆ **логические характеристики**, для описания которых используется аппарат формальных и неформальных математических логик.

Пространство признаков — конечное подмножество признаков. Обозначим это подмножество через Ψ . $P: \mathcal{D} \rightarrow \Psi$, где P — оператор, отображающий x в Ψ , $x \in \mathcal{D}$, $\Psi \in \Psi$.

3. Описание классов

Класс множество образов, имеющих сходные признаки. Обозначим класс через ω . Обозначим конечное множество классов через $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_z\}, \Omega \in \mathcal{G}$.

4. Поиск оптимальных решающих процедур для идентификации и классификации. Такие процедуры называют **классификаторами** [1, с. 4] или решающими правилами. В процессе решения данной задачи возникают задачи:

- ◆ оценки и оптимизации параметров;
- ◆ обработки контекстной информации при помощи вероятностей, лингвистических статистик и т.п.

5. Оценка достоверности классификации образов.

Детерминистский подход к распознаванию образов: применяется в случае точного описания границ непересекающихся классов, степень неопределенности данных — минимальна и ее можно не учитывать при решении задач.

2. Математическая постановка задачи распознавания

Пусть имеет место разбиение пространства \mathcal{G} :

$$\bigcup_{i=1}^z \omega_i = \mathcal{G}, \omega_i \cap \omega_j = \emptyset, (\forall i \forall j) i \neq j \tag{2}$$

Задача классификации по классам $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_z$ сводится к нахождению функции $h: \mathcal{G} \rightarrow Y, Y = \{y_1, \dots, y_z\}$, где Y — множество меток принадлежности классам. Каждому образу $x \in \mathcal{G}$ ставится в соответствие метка $y_i \in Y, y_i: h(x) = y_i, x \in \omega_i$.

Для пространства признаков \mathcal{P} , где $\mathcal{P} = P(\mathcal{G})$ — проекция. Таким образом, функция $h: \mathcal{P} \rightarrow Y$ ставит в соответствие каждому вектору $\chi = Px \in \mathcal{P}$ метку $y_i \in Y$ класса ω_i , которому принадлежит соответствующий образ. Функция $h(\chi)$ есть классификатор:

$$h(\chi) = y_i, \text{ если } \chi = Px \text{ и } x \in \omega_i \tag{3}$$

В пространстве признаков \mathcal{P} множеству классов $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_z\}$ соответствует некоторое покрытие этого пространства: $\Psi_i = \{\chi = Px: x \in \omega_i\}, i = 1, \dots, z$. В связи с тем, что множества Ψ_1, \dots, Ψ_z могут пересекаться, целесообразно рассматривать разбиение Ψ_1, \dots, Ψ_z пространства \mathcal{P} для которого верно: $\Psi_i \subseteq \Psi_j$. Области Ψ_i назовем **областями предпочтения** классов ω_i .

Информация о классах может быть представлена в виде множества пар $(\chi_j, y_j), j = 1, \dots, N$, где $\chi_j = Px_j$,

$y_j = h(x_j) \in Y$. Пару (χ_j, y_j) назовем **прецедентом**, множество $\theta = \{\chi_1, \dots, \chi_N\}$ назовем **обучающей выборкой**. Требуется найти такой классификатор $h(\chi)$ на множестве $(\theta, Y) = \{(\chi_j, y_j): j = 1, \dots, N\}$, чтобы классификация элементов обучающей выборки осуществлялась с наименьшим количеством ошибок.

3. Метод потенциальных функций

Для построения классификатора на множестве прецедентов используется **метод потенциальных функций**. Каждая точка обучающей выборки рассматривается, как гравитационный заряд. Совокупность точек создает гравитационное поле. Классы рассматриваются как множества точечных зарядов. Распознаваемый заряд будет притягиваться к классу, имеющему наибольший потенциал в данной точке пространства.

Пусть имеется множество прецедентов $\theta = \{\chi_1, \dots, \chi_N\}$ в пространстве признаков и множество меток принадлежности к классам $Y = \{y_1, \dots, y_N\}$. Обозначим области предпочтения для классов ω_1, ω_2 соответственно Ψ_1 и Ψ_2 . Обозначим прецеденты для классов ω_1, ω_2 соответственно θ_1 и θ_2 . Необходимо найти классификатор $q(\chi): (\forall \chi \in \theta_1) q(\chi) > 0$ и $(\forall \chi \in \theta_2) q(\chi) < 0$.

$$y_i = \begin{cases} 1, \chi_i \in \theta_1, \\ -1, \chi_i \in \theta_2, \end{cases} i = 1, \dots, N \tag{4}$$

классификатор $q(\chi)$:

$$(\forall \chi_i \in \theta) y_i q(\chi_i) > 0 \tag{5}$$

Определим потенциальную функцию $u(\chi, y)$, как положительную функцию, значения которой увеличиваются при уменьшении расстояния между χ и y . Системы точек множеств θ_i создают в точке χ пространства признаки потенциалы:

$$u_i(\chi) = \sum_{y \in \theta_i} u(\chi, y), i = 1, 2 \tag{6}$$

Если $u_1(\chi) > u_2(\chi)$, то $\chi \in \theta_1$, если $u_2(\chi) > u_1(\chi)$ то $\chi \in \theta_2$. Классификатор:

$$q(\chi) = u_1(\chi) - u_2(\chi) = \sum_{k=1}^N y_k u(\chi, \chi_k) \tag{7}$$

Функция $q(\chi)$ может не содержать всех N слагаемых и иметь вид:

$$q(\chi) = \sum_{j=1}^N w_j u(\chi, \chi_j), \tag{8}$$

где $\chi_j \in \theta, w_j$ — неизвестные коэффициенты

Классификатор (8) можно записать в виде скалярного произведения:

$$q(\chi) = (\mathbf{w}, u(\chi)), \quad (9)$$

где $\mathbf{w} = (w_j)$, $u(\chi) = (u(\chi, \chi_j))$

В методе потенциальных функций классификатор находится по обучающей выборке $\theta = \{\chi_1, \dots, \chi_N\}$ при помощи коррекции k -й аппроксимирующей функцией $q_k(\chi)$ с помощью рекуррентной процедуры:

$$q_{k+1}(\chi) = q_k(\chi) + g_{k+1}u(\chi, \chi_{k+1}), \quad q_0(\chi) \equiv 0, \quad (10)$$

где $\{g_k\}$ — последовательность, обеспечивающая сходимость $q_k(\chi)$ к $q(\chi)$ при $k \rightarrow \infty$.

Если очередной элемент обучающей выборки классифицируется неправильно, то

$g_{k+1}u(\chi, \chi_{k+1})$ осуществляет коррекцию классификатора.

Выбор потенциальной функции осуществляется двумя способами:

1. Выбирается базовая функция $u(\chi, y)$, соответствующая условиям потенциальности. Функция $q(\chi)$ имеет вид (8) и находится путем рекуррентной коррекции коэффициентов w_j , $j = 1, \dots, N$ или коррекции k -й аппроксимирующей функции:

$$q_k(\chi) = (w(k), u(\chi)) = \sum_{j=1}^N w_j^{(k)} u(\chi, \chi_j) \quad (11)$$

В соответствии с (10) коррекция $w_j^{(k)}$ при предъявлении очередного прецедента (χ_{k+1}, y_{k+1}) происходит следующим образом:

$$w_j^{(k+1)} = \begin{cases} w_j^{(k)}, & k+1 \neq j \\ w_j^{(k)} + r_{k+1}, & k+1 = j \end{cases}$$

$$w_j^{(0)} = 0, \quad j = 1, \dots, N, \quad k = 0, 1, \dots,$$

где

$$r_{k+1} = \begin{cases} 0, & y_{k+1} q_k(\chi_{k+1}) > 0, \\ y_{k+1}, & y_{k+1} q_k(\chi_{k+1}) \leq 0 \end{cases} \quad (12)$$

2. Потенциальная функция представляется в виде ряда по некоторой системе $\{\mu_i(\chi)\}$ базисных (чаще всего ортогональных) функций:

$$u(\chi, y) = \sum_{i=1}^{\infty} \lambda_i^2 \mu_i(\chi), \quad \mu(y), \quad (13)$$

где λ_i — положительные числа, для которых:

$$\sum_{i=1}^{\infty} \lambda_i = \infty, \quad \sum_{i=1}^{\infty} \lambda_i^2 < \infty \quad (14)$$

Классификатор, в соответствии с (10):

$$q(\chi) = \sum_{i=1}^{\infty} A_i \mu_i(\chi) \quad (15)$$

Классификатор определяется путем рекуррентной коррекции коэффициентов c_i или коррекции k -й аппроксимирующей функции:

$$q_k(\chi) = \sum_{i=1}^{\infty} c_i^{(k)} \mu_i(\chi) \quad (16)$$

В соответствии с (10) коррекция $c_i^{(k)}$ при предъявлении системе очередного прецедента (χ_{k+1}, y_{k+1}) происходит следующим образом:

$$\begin{aligned} c_i^{(k+1)} &= c_i^{(k)} + r_{k+1} \lambda_i^2 \mu_i(\chi_{k+1}), \\ c_i^{(0)} &= 0, \quad i = 1, 2, \dots, \quad k = 0, 1, \dots, \end{aligned} \quad (17)$$

где коэффициенты r_k вычисляются по формуле (12)

Функцию $q_k(\chi)$ можно записать в виде скалярного произведения:

$$q(\chi) = (c^{(k)}, \mu_i(\chi_{k+1})), \quad (18)$$

где $\mu(\chi_{k+1}) = (\mu_i(\chi_{k+1}))$, $c^{(k)} = c_j^{(k)}$

Достоинства метода потенциальных функций

1. Нелинейное разбиение множества объектов позволяет решать задачи, которые сложно решить другими методами.
2. Возможность работать с разнородными, сложно структурированными данными за счет использования различных потенциальных функций [3], [4].
3. Возможность замены потенциальной функции в случае изменения структуры анализируемых данных [5].
4. Существование эффективных методов упрощения для классификаторов, что позволяет использовать метод в режиме реального времени [5].

Недостатки метода потенциальных функций

1. Установление априори некоторых параметров решающей функции. При работе с большими объемами данных применение методов перебора затруднительно.
2. Трудность выбора подходящей потенциальной функции и трудоемкости вычислений, при большом объеме обучающей выборки.

3. Наличие «шумов» в множествах, используемых в методе.

Выводы

1. Существует ряд исследований [4], [5] позволяющих частично исправить указанные недостатки метода потенциальных функций. Усовершенствованные методики вычислений позволяют успешно использовать метод потенциальных функций при решении ряда задач распознавания образов [1].
2. В связи с тем, что задача распознавания образов является частью схемы мышления, успешное решение проблем, связанных с методом потенциальных функций, возможно только вместе с решением сходных проблем в кибернетике и теории искусственного интеллекта.
3. Решение проблем, связанных с ограничениями метода потенциальных функций, возможно при помощи нейросетей и квантовых компьютеров, осуществляющих нелокальную обработку информации,

ЛИТЕРАТУРА

1. Местецкий Л.М., Математические методы распознавания образов. Курс лекций. — М: МГУ, ВМиК, кафедра «Математические методы прогнозирования», 2004—263 с.
2. Лепский А. Е., Броневиц А. Г., Математические методы распознавания образов. Курс лекций: — Издательство Технологического института Южного федерального университета, Таганрог, 2009 г., 153 с.
3. Arnold A., Eskin E., Prerau M., Portnoj L., Stolfo S. A., Geometric Framework for Unsupervised Anomaly Detection: Detecting Intrusions in Unabled Data // Kluwer, Applications of Data Mining in Computer Security, 2002.
4. Michail Petrovskiy. Fuzzy Kernal-based Method for Real-time Network Intrusion Detection // Springer-Verlag, LNCS, 2003, vol. 2877.
5. Scholkopf B., Smola A.: Learning with kernels: Support Vector Machines, Regularization, Optimization and Beyond. MIT Press, Cambridge, 2000.

© Волосова Александра Владимировна (sas32sa@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Московский технологический университет

ПРЕДОБРАБОТКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОГНОЗА НЕЙРОННОЙ СЕТИ

PREPROCESSING OF STATISTICAL DATA TO IMPROVE THE QUALITY OF THE FORECAST BY A NEURAL NETWORK

A. Gilmanov
A. Gusev
A. Okunev

Summary. The article describes the method of functional preprocessing of statistical data to improve the forecast obtained with the help of neural networks. We consider a fairly wide range of functions that can be used to pre-process statistical data. The advantage of neural networks for forecasting using data preprocessing is shown, in terms of forecast stability. The forecast error is considered as a random variable for which: statistical estimates for the mathematical expectation and for the standard deviation are calculated, and a selective coefficient of variation is calculated to determine the most stable forecast model.

Keywords: functional preprocessing, forecast, stability of the neural network model, coefficient of variation.

Гильманов Артур Ринатович

Пермский государственный национальный
исследовательский университет
arturinhog@yandex.ru

Гусев Андрей Леонидович

Д.т.н., К.ф.-м.н., профессор, Пермский государственный
национальный исследовательский университет
alguseval@mail.ru

Окунев Александр Анатольевич

Аспирант, Пермский государственный национальный
исследовательский университет
alexander2510@mail.ru

Аннотация. В статье описывается метод функциональной предобработки статистических данных для улучшения прогноза, получаемого с помощью нейронных сетей. Рассматривается достаточно широкий набор функций, который может быть использован для предобработки статистических данных. Показано преимущество нейронных сетей для прогноза с использованием предобработки данных, в смысле устойчивости прогноза. Ошибка прогноза рассматривается как случайная величина, для которой вычисляются: статистические оценки для математического ожидания и для стандартного отклонения, а также вычисляется выборочный коэффициент вариации для определения наиболее устойчивой модели прогноза.

Ключевые слова: функциональная предобработка, прогноз, устойчивость нейросетевой модели, коэффициент вариации.

В настоящее время в различных предметных областях задачи прогнозирования решаются с помощью прогнозирования многомерных временных рядов. Примерами таких областей являются экономика (прогнозирование макроэкономических показателей), медицина (показатели заболеваемости и смертности), промышленность (вибродиагностика) и т.д. Для решения подобных задач активно разрабатываются методы, использующие нейронные сети. Примерами могут служить методы, описанные в работах [1–4].

Существующие методы предполагают, что статистических данных достаточно много, чтобы построить качественную модель прогноза. Кроме того, эти методы ориентированы на прогнозирование величин только для одного объекта или одной территории. Но возможны ситуации, когда наблюдения ведутся для нескольких объектов в течение небольшого количества временных периодов. Решение подобных задач может быть выполнено с помощью метода экстраполяции ошибки нейронной сети, который рассмотрен в работах [5] и [6].

В методе экстраполяции ошибки нейросети задачу прогнозирования авторы настоящей статьи сформулировали следующим образом. Показатель Y может быть спрогнозирован по известному определяющему вектору X и неизвестному определяющему Z . На первом этапе этого метода выполняется процедура сжатия информационного пространства. В результате этого исследователь получает сжатое множество наблюдений, на котором чаще всего можно построить приемлемую нейросетевую модель прогноза, то есть модель с удовлетворительной ошибкой прогноза. Получая ошибку прогноза на полном множестве наблюдений и экстраполируя ошибки нейросети для прогнозного периода, можно получить удовлетворительный общий прогноз, как сумму псевдо прогноза и экстраполированной ошибки нейронной сети.

Однако и этот метод экстраполяции ошибки не всегда дает положительные результаты в смысле общей средней ошибки прогноза. Что же можно предпринять в такой ситуации, когда прогнозирование необходимо по ряду объектов или территорий?

Как известно, корреляция между определяющими показателями и прогнозируемым показателем тесно связана с качеством прогнозирования при использовании регрессионных многомерных моделей. На практике при отборе наиболее значимых предикторов исследователи часто ориентируются на их коэффициенты корреляции с прогнозируемыми показателями. Исходя из этого, предположим, что выполнив определенную предобработку данных, можно увеличить коэффициенты корреляции между определяющими показателями и прогнозируемым показателем, если для модели прогноза используются нейронные сети. По естественному предположению это может привести к повышению качества прогнозирования, то есть к снижению общей средней ошибки прогноза. Подобный подход имеет смысл особенно в том случае, если статистические данные сильно зашумлены или их количество недостаточно для построения качественной нерасчетной модели прогноза при помощи стандартных способов.

Рассмотрим функциональную предобработку данных, увеличивающую коэффициенты корреляции, которые авторы реализовали в виде программного продукта. Множество всех наблюдений предварительно делится на обучающее множество и тестирующее множество, согласно каноническому построению модели прогнозирования с помощью нейронных сетей. Только на обучающем множестве выполняется поиск оптимального способа предобработки с использованием следующих функций: x^α , e^{ax} , $\ln(ax)$, $\sin(ax)$, $\cos(ax)$, $sh(ax)$, $ch(ax)$, $tg(ax)$, $\arcsin(ax)$, $\arccos(ax)$, $\operatorname{arcsch}(ax)$, $\operatorname{arcch}(ax)$, $\operatorname{arctg}(ax)$, $\operatorname{arcth}(ax)$ и сигмоидная функция, где α принадлежит некоторому, заранее известному интервалу. Например, для сигмоиды α принадлежит интервалу от -10 до $+10$. Каждый интервал для α разбивается с некоторым шагом h , например, $h = 0,01$ или $h = 0,001$. Множество функций обозначим $F(\alpha, x)$. Пусть всего имеется N функций.

Алгоритм предобработки статистических данных заключается в следующем пошаговом итеративном процессе.

Шаг 1. Вычисляется корреляция (начальная корреляция) каждого из определяющих показателей x_i с прогнозируемым показателем y .

Шаг 2. Значения показателей x_i при помощи нормировки приводятся к интервалу $[2; 102]$ или к интервалу $[2; 3]$, что важно для использования всего спектра функций.

Шаг 3. Каждый определяющий показатель преобразуется каждой функцией из множества $F(\alpha, x)$. Получим N преобразований.

Шаг 4. Для каждого из N преобразований каждого определяющего показателя находится коэффициент корреляции с прогнозируемым показателем y .

Шаг 5. Для каждого x_i определяется функция преобразования из возможных N преобразований, для которой коэффициент корреляции по отношению к прогнозируемому показателю y будет наибольшим.

Шаг 6. Выполняется сравнение наибольшего коэффициента корреляции для конкретного определяющего показателя x_i с коэффициентом корреляции на предыдущей итерации алгоритма или начальным коэффициентом корреляции в случае первой итерации. Если коэффициент корреляции не увеличился или увеличился незначительно, то показатель исключается из дальнейшей предобработки. Незначительность определяется исследователем, например, может быть сравнение с величиной равной $0,001$.

Шаг 7. Далее с помощью функции, определенной на 5 шаге, преобразуется x_i (т.е. происходит предобработка) и осуществляется переход к шагу 2 алгоритма. При этом считаем преобразование новым определяющим показателем.

Шаг 8. Алгоритм завершается, когда все x_i будут исключены из итерационного процесса на 6 шаге.

После выполнения алгоритма (найжены последовательности преобразующих функций для всех определяющих показателей из обучающего множества) в этой же последовательности преобразующие функции применяются к тем же показателям на тестирующем множестве. Далее следует построение модели прогноза по классической схеме для нейронных сетей. По сути, теперь исследователь имеет дело с одинаково преобразованными определяющими показателями, как в обучающем множестве, так и в тестирующем множестве.

В качестве примера рассмотрим прогнозирование путем построения нейронной сети с достаточно простой структурой.

Для проверки корректности метода предобработки данных из статистического справочника [7] был случайным образом выбран показатель «Заболеваемость», 5 показателей качества среды обитания и 4 показателя качества медицинского обслуживания. Все показатели анализировались за 10 лет (2005–2014 годы) по 77 территориям. Задача заключалась в том, чтобы по показателям качества среды обитания и качества медицинского обслуживания предыдущего года спрогнозировать показатель заболеваемости следующего года по 77 территориям. После сдвига данных с лагом в один год оказалось, что нейросетевую модель прогноза можно построить

по 8 годам (616 наблюдений — обучающее множество) и проверить её качество по 2014 году (77 наблюдений — тестирующее множество).

Определим, что под ошибкой прогноза будем понимать среднюю ошибку по территориям. А под ошибкой прогноза по территории будем подразумевать модуль разности между прогнозным и фактическим показателями заболеваемости по территории, разделенный на размах показателя заболеваемости и умноженный на 100%. Размах — разница между наибольшим и наименьшим значениями показателя заболеваемости за 8 лет (т.е. по обучающему множеству).

Сначала используем классический метод построения нейронной сети для прогноза на исходных статистических данных. Подберем архитектуру нейронной сети, показывающей наиболее стабильные результаты (в смысле результирующей ошибки). Такая нейронная сеть оказалась с достаточно простой структурой: 9 нейронов на входном слое, 2 нейрона на скрытом слое, 1 нейрон на выходном слое, активационные функции — гиперболический тангенс, применялся алгоритм обучения упругого распространения. Каждый раз при обучении нейронной сети проводилось 1000 итераций, а результат прогноза фиксировался в виде средней ошибки по 77 территориям. Количество таких экспериментов было равно 100. Среднюю ошибку можно рассматривать как случайную величину O_1 , которая наблюдалась 100 раз. Эта случайная величина имела среднее выборочное равное $\bar{o}_1 = 4,34$ и выборочное стандартное отклонение равное $\sigma_{O_1} = 0,30$. Следовательно, выборочный коэффициент вариации этой случайной величины равен $v_{O_1} = 0,07$.

Теперь используем классический метод построения нейронной сети для прогноза на исходных данных

с предобработкой. Подберем архитектуру нейронной сети, показывающей наиболее стабильные результаты (в смысле результирующей ошибки). Такая нейронная сеть оказалась с ещё более простой структурой: 9 нейронов на входном слое, 1 нейрон на скрытом слое, 1 нейрон на выходном слое, активационные функции — гиперболический тангенс, применялся алгоритм обучения упругого распространения. Каждый раз при обучении нейронной сети проводилось 1000 итераций, а результат прогноза фиксировался в виде средней ошибки по 77 территориям. Количество таких экспериментов было также равно 100. Среднюю ошибку вновь можно рассматривать как случайную величину O_2 , которая наблюдалась 100 раз. Эта случайная величина имела среднее выборочное равное $\bar{o}_2 = 2,95$ и выборочное стандартное отклонение равное $\sigma_{O_2} = 0,19$. Следовательно, выборочный коэффициент вариации этой случайной величины равен $v_{O_2} = 0,06$.

В результате предобработки ошибка на тестирующем множестве в среднем снизилась с 4,34% до 2,95%, то есть на 1,39%. Этот факт позволяет говорить о корректности метода предобработки исходных статистических данных, позволяющим снизить общую среднюю ошибку прогноза. Причем, сравнение коэффициентов вариации средней ошибки нейронной сети позволяет утверждать, что предобработка статистических исходных данных обеспечивает большую устойчивость прогноза.

Вывод: рассмотренный метод позволяет уменьшать ошибку прогнозирования при условии недостаточности и/или зашумленности статистических данных. Также метод может быть использован, когда средняя ошибка прогноза при применении стандартных методов прогнозирования не устраивает исследователя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ruta D., Gabrys B. Neural Network Ensembles for Time Series Prediction // Neural Networks, 2007. IJCNN2007. International Joint Conference on. 2007. pp. 1204–1209.
2. Collotta M., Pau G. An Innovative Approach for Forecasting of Energy Requirements to Improve a Smart Home Management System Based on BLE // IEEE Transactions on Green Communications and Networking, 2017. pp. 112–120.
3. Nguyen, H.H., Chan, C. W. Multiple neural networks for a long term time series forecast // Neural Computing & Applications, Vol. 13, No. 1, 2004. pp. 90–98.
4. Abdoli A.M., Nezhad M. F., Sede R. S., Behboudian S. Longterm forecasting of solid waste generation by the artificial neural networks // Environmental Progress & Sustainable Energy, Vol. 31, No. 4, 2012. pp. 68–636.
5. Gusev A.L., Okunev A. A. Forecasting with incomplete set of factors determining the predicted factor. Neural network error extrapolation method // International Journal of Applied Mathematics and Statistics, Vol. 56, No. 5, 2017. pp. 48–52.
6. Гусев А.Л., Окунев А. А. Методы сжатия информационного пространства при прогнозировании в условиях неполноты информации // Материалы XV Всероссийской научной конференций «Нейрокомпьютеры и их применение». Москва. 2017. С. 190–191.
7. Регионы России. Социально-экономические показатели 2015. Статистический сборник. Росстат, 2015.

© Гильманов Артур Ринатович (arturinhog@yandex.ru),

Гусев Андрей Леонидович (alguseval@mail.ru), Окунев Александр Анатольевич (alexander2510@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ТЕСТИРОВАНИЕ НА ПРОНИКНОВЕНИЕ КАК МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

PENETRATION TESTING AS A METHOD OF INFORMATION SECURITY MANAGEMENT

A. Klyuev
A. Fajzenger
D. Yuriev

Summary. The article discusses the sets of the method that provoke a network attack, the value of which is to penetrate the secret sectors of the company, changes to data and/or theft, breach or failure to perform critical business processes.

Keywords: penetration testing, intelligence, audit, information system.

Тест на проникновение (penetration test или сокращенно pentest) — это один из способов продемонстрировать, в какой степени защищена ваша компания от попыток войти в её секретную инфраструктуру на ее конфиденциальные данные и различные угрозы для информации. В иностранных странах также не редка пересекаются термины под названием этический хакинг (ethical hacking).

Мероприятия такого характера являются важным для любой компании, зависящей от информации и предоставляющие услуги ее систем информационных технологий. Например, работа банковского учреждения почти полностью зависит от её функционирования процессинговой системы, а интернет магазин перестаёт совершать продажи при блокировки его веб-страницы.

Каждый день все больше ощущается взаимосвязь ИТ информации и технологий во всех компаниях и абсолютно не имеет значение её направления. Случаи с информационной безопасностью, которые часто связаны со взломами, бывают критическими или даже могут стать роковыми для многих компаний, ежегодно. О подобных инцидентах, как правило о умалчивают, что определенно реализует беспечную атмосферу для других компаний. Но бывает и так, что некоторые форс мажорные случаи попадают в СМИ на популярные новостные сайты.

Подобающее большинство компаний готовы оплачивать миллионы на приобретение разнообразных ИТ-ре-

Клюев Андрей Сергеевич

Аспирант, Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток
kozerog1991@gmail.com

Файзенгер Алексей Аркадьевич

Аспирант, Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Юрьев Дмитрий Русланович

Аспирант, Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Аннотация. В статье рассматриваются наборы данного метода, которые провоцируют сетевые нападения, ценностью которой является — проникнуть в секретные секторы компании, изменения данных и/или кража, нарушения или сбой работы критически-важных бизнес процессов.

Ключевые слова: тестирование на проникновение, разведка, аудит, информационная система.

шений и обслуживание тех самых «самолетов», которые не работают в основном даже на 30% своей производительности, но не готовы оплачивать адекватные деньги за твердость в сохранности своей компании и своего бизнеса. Информационная безопасность придерживается одного золотого правила, которое гласит, что сумма, затрачиваемая на защиту информации никогда не должна переходить выше её стоимости.

Изучение уязвимости производится специальными разработанными программами-сканерами, которые позволяют автоматически проверять сетевую площадку и веб-сайты компании на присутствие брешей. Без сомнений, такое мероприятие бывает одним из основных этапов теста на проникновение, предоставляющее найти значительное количество потенциальных изъян в системе, определить отсутствие обновлений, утилит, патчей или других проблем в защите ИТ-систем.

В отличии от злоумышленников которые пытаются навредить или войти в инфраструктуру компании, у отряда тестеров есть чётко поставленные рамки которые соглашаются и регламентируются обеими сторонами, при выполнении всех своих операций: все действия которые могут привести к сбою или навредить системе, реализуются только по заранее составленному сговору, все операции сканирования абсолютно чисты и спланированы, работа критических бизнес-процессов не нарушается, а на финальном этапе теста заказчик получает объективные отчеты о состоянии дел в его компании,

системы безопасности в терминах, понятных не только программистам, но и бизнесу.

Наличие методик разного типа выполнения тестов на проникновение не останавливает творческой составляющей, что требует от личного состава, исполняющей его, глубоких познаний в сфере ИТ-безопасности и так же — умения мыслить неординарно, применять методы социальной инженерии, анализировать и собирать информацию.

Для проведения теста на проникновения, необходимо комплексное решение которые включает в себя разные виды работ по которым согласовываются стоимость и время, за которое оно будет выполнено. В то же время, нужно согласовать дополнительные параметры такие как количество участников.

На установленной фазе можно закончить целиком проект в ином случае продолжать pentest стезей анализа внутренних сетей (возможные подходы: белый или частично серый ящик). В аналогичной ситуации имитируются атаки с фронта инсайдера. Опциями тестирования должны быть:

Тестирование общей площади под названием сеть. Глубокая диагностика на проникновение, или же провести автоматизированное сканирование уязвимости внутренних средств компании. Показывается количество IP адресов, приложения и веб-сайты.

Исследование кода веб-страниц. Программный код проверяется на наличие уязвимостей и изъян типа SQL injection, command injection, file inclusion, DoS, на присутствие закладок добавленных несанкционированно, недостатки в архитектуре и др.

Исследованием программного кода приложения. Код диагностируется на существование изъян уязвимости типа Buffer overflow, DoS, на присутствие закладок добавленных несанкционированное, недостатки в архитектуре и др.[12]

Аудитория устройств — мобильников. Исследование безопасности применения планшетов, смартфонов, телефонов, также устройства хранения данные такие как USB, плееров и другие мобильные устройства.

1. Немаловажно установить порядок демонстрации отчетности. Компетентные аудиторы могут предоставить доступную информацию о выполненной работе для менеджмента в четкой и ясной форме. Из наиболее эффективных вариантов:

- ◆ Результат отчетности по окончании тестирования;

- ◆ Предоставлять отдельный отчет сразу при нахождении критической уязвимости;
- ◆ Выполнять отчеты с промежутком раз в 2–3 дня.

2. Также должны установить следующие организационные аспекты:

- ◆ Линии связи для обработки информации между заказчиком и командой тестеров. Естественно они закодированы;
- ◆ Ответственные лица со стороны исполнителя и заказчика;
- ◆ Определенный алгоритм действий в случае возникновения непредвиденных инцидентов, связанных с проведением тестирования;
- ◆ Тестирование проходит в определенных рамках (например, только в выходные дни, только безопасные проверки для определенных систем и т.д).

Каждое мероприятие по тестированию проводится только после того как подписали договора, а также подлинное соглашение о неразглашении с исполнителями. Исполнитель со своего фронта проводит явную подготовку к тесту: ставит в известность персонал, организывает совместную работу, готовит необходимое оборудование и ПО, каналы связи и прочее.

Неотложное назначение аудиторов на этом этапе становится собирание насколько возможно огромного количества ресурсов о тестируемых процессах и о сотрудниках компании. Часто уже на в этом пункте вероятно нахождение критически-уязвимых изъян, например, забытые или «бесхозные» сервисы, не запрашивающие регистрации и предоставляющие доступ во внутреннюю сеть, опубликованная конфиденциальная информация, пароли и иная опасная информация. [12]

Даже после проникновения рассматриваются другие варианты атак, с помощью которых можно проникнуть в информационную систему (ИС).[11] Преимущества тестирования на проникновение: — позволяет эффективно продемонстрировать возможность проникновения в ИС и выявить слабые места в обеспечении информационной безопасности; — позволяет выделить критические проблемы безопасности, требующие непосредственного внимания; — позволяет выделять финансовые и материальные ресурсы на обеспечение безопасности ИС на тех участках, на которых это требуется больше всего; — тестирование подразумевает использование различных сценариев, учитывающих особенности ИС предприятия.

Поиск информации происходит в доступных источниках вручную, а также при помощи специализированных инструментов. В объем работ, как правило, входит поиск информации в таких источниках:

- ◆ Система поиска;
- ◆ Анализировать e-mail письма;
- ◆ Звонки в call-центр компании с целью получить информацию о ключевых сотрудниках компании, о структуре компании и технологиях;
- ◆ Исследование метаинформации в документации, размещенных на веб-сервисах компании и т.д.;

Как мы видим из описанного ранее, тест на проникновение — это объёмная и сложная услуга, у которой есть возможности показать текущую картину уровня ИБ систем. Результатом проведения подобного тестирования часто удивляют выше поставленных руководителей компаний-заказчиков. Практика показывает проведение тестов, связанные со слабой организацией в установке обновлений и заплаток (patch management), проникновение в хранилище сети через «бесхозные» сервисы, расположенные по соседству с критическими бизнес приложениями, несерьёзные отношения к вопросам компетентности персонала в вопросах информационной безопасности, в которых 99% атак методами социальной инженерии успешно реализовываются. [11]

Свежие изъяды в системах и технологиях находят практически каждый день. В следствии, защита информации в бизнесе должна стать постоянной процедурой, а не одноразовым схождением. Отличная практика хоть раз в год проводить профилактику на тему проникновения, а в промежутки между ними организовать программы управления уязвимостями (vulnerability management) путем закупки сканера изъяды и периодического самостоятельного сканирования площади сети. Такой подход обеспечивает высокую защиту от устремлённых атак, либо от направления конкурентов или других имеющих интерес персон, у которых есть определенные ресурсы (деньги, время, квалифицированных специалистов и технологии), сопоставленных с ценой самой информации.

В виду того, что тест на проверку изъяды не дает сто процентной гарантии защищенности системы: есть еще различные системы защиты, одна из них 0-day уязвимости, наличие которой известно лишь определённо узкому кругу персон. Похожими так называемыми «дырами» обычно пользуется хакерская группа лиц, подобным прославившихся Anonpymous. На подпольных сайтах за некую сумму есть возможность приобрести эксплойты для этих изъяды, и если у злоумышленника достаточно ресурсов, взлом будет всего лишь делом времени. [11]

Для того что бы уменьшить возможность нахождения изъяды системы и последствия взлома от посторонних лиц необходима организация аспекту «defense in depth» (глубокоэшелонированной защиты) и доступности высокого уровня, наладить все необходимые процессы для реализации на уменьшения угроз последствия атаки и попыток взлома. Важными элементами являются организация следующих процессов:

- ◆ Обновление и установка ПО в системах;
- ◆ Организационное управление риском для критически важных бизнес процессов и систем;
- ◆ Следить и управлять изменениями;
- ◆ Мониторить и регистрировать события влияющие на безопасность;
- ◆ Реагировать на инциденты в тех ситуациях когда обнаружен взлом;
- ◆ Расследовать инциденты (forensics) с юридическими и правильными оформлением улики;
- ◆ Информационную безопасность— должен знать каждый работник;
- ◆ Управлять резервированием и восстановлением потерянной информации.

Для того что бы организовать безопасность своего бизнеса необходимых процессов необходимо выбрать один из подходов к реализации информационной безопасности, предлагаемые международным, а теперь и некоторыми национальными стандартами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Серия международных стандартов ISO 27000
2. Common Vulnerability Scoring System, V3 Development Update URL: <https://www.first.org/cvss> (дата обращения: 12.01.2018).
3. Угрозы, уязвимости и атаки в сетях. URL: <http://asher.ru/security/book/its/24> (дата обращения: 12.01.2018).
4. Систематика уязвимостей и дефектов безопасности программных ресурсов. URL: http://www.npo-echelon.ru/doc/is_taxonomy.pdf (дата обращения: 12.01.2018).
5. Buffer overflows demystified. URL: <http://www.enderunix.org/docs/eng/bofeng.txt> (дата обращения: 12.01.2018).
6. Once upon a free(). URL: <http://phrack.org/issues/57/9.html> (дата обращения: 12.01.2018). 57
7. Core Impact Pro. Comprehensive multi-vector penetration testing. URL: <http://www.coresecurity.com/core-impact-pro> (дата обращения: 12.01.2018).
8. Nmap techniques for avoiding firewalls. URL: <https://pentestlab.wordpress.com/2012/04/02/nmap-techniques-for-avoiding-firewalls/> (дата обращения: 12.01.2018).
9. Port scanning techniques. URL: <http://nmap.org/book/man-port-scanningtechniques.html> (дата обращения: 12.01.2018).
10. Port scanning with Nmap. URL: http://my.safaribooksonline.com/book/networking/security/9781593272883/3dotintelligence-gathering/active_information_gathering (дата обращения: 12.01.2018)

11. [Электронный ресурс] <http://auditagency.com.ua/?lang=en&p=Pentest&r=blog>
12. [Электронный ресурс] <https://sp123.ru/services/testirovanie-vashey-korporativnoy-informatsionnoy-sistemy/>

© Клюев Андрей Сергеевич (kozerog1991@gmail.com),
Файзенгер Алексей Аркадьевич, Юрьев Дмитрий Русланович.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТРАНСФОРМАТОРА ТОКА

MATHEMATICAL MODEL
OF THE CURRENT TRANSFORMER

V. Kuprienko

Summary. The analysis of the behavior of relay protection devices in transient regimes has the practical interest. It is advisable to conduct such an analysis through mathematical modeling using computer technology. Transitional regime, accompanied by saturated core of current transformers and errors exceeding the standard level, seems to be the most important. A significant distortion of the shape of the secondary current relative to the shape of the primary short-circuit current is observed in this mode. That, in turn, is the cause of disturbances in the operation of relay protection. The technique of modeling the current transformer in saturation mode (including — deep) is considered in the article.

Keywords: current transformer, error, saturated core, relay protection, mathematical modeling.

Куприенко Виктор Владимирович

К.т.н., доцент,

Оренбургский государственный университет

ogu15210@mail.ru

Аннотация. Анализ поведения устройств релейной защиты в переходных режимах представляет практический интерес. Целесообразно проводить такой анализ с помощью математического моделирования с использованием компьютерной техники. Наиболее важным представляется переходный режим, сопровождающийся насыщением трансформаторов тока и погрешностями, превышающими нормативный уровень. В этом режиме наблюдается значительное искажение формы вторичного тока относительно формы первичного тока короткого замыкания. Что, в свою очередь, является причиной нарушений в работе релейной защиты. В статье рассматривается методика моделирования трансформатора тока в режиме насыщения (в том числе — глубокого).

Ключевые слова: трансформатор тока, погрешность, насыщение, релейная защита, математическое моделирование.

При анализе поведения быстродействующей релейной защиты (РЗ) наибольший интерес представляют переходные режимы, сопровождающиеся насыщением трансформаторов тока (ТТ).

Известно несколько методов расчета режимов работы ТТ [1,2]. Применяются различные способы аппроксимации характеристики намагничивания сердечника ТТ [3,4]. Применение более сложной аппроксимации характеристики намагничивания, естественно, повышает точность расчета, но ведет к значительному его усложнению.

Проведенная оценка существующих методов по степени их соответствия требованиям инженерной практики позволяет взять за основу как наиболее простой и удобный метод расчета вторичного тока ТТ, основанный на замене реальной характеристики намагничивания сердечника прямоугольной безгистерезисной характеристикой [4]. Достоинства такой аппроксимации — предельное упрощение расчетов при сохранении приемлемой точности, наглядность интерпретации физических процессов [3]. Данный метод может широко использоваться прежде всего в случаях, когда ТТ работает в области насыщения, с большими величинами напряженности поля. Именно в таких случаях обычно и возникают проблемы в работе РЗ. На основе метода разработана упрощенная математическая модель для анализа работы устройств РЗ. Как отмечается в [4,6,7], практический интерес представляет прогнозирование

поведения устройств РЗ в переходных режимах на основе их математического описания и использования вычислительной техники.

В основу математического описания положена общепринятая модель одиночного ТТ и соответствующие ей допущения:

- ◆ доаварийное значение первичного тока равно нулю;
- ◆ все токи приведены к вторичной стороне стороны ТТ;
- ◆ ток короткого замыкания (КЗ) возникает в фазах одновременно;
- ◆ сопротивления нагрузки ТТ всех фаз одинаковы;
- ◆ первичный ток принят состоящим только из синусоидальной составляющей основной частоты и апериодической составляющей.

На участке идеальной трансформации потокосцепление (индукция) изменяются в конечных пределах: $\pm \psi_s$ ($\pm B_s$). При этом ток намагничивания (I_0) ТТ равен нулю, а вторичный ток (I_2) равен приведенному первичному (I_{12}). Мгновенное значение токов и э.д.с. могут быть описаны следующими уравнениями [5]:

$$\begin{cases} i_{02} = 0 \\ i_2 = i_{12} \\ e_2 = R_2 \cdot i_{12} + L_2 \frac{di_{12}}{dt} \end{cases} \quad (1)$$

где R_2 , L_2 , e_2 — активное сопротивление, индуктивность и э.д.с. вторичной цепи ТТ.

В момент насыщения сердечника t_{1k} (k — номер полу-периода) изменение потокосцепления прекращается, а сопротивление ветви намагничивания уменьшается до нуля. Вторичный ток при этом начинает изменяться, затухая по экспоненциальному закону с постоянной времени вторичной цепи $T_2=L_2/R_2$. При этих условиях мгновенные значения токов и э.д.с. описываются следующими уравнениями:

$$\begin{cases} e_2 = 0 \\ i_2 = i_{12}(t_{1k}) \cdot e^{-\frac{t-t_{1k}}{T_2}} \\ e_2 = i_{12} - i_2 \end{cases} \quad (2)$$

Появляющийся при $t=t_{1k}$ ток намагничивания вначале возрастает, а затем снижается. В момент, когда он становится равным нулю, сердечник ТТ выходит из насыщения (момент t_{2k}).

Ток КЗ в переходном режиме, как известно, состоит из периодической и аperiodической составляющих:

$$i_{12}(t) = I'_M \left[\cos \varphi \cdot e^{-\frac{t}{T_1}} - \cos(\omega t + \varphi) \right], \quad (3)$$

где I'_M — максимальное приведенное значение периодической составляющей тока КЗ; φ — фаза тока в момент возникновения КЗ; T_1 — постоянная времени первичной цепи.

Подставив (3) в (1) получаем:

$$e_2(t) = I'_M \left(R_2 - \frac{L_2}{T_1} \right) \cos \varphi \cdot e^{-\frac{t}{T_1}} + I'_M \left[\omega L_2 \sin(\omega t + \varphi) - R_2 \cos(\omega t + \varphi) \right] \quad (4)$$

Зная э.д.с. вторичной обмотки, можно определить потокосцепление сердечника ТТ:

$$\psi(t) = \int e_2(t) dt \quad (5)$$

Вычисление интеграла может производиться одним из численных методов либо аналитическим путем — подставив (4) в выражение (5).

В результате постоянная интегрирования m :

$$m = I'_M \left[L_2 \cos \varphi + \frac{R_2}{\omega} \sin \varphi - \right.$$

$$\left. - (L_2 - R_2 T_1) \cos \varphi \right] + \psi_0, \quad (6)$$

где у

$$\begin{aligned} \psi(t) = & I'_M (L_2 - R_2 T_1) \cos \varphi \cdot e^{-\frac{t}{T_1}} - \\ & - I'_M \left[L_2 \cos(\omega t + \varphi) + \frac{R_2}{\omega} \sin(\omega t + \varphi) \right] + \\ & + I'_M \left[L_2 \cos \varphi + \frac{R_2}{\omega} \sin \varphi - \right. \\ & \left. - (L_2 - R_2 T_1) \cos \varphi \right] + \psi_0 \end{aligned} \quad (7)$$

Потокосцепление насыщения реального ТТ может быть найдено по формуле:

$$\psi_s = B_s \cdot S \cdot W_2 \quad (8)$$

где B_s — индукция насыщения стали сердечника ТТ; S — площадь сечения сердечника; W_2 — число витков вторичной обмотки ТТ.

Для определения мгновенных значений вторичного тока ТТ необходимо знать моменты насыщения сердечника и выхода его из насыщения (t_{1k} и t_{2k}). При известных законах изменения тока между этими моментами нетрудно получить картину изменения вторичного тока в целом.

Значение t_{1k} определяется из условия:

$$|\psi(t_{1k})| = \psi_s \quad (9)$$

Значение t_{2k} можно найти из условия равенства в этот момент приведенного первичного и вторичного токов, так как в этот момент ток намагничивания становится равным нулю:

$$i_{12}(t_{2k}) = i_{12}(t_{1k}) \cdot e^{-\frac{t_{1k}-t_{2k}}{T_2}} \quad (10)$$

Таким образом, в момент времени t_{2k} сердечник выходит из насыщения и ТТ начинает идеально трансформировать ток. Потокосцепление вновь изменяется согласно (7). Постоянную интегрирования можно найти из следующего условия:

$$|\psi(t_{2k})| = \psi_s \quad (11)$$

Аналогично определяются моменты перехода функции через нуль.

При анализе поведения РЗ представляет интерес оценка влияния на ее параметры погрешности ТТ в переходном режиме. Полная погрешность может быть определена по следующей формуле:

$$\varepsilon = \frac{100}{I'_1} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (i_{12} - i_2)^2 dt}, \quad (12)$$

где I'_1 — первичный приведенный ток.

Значение I'_1 на расчетном промежутке (период T) может быть определено по формуле:

$$I'_1 = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i_{12}^2 dt} \quad (13)$$

Следует отметить, что математическая модель позволяет производить расчеты как в действующих, так и в средних значениях.

Ток намагничивания существует на участке насыщения ТТ ($t_{1k} - t_{2k}$) и описывается выражением

$$i_0(t) = I'_M \cos \varphi \cdot e^{-\frac{t}{T_1}} - I'_M \cos(\omega t + \varphi) - I_{1k} \cdot e^{-\frac{t_{1k}-t}{T_2}} \quad (14)$$

где I_{1k} — ток в момент насыщения ТТ (t_{1k}).

Для того, чтобы подсчитать величину намагничивающего тока, следует возвести выражение (14) в квадрат, после чего получается сумма составляющих, обозначенных автором как A, B, C, D, E, F

(их громоздкое формульное изображение решено опустить).

Проинтегрировав эти выражения на интервале времени от t_{1k} до t_{2k} , получим, соответственно $A_u, B_u, C_u, D_u, E_u, F_u$

При возведении в квадрат выражения (3), соответствующего приведенному первичному току, и интегрирования на интервале времени, равном $t_n - t_k$ (моменты начала и окончания периода соответственно), получаются выражения, аналогичные A_u, B_u, D_u , обозначенные автором как A_{u*}, B_{u*}, D_{u*} .

Таким образом, полную погрешность ТТ можно определить в каждом периоде по выражению

$$\varepsilon = \frac{I_0}{I'_1} \cdot 100\%, \quad (15)$$

где

$$I_0 = \sqrt{\frac{A_{и} + B_{и} + C_{и} + D_{и} + E_{и} + F_{и}}{t_k - t_n}} \quad (16)$$

$$I'_1 = \sqrt{\frac{A_{и*} + B_{и*} + D_{и*}}{t_k - t_n}} \quad (17)$$

Следует заметить, что ТТ может насыщаться за период дважды — в первом полупериоде и во втором. В таком случае к (16) необходимо прибавить такое же выражение, соответствующее току намагничивания во втором полупериоде.

Полученная форма вторичного тока при задаваемых исходных параметрах ТТ и первичной цепи используется как входной сигнал при исследовании работы устройств РЗ, также представляемых в виде математических моделей (что выходит за рамки данной статьи).

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев В. В., Адоньев Н. М., Кибель В. М. и др. Трансформаторы тока. — Л.: Энергоатомиздат, 1989. — 416 с.
2. Сопьяник В. Х. Расчет и анализ переходных и установившихся процессов в трансформаторах тока и токовых цепях устройств релейной защиты. — Минск: БГУ, 2000. — 143 с.
3. Королев Е. П., Либерзон Э. М. Расчеты допустимых нагрузок в токовых цепях релейной защиты. — М.: Энергия, 1980. — 208 с.
4. Кузнецов С. Л., Нудельман Г. С. О способах уменьшения влияния погрешностей трансформаторов тока в переходных режимах на работу релейной защиты электроэнергетических систем // Современные направления развития систем релейной защиты и автоматики энергосистем: материалы Междунар. науч.-техн. конф., М: Научно-инженерное информационное агентство, 2009. — С. 99–104.
5. Казанский В. Е. Измерительные преобразователи тока в релейной защите. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 240 с.

6. Романюк Ф. А., Тишечкин А. А., Румянцев В. Ю. и др. Влияние насыщения трансформаторов тока на работу токовых защит // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ — Энергетика, № 1, 2010. — С. 5–9.
7. Джаясинхе Р., Мутумуни Д. Моделирование насыщения трансформаторов тока для изучения устройств релейной защиты // Релейщик, № 2, 2014. — С. 44–46.

© Куприенко Виктор Владимирович (ogu15210@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

ARTIFICIAL NEURAL NETS IN ELECTROMAGNETIC POSITIONING SYSTEMS

**E. Lukianov
V. Semenov
A. Dolgikh**

Summary. Today, local positioning systems are rapidly developing, and electromagnetic positioning systems (EMPS) are the most promising and poorly researched representative of them.

The article discusses the prospects and features of the use of artificial neural networks (ANN) in the EPMS. The process of creating and learning the ANN for a specific configuration of the system is discussed in detail. The results of modeling are analyzed. It is concluded that the intellectual approach has a significant advantage over any other methods with respect to EMS.

Keywords: induction EMF; artificial neural network; electromagnetic positioning system; motion tracking; intellectual approach; analytical approach.

Лукьянов Евгений Анатольевич

К.т.н., доцент, Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Семенов Вячеслав Сергеевич

*Аспирант, Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону
vsemenov@donstu.ru*

Долгих Алексей Владимирович

Магистрант, Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация. Сегодня стремительно развиваются системы локального позиционирования, и системы электромагнитного позиционирования (СЭМП) — наиболее перспективный и малоизученный их представитель.

В статье обсуждаются перспективы и особенности применения искусственных нейронных сетей (ИНС) в СЭМП. Подробно рассмотрен процесс создания и обучения ИНС для определенной конфигурации системы. Проанализированы результаты моделирования. Дано заключение о значительном преимуществе интеллектуального подхода перед любыми другими методами в отношении СЭМП.

Ключевые слова: ЭДС индукции; искусственная нейронная сеть; система электромагнитного позиционирования; контроль движения; интеллектуальный подход; аналитический подход.

Введение

В случаях, когда требуется знать координаты положения некоторого объекта в пространстве, используются различные способы их получения. Эти способы могут быть разделены на две группы — контактные (когда имеется кинематическая связь датчика и объекта) и бесконтактные. Из бесконтактных методов наибольшее распространение получили оптические, однако им свойственны существенные недостатки. От этих недостатков свободны методы измерения, использующие эффекты электромагнитной индукции (электромагнитное позиционирование). В данной статье рассматриваются некоторые решения, которые могут быть использованы при построении систем определения линейных координат и угловой ориентации объекта в пространстве. Системы электромагнитного позиционирования (СЭМП) являются наиболее перспективными в этой области.

СЭМП функционируют на основе закона электромагнитной индукции Фарадея, который может быть записан следующим образом:

$$\varepsilon = -M \frac{dI}{dt}, \quad (1)$$

где ε — ЭДС индукции, M — взаимная индуктивность взаимодействующих контуров с током, I — ток в одном из контуров. Рассмотрим следующую задачу электромагнитного позиционирования для расчетной схемы, приведенной на рис. 1:

Дано:

- ◆ Источник детерминированного переменного электромагнитного поля (излучатель);
- ◆ Массив приемных катушек индуктивности (приемников) с детерминированными параметрами;
- ◆ Закон изменения ЭДС индукции в приемнике при изменении его расстояния и ориентации относительно излучателя;
- ◆ Взаимное расположение приемников в пространстве;
- ◆ Амплитуда ЭДС индукции в приемниках.

Найти:

- ◆ Линейные (x ; y ; z) и угловые (крен, тангаж) координаты излучателя в режиме soft real-time [2].

Источник детерминированного переменного электромагнитного поля (излучатель) — катушка ин-

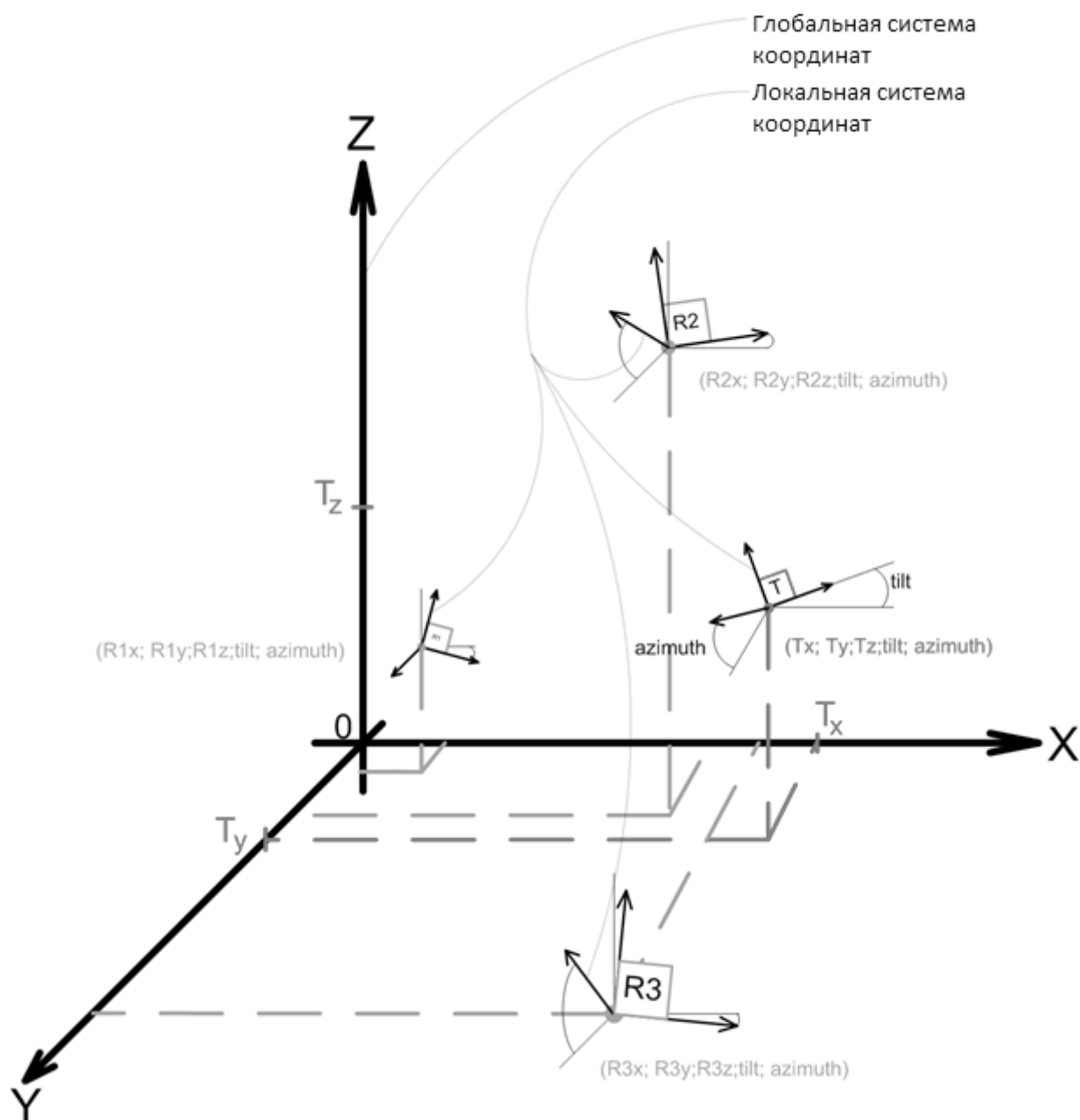


Рис.1. Расположение излучателя (R) и приемников (T) системы СЭМП. Положения и ориентации приемников известны. Положение и ориентация излучателя неизвестны

дуктивности, для которой известны параметры: количество витков, диаметр витков, индуктивность, закон изменения тока в обмотке и др. Приемник также представляет собой катушку индуктивности, в которой измеряется амплитуда наведенной излучателем ЭДС. Преобразования сигналов в СЭМП изображены на рис. 2.

Поскольку закон изменения тока

$$I = I_{max} \sin(\omega t) \quad (1)$$

в катушке излучателя постоянен, на индуцируемую в приемнике ЭДС влияет только взаимная индуктивность приемника и передатчика. При известных геометрических параметрах катушек, определение координат излучателя выполняется с использованием зависимости взаимной индуктивности от взаиморасположения катушек излучателя и приемника. В данной работе, расчет M проводился согласно схеме на рис. 3 [3].

Проблема выбора или создания наилучшего (время, точность вычислений) алгоритма расчета положения из-

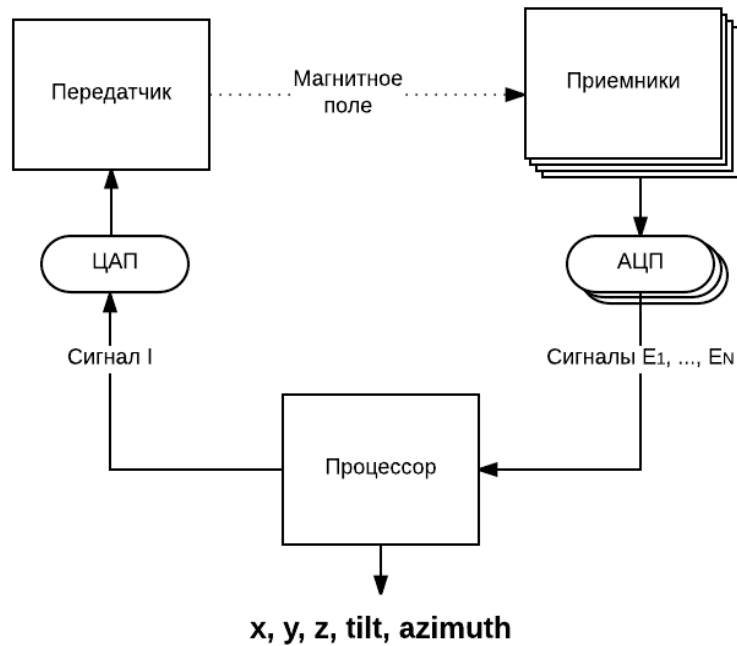


Рис. 2. Упрощенная структурная схема системы



Рис. 3. Расчет величины взаимной индуктивности

лучателя является наиболее обсуждаемой темой в области ЭМСП сегодня.

Основная часть

Определение положения и ориентации излучателя возможно на основе измерения ЭДС индукции, наведенной полем излучателя в приемниках. Для этого должны быть получены уравнения, описывающие зависимость амплитуды принятого сигнала от взаимной ориентации и расстояния между катушками излучателя и приемников. Существуют разные виды аналитического выражения зависимости ЭДС индукции в приемнике от расстояния и ориентации относительно излучателя, но общей для них является высокая вычислительная сложность, обусловленная многократным интегрированием [4–8, 12–14]. В настоящее время для решения задачи позиционирования, как правило, используют численно-аналити-

ческие методы [5,6,8], которые реализуют итеративный поиск решения и отличаются способами определения шага и градиента

$$K_n = K_{n-1} - grad(\text{ЦФ}) \cdot step, \quad (2)$$

где K_n — текущее решение в виде матрицы искомых координат, K_{n-1} — предыдущее решение (начальное приближение), ЦФ — целевая функция, step — шаг итерационного процесса. Поскольку определение координат излучателя выполняется в ходе многократных итерационных вычислений, общее время расчетов является большим [2]. Из-за этого такие методы не могут быть использованы в системах реального времени.

Одним из наиболее эффективных методов повышения скорости расчета является аппроксимация. Для этого выбирается более простая в смысле численных вы-

$$M = \frac{N_1 N_2}{(2S+1)(2N+1)(2m+1)(2n+1)} \sum_{g=-S}^S \sum_{h=-N}^N \sum_{p=-m}^m \sum_{q=-n}^n M(g, h, p, q) \quad (4)$$

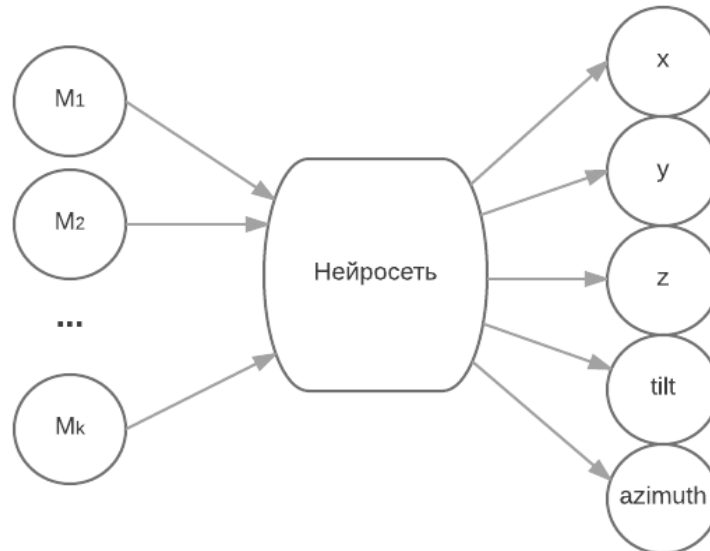


Рис. 4. Обобщенная схема нейросети для решения задачи электромагнитного позиционирования

числений функция, которая сможет повторять исходную функцию с заданной точностью в заданном диапазоне ее значений. Выполненные аналитические и экспериментальные исследования показали, что решение задач электромагнитного позиционирования может быть получено с использованием искусственных нейронных сетей [4].

При решении поставленной задачи электромагнитного позиционирования методами ИНС, входом сети является вектор значений взаимных индуктивностей приемников и излучателя ($M_1 \dots M_k$), а на выходе — вектор координат излучателя ($x, y, z, tilt, azimuth$), как изображено на рис. 4.

Для экспериментальных исследований была выбрана полносвязная нейронная сеть прямого распространения. Количество внутренних слоев сети — три. Обучающая выборка формировалась на основе метода С. Бабица, основные уравнения которого описывают взаимную индуктивность двух электрических контуров как:

$$M = \frac{\mu_0 R_S}{\pi} \int_0^{2\pi} \frac{[p_1 \cos\varphi + p_2 \sin\varphi + p_3] \Psi(k)}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2\varphi}} d\varphi, \quad (3)$$

и способ разбиения катушек на участки в виде (4), где M_k — взаимная индуктивность k -го приемника и излучателя; I — ток в катушке излучателя; R_S — радиус витков приемника; подынтегральное выражение в (3) — вычисление эллиптического интеграла по С. Бабицу; N_1, N_2 —

количества витков излучателя и приемника; S, N, m, n — параметры разбиения катушек по С. Бабицу [13].

Сферическая область, в пределах которой располагаются 6, 9 или 12 приемников, имеет радиус 62.5 см. Использовались следующие конструктивные параметры катушек индуктивности:

- ◆ количество витков у излучателя — 157
- ◆ количество витков у всех приемников — 158
- ◆ радиус излучателя — 1.53 см
- ◆ радиус приемников — 3.65 см
- ◆ длина излучателя — 9.4 см
- ◆ длины приемников — 0.35 см

Линейные координаты расположения излучателя изменялись в области ограниченной сферой с радиусом 200 мм. Угловые координаты излучателя изменялись в пределах 20°. Варьирование координат излучателя выполнялось с шагом 20 мм по линейным координатам и 1° по угловым координатам. Для каждого возможного положения излучателя вычислялись значения взаимной индуктивности $M_1 \dots M_k$. Все полученные значения были разделены на две выборки (обучающую и тестирующую) вида: $\{X, Y, Z, TILT, AZIMUTH, M_1 \dots M_k\}$, где X — вектор-столбец x -координат излучателя, Y — вектор-столбец y -координат излучателя, Z — вектор-столбец z -координат излучателя, $TILT$ — вектор-столбец первой угловой координаты излучателя, $AZIMUTH$ — вектор-столбец второй

Таблица 1. Карта отображения SNR в RMS.

SNR, dB	RMS, V
0	0.018858
5	0.010622
10	0.005969
15	0.003364
20	0.001883
25	0.00106
30	0.000597
35	0.000335
40	0.000189

координаты излучателя, $M_1 \dots M_k$ — матрица значений взаимных индуктивностей излучателя и приемников.

Обучающая выборка, полученная таким образом, состоит из N образцов. Количество свободных параметров нейронной сети ω выбиралось на основе теоремы Вапника-Червоненкиса (Vapnik-Chervonenkis Dimension — VCD) [13]:

$$\sqrt[4]{N} < \omega < \sqrt{N}. \tag{5}$$

Для $N=33300$, значение ω лежит в диапазоне 13...182. В данном исследовании, топология (в частности, количество нейронов в каждом слое) подбиралась с помощью генетических алгоритмов так, чтобы в итоге получить требуемое суммарное число свободных параметров нейросети. Такая сеть обучалась и тестировалась. Показатели тестирования для каждой из сформированных нейронных сетей фиксировались, затем выбиралась лучшая нейронная сеть. Важным является то, что перед обучением и тестированием нейронной сети тестовая выборка «зашумлялась» для имитации реальных условий. Это обусловлено тем, что практическое измерение ЭДС индукции в приемной катушке является нетривиальной задачей, требующей усиления, фильтрации и выделения полезного сигнала при наличии значительных шумов.

Для описания абсолютной величины шума авторы использовали понятие среднеквадратичного значения СКЗ (RMS):

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n S_i^2}, \tag{6}$$

где n — количество отсчетов сигнала шума, S_i — значение i -го отсчета.

Для задания относительной величины шума, использовалось отношение сигнала к шуму (SNR):

$$SNR(dB) = 20 \log_{10} \left(\frac{A_{signal}}{A_{noise}} \right)^2, \tag{7}$$

где A_{signal} — среднеквадратичное значение амплитуды чистого сигнала, A_{noise} — среднеквадратичное значение амплитуды шума. На основе уравнений (6,7), была получена таблица 1, отображающая отношение сигнал-шум в абсолютное значение RMS ошибки. Полученные соответствия использовались для создания тестовых выборок, в которых ошибка измерения M соответствовала значениям SNR от 0 до 40 дБ.

Рассмотрим особенности нормировки данных для нейросети [16]. Входной слой проектируемой нейронной сети состоит из однородных признаков — значений взаимных индуктивностей, т.е. нормализация входных данных не требуется. А для выходного слоя нормализация может понадобиться, т.к. на выходе есть 2 группы нейронов: линейные и угловые координаты, измеряемые в метрах и радианах соответственно. Анализ их вклада в формулу взаимной индуктивности M сделать сложно, но, рассматривая разные значения координат, можно сделать вывод о том, что вклад каждой координаты существенен. Будем считать вклад одинаковым. Излучатель движется в сфере радиусом 20 см и значения линейных координат меняются в диапазоне (0.02; 0.42) метров, а угловые координаты меняются от 1° до 24°, что примерно соответствует диапазону (0.02; 0.42) радиан. Следовательно, вводить отдельную процедуру нормировки не требуется: все нейроны выходного слоя принимают значения от 0.02 до 0.42.

Поиск наилучшей топологии нейросети был автоматизирован следующим образом. Опираясь на теорему о размерности Вапника-Червоненкиса (VCD) и учитывая размер обучающей выборки, скрипт MATLAB формировал массив

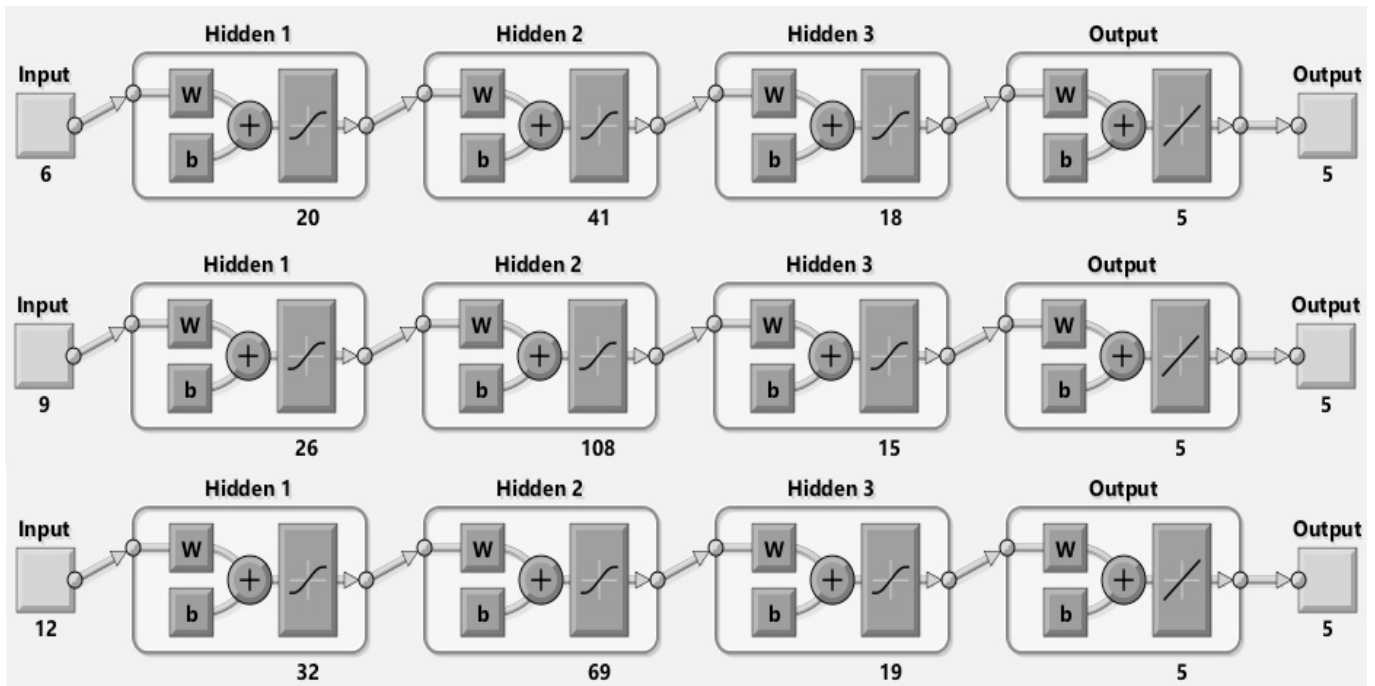


Рис. 5. Топология нейронной сети для конфигураций 6, 9 и 12 приемников, 1 излучатель.

$$\begin{pmatrix} [N_1, N_2, N_3]_1 \\ [N_1, N_2, N_3]_2 \\ \dots \\ [N_1, N_2, N_3]_m \end{pmatrix}$$

Для каждого из $[N_1, N_2, N_3]_i$ строилась и обучалась нейронная сеть. Находилась её ошибка обобщения. В итоге отбиралась нейросеть с наименьшей ошибкой обобщения.

Авторами было исследовано влияние следующих факторов на эффективность системы электромагнитного позиционирования на базе ИНС:

1) Количество скрытых слоев. При неизменном количестве свободных параметров количество слоев существенной роли не играло.

2) Количество свободных параметров нейросети. Наиболее важный параметр ИНС. Область поиска выбиралась на основе теоремы о VCD.

3) Способ построения обучающей выборки. Итеративный поиск размера шага сетки показал, что наилучший результат обучения, для рассмотренного примера, наблюдался при равномерной сетке разбиения пространства координат с шагом по линейным координатам в 2–3 см, а по угловым — в 2–3°.

4) Построение нейронных сетей, имеющих специфическую (описываемую вручную) топологию, не полностью связанных, рекуррентных и т.п., регистрируемых улучшений не обеспечивает.

5) Варьирование количества приемников (6, 9, 12) показало, что увеличение количества приемников повышает точность результата.

6) Эксперименты с взаимной ориентацией приемников (варьирование углов между осями индукции приемников) показали, что следует избегать параллельного расположения осей приемников.

7) Были проверены следующие алгоритмы обучения:

- a) *trainlm* — метод Левенберга-Марквардта (Levenberg-Marquardt)
- b) *trainbr* — баесовская регуляризация
- c) *trainbfg* — использование квази-Ньютоновского метода BFGS
- d) *traincgb* — метод связанных градиентов Пауэлла-Била (Powell-Beale)
- e) *traingd* — метод градиентного спуска
- f) *trainr* — метод случайных приращений.

Оказалось, что алгоритм Левенберга-Марквардта требует большого количества оперативной памяти, чего нельзя сказать о *traincgb* — методе связанных градиентов Пауэлла-Била (Powell-Beale), который мы и использовали. Можно констатировать, что метод *traincgb* хорошо

подходит для решения задачи электромагнитного позиционирования, так как обладает высокой скоростью сходимости.

В результате, для случая 6 приемников размер скрытых слоев лучшей нейронной сети составил {20, 41, 18}, 9 приемников — {26, 108, 15} и 12 приемников — {32, 69, 19}.

По результатам моделирования, ошибка определения линейных координат составила 0.53...11 мм, а угловых — 0.07...16°. При этом значения ошибок уменьшаются с уменьшением зашумленности и увеличением количества приемников. Например, при использовании 9 приемников и низком уровне шума (SNR=40 dB), максимальная ошибка по линейным координатам составила 0.53 мм, а по угловым — 0.07°. Среднее время решения

задачи определения 5 координат по взаимным индуктивностям приемников с излучателем составило от 0.007 до 0.0096 секунд, в зависимости от количества приемников.

Заключение

Результаты, полученные в ходе исследования, подтвердили высокую эффективность применения искусственных нейронных сетей для определения пространственных координат излучателя в СЭМП. Скорость вычислений и достигаемая точность подтверждают возможность проектирования СЭМП с заданными характеристиками для практического применения. Таким образом, авторы приходят к заключению о значительном преимуществе интеллектуального подхода перед другими методами, используемыми для решения задач СЭМП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Том 6: Электродинамика. Пер. с англ. / 3 изд. Эдиториал УРСС, 2004.
2. Shin, K.G.; Ramanathan, P. (Jan 1994). «Real-time computing: a new discipline of computer science and engineering» (PDF). *Proceedings of the IEEE*. IEEE. 82 (1): 6–24.
3. Калантаров П.Л., Цейтлин Л. А. Расчет индуктивностей: Справочная книга. Изд. 3-е, перераб. и доп. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986.
4. Лукьянов Е.А., Семенов В. С., Долгих А. В. Моделирование системы электромагнитного позиционирования на плоскости // Вестник современных исследований. Вып. № 1–1(4), янв., 2017. Научный центр «Орка». С. 88–98с
5. Lin D., Chen X. Mathematical Models of 3D Magnetic Field and 3D Positioning System by Magnetic Field // *Applied Mathematics & Information Sciences*, An International Journal, № 4, 2014.
6. Желамский М. В. Электромагнитное позиционирование подвижных объектов. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. 320 с
7. Волковицкий А.К., Каршаков Е. В., Павлов Б. В. Особенности обработки сигналов в низкочастотной электромагнитной системе относительного позиционирования // Труды IX международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO'12. М., 2012. С. 279–286.
8. Qian Xiang, Shiqing Wang, Haifeng Liu. Fast numerical algorithm for a high-precision 6D electromagnetic positioning navigation system [Электронный ресурс] // *Turkish Journal of Physics*: [сайт]. [2014]. URL: <http://journals.tubitak.gov.tr/physics/issues/fiz-14-38-2/fiz-38-2-2-1310-8.pdf> (дата обращения: 04.06.2017).
9. Тугенгольд А.К., Интеллектуальные функции и управление автономными технологическими мехатронными объектам: монография / А. К. Тугенгольд, Е. А. Лукьянов. Ростов н/Д: Издат. центр ДГТУ, 2013. 203 с.
10. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, Изд. 2-е, пер. с англ. М.: Вильямс, 2006. 1408 с.
11. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И. Д. Рудинского. М.: Горячая линия, Телеком, 2006. 452 с.
12. Babic S.I., Cevdet Akyel, and Mohamed-Mehdi Mahmoudi. Mutual Inductance Calculation between Circular Coils with Lateral and Angular Misalignment // *PIERS Proceedings*, Moscow, Russia, August 18–21, 2009.
13. Babic S.I., Sirois F., Cevdet Akyel, and Claudio Girardi. Mutual Inductance Calculation Between Circular Filaments Arbitrarily Positioned in Space: Alternative to Grover's Formula // *IEEE Transactions on magnetics*, vol. 46, no. 9, september 2010.
14. Babic S.I., Jos'e Martinez, Cevdet Akyel, and Bojan Babic. Mutual Inductance Calculation between Misalignment Coils for Wireless Power Transfer of Energy // *Progress In Electromagnetics Research*, Vol. 38, 91–102, 2014.
15. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд.: Пер. с англ. М.: Вильямс, 2006. 1104 с.
16. Kelleher J.D., Mac Namee B., D'Arcy A. *Fundamentals of machine learning for predictive data analytics Algorithms: Worked Examples, and Case Studies*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 2015.
17. Моделирование процессов электромагнитного взаимодействия двух электрических контуров // *EurasiaScience*. Сборник статей VII международной научно-практической конференции Москва, 31 января 2017 г. / Под. ред. В. Б. Соловьева. М.: «Научно-издательский центр «Актуальность.РФ», 2017. С. 129–133.

© Лукьянов Евгений Анатольевич,

Семенов Вячеслав Сергеевич (vsemenov@donstu.ru), Долгих Алексей Владимирович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ УГЛОВ ЭЙЛЕРА ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ТРЕХЗВЕННОГО МАНИПУЛЯТОРА

MATHEMATICAL MODEL OF SEARCHING FOR OPTIMAL EULER ANGLES FOR THREE-LINK MANIPULATOR ENGINES

V. Petrenko
F. Tebuueva
V. Antonov
M. Gurchinsky

Summary. This paper presents the solution of the inverse problem of kinematics for three-member anthropomorphic manipulators with 7 degrees of mobility in the example of domestic robots of the AR-601, SAR-401, Fedor series.

For the solution, a mathematical model has been developed for the search for optimal Euler angles for three-link anthropomorphic manipulator engines based on the given coordinates of nodal points. These angles are given in a matrix form by the Denavite-Hartenberg representation. Obtaining optimal values by the criterion of minimizing energy consumption is achieved by solving the problem of nonlinear optimization by the method of generalized reduced gradient.

Keywords: inverse problem of kinematics, manipulator of anthropomorphic robot, Euler angles, Denavite-Hartenberg representation, generalized reduced gradient.

Петренко Вячеслав Иванович

К.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь

Тебуева Фариза Билялона

Д.ф.-м.н., доцент, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь

Антонов Владимир Олегович

Аспирант, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь

Ant.vl.02@gmail.com

Гурчинский Михаил Михайлович

ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь

Аннотация. В данной статье представлено решение обратной задачи кинематики для трехзвенных антропоморфных манипуляторов с 7-ю степенями подвижности на примере отечественных роботов серии AR-601, SAR-401, Fedor.

Для решения разработана математическая модель поиска оптимальных углов Эйлера для двигателей трехзвенного антропоморфного манипулятора по заданным координатам узловых точек. Данные углов приведены в матричный вид представлением Денавита-Хартенберга. Получение оптимальных значений по критерию минимизации энергопотребления достигается за счет решения задачи нелинейной оптимизации методом обобщенного приведенного градиента.

Ключевые слова: обратная задача кинематики, манипулятор антропоморфного робота, углы Эйлера, представление Денавита-Хартенберга, обобщенный приведенный градиент.

Введение

Современный период научно-технического развития в мире характеризуется непрерывным ростом спроса на робототехнические технологии. В 2000 году мировые продажи роботов составили около 100000 единиц. Уже к 2014 году этот показатель превысил отметку в 200000 единиц, а в 2017 году рынок вырос еще до 340000 единиц [1;2]. Данные тенденции развития робототехники обусловлены необходимостью замены человеческого труда в потенциально опасных областях деятельности, сопровождаемых угрозой причинения вреда здоровью человека. Для частичной или полной замены человека необходим высокий уровень развития робототехнических систем, включающий в себя как программную, так и аппаратную составляющую робота. Таким образом, перед исследователями стоит ряд задач повышения эффективности использования модулей антропоморфного

робота, к которым можно отнести и исполнительные устройства — манипуляторы.

Для использования манипуляторов робота идет постоянная разработка и модификация системы управления движением [3]. К показателям эффективности данной системы относится скорость выполнения операций, точность и энергоэффективность. Инструментарий системы управления основан на методах решения прямой и обратной задачи кинематики.

Современные методы решения прямой и обратной задачи кинематики манипуляторов не используют комплексный подход, и чаще направлены на поиск допустимого решения задачи, а не оптимального [4]. Поэтому, для обеспечения высоких показателей эффективности использования антропоморфных манипуляторов, необходима разработка методов решения обратной задачи кинематики с использованием оптимизационных алгоритмов [5;6].

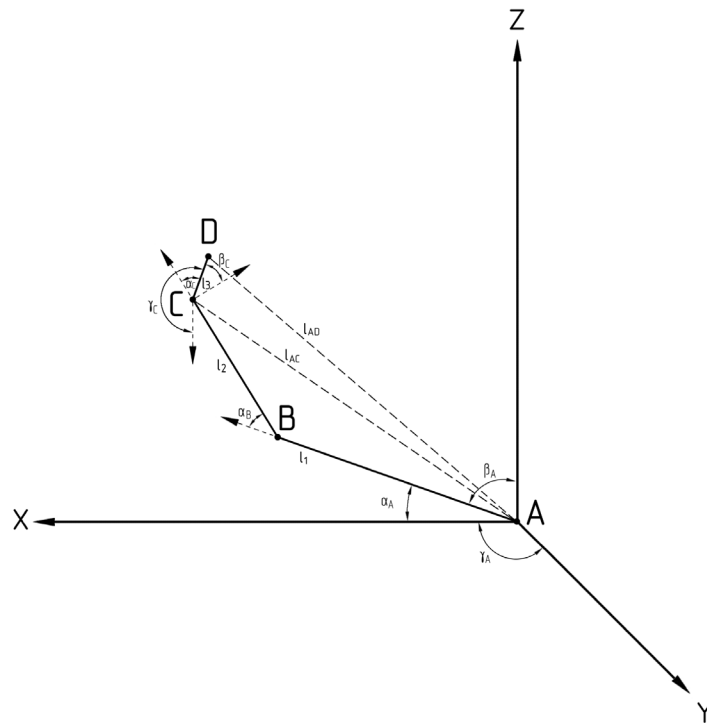


Рис. 1. Схема трехзвенного манипулятора антропоморфного робота с 7-ю степенями подвижности

В данной статье приведено решение обратной задачи кинематики манипуляторов с критерием минимизации энергопотребления. Для этого была разработана математическая модель поиска оптимальных углов Эйлера для двигателей трехзвенного манипулятора с 7-ю степенями подвижности на основе решения задачи нелинейной оптимизации.

Постановка задачи

Пусть M — манипулятор антропоморфного робота, состоящий из 3-х звеньев с 7-ю степенями подвижности (рисунок 1). Приведенная геометрическая схема подобна схеме руки человека.

Согласно рисунку 1 расстояния $l_i, i = 1, \dots, 3$ — длины звеньев манипулятора M ; точки A, B, C, D — плечевой, локтевой, лучезапястный и кистевой узлы манипулятора соответственно, таким образом звеньям AB, BC и CD соответствуют расстояния l_1, l_2, l_3 ; $\alpha_A, \alpha_B, \alpha_C$ — углы Эйлера двигателей для поворота звеньев l_1, l_2, l_3 манипулятора M по оси OX ; $\beta_A, \beta_B, \beta_C$ — углы Эйлера двигателей для поворота звеньев l_1, l_2, l_3 манипулятора M по оси OY ; γ_A — угол Эйлера двигателей для поворота звена l_1 манипулятора по оси OZ .

Задача поиска углов Эйлера для двигателей манипулятора M заключается в расчете неизвестных углов $\alpha_A, \alpha_B, \alpha_C, \beta_A, \beta_B, \beta_C, \gamma_A$, на которые необходимо сместить (вращать) звенья для достижения точки эффектора, при заданных значениях длин l_1, l_2, l_3 и заданных координатах плечевого и кистевого (конечного) узла манипулятора $A = (x_A; y_A; z_A); D = (x_D; y_D; z_D)$.

Разработка математической модели

Составим математическую модель перевода координат узловых точек манипулятора с 7-ю степенями подвижности, имеющего кинематическую схему, подобную схеме руки человека в углы Эйлера для его звеньев.

Матрица координат звеньев манипулятора имеет вид:

$$M = \begin{pmatrix} A_x & B_x & C_x & D_x \\ A_y & B_y & C_y & D_y \\ A_z & B_z & C_z & D_z \end{pmatrix}. \tag{1}$$

В силу специфики геометрической схемы, с некоторыми вводимыми допущениями, методами аналитиче-

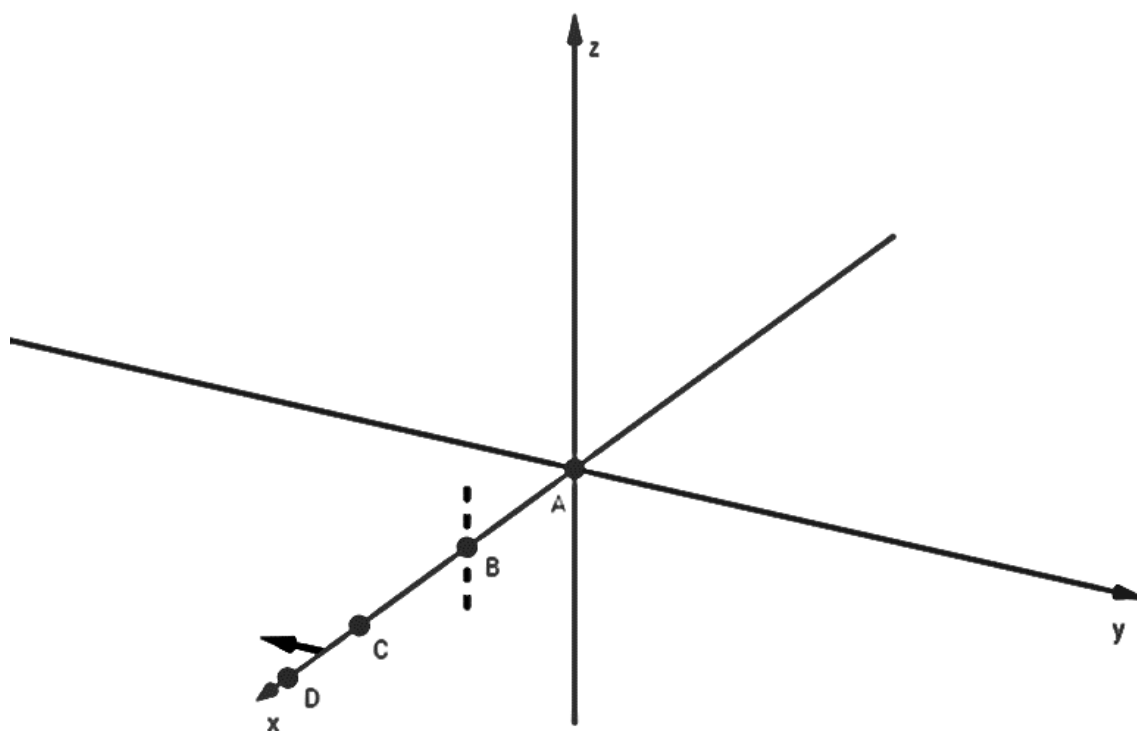


Рис. 2. Исходное положение манипулятора

ской геометрии возможно однозначное нахождение по данным координатам и геометрической схеме углов Эйлера для соответствующих звеньев.

Пусть изначально весь манипулятор «вытянут» вдоль оси Ox так, что ось вращения локтевого сустава направлена вдоль оси Oz , а «ладонь» манипулятора повернута в направлении, противоположном оси Oy , как показано на рисунке 2.

Для описания вращения звена AB воспользуемся системой углов Эйлера с последовательностью $z - x' - z''$.

Рассмотрим плоскости вращения звеньев манипулятора. Т.к каждая плоскость имеет две нормали, назовем «положительной» ту из них, вращение вокруг которой в положительном направлении соответствует положительному направлению углов Эйлера и обозначим её символом «*».

В случае, если векторы \vec{AB} и \vec{BC} неколлинеарны, нормаль плоскости собственного вращения звена AB можно найти по следующей формуле:

$$\vec{n}_{AB\gamma} = \vec{AB} \times \vec{BC}$$

Если векторы \vec{AB} и \vec{BC} коллинеарны, для минимизации энергопотребления нормаль можно принять равной:

$$\vec{n}_{AB\gamma} = \vec{i} \times \vec{BC}$$

В случае, если помимо коллинеарности между собой, \vec{AB} и \vec{BC} также коллинеарны с осью Ox , плоскость вращения совпадает с плоскостью прецессии (xOy):

$$\vec{n}_{AB\gamma} = \vec{k}$$

Найдем «положительную» нормаль:

$$\vec{n}_{AB\gamma}^* = \begin{cases} \vec{n}_{AB\gamma}, & \text{если } n_{AB\gamma z} \geq 0, \\ -\vec{n}_{AB\gamma}, & \text{если } n_{AB\gamma z} < 0. \end{cases} \quad (5)$$

Вектор нормали для плоскости нутации:

$$\vec{n}_{AB\beta} = \vec{n}_{AB\alpha} \times \vec{n}_{AB\gamma} \quad (6)$$

В случае, если $\vec{n}_{AB\alpha}$ и $\vec{n}_{AB\gamma}$ коллинеарны, $\vec{n}_{AB\beta} = \vec{i}$.

Выбор «положительной» нормали:

$$\vec{n}_{AB\beta}^* = \begin{cases} \vec{n}_{AB\beta}, & \text{если } n_{AB\beta y} \geq 0, \\ -\vec{n}_{AB\beta}, & \text{если } n_{AB\beta y} < 0. \end{cases} \quad (7)$$

После определения векторов «положительных» нормалей можно в единообразной манере определить все три угла по следующим формулам:

$$|\alpha_{AB}| = \frac{\vec{i} \cdot \vec{n}_{AB\beta}^*}{\vec{i} \cdot \vec{n}_{AB\beta}^*}. \quad (8)$$

$$\text{sign}(\alpha_{AB}) = \begin{cases} 1, \text{ если } \vec{i} \times \vec{n}_{AB\beta}^* \uparrow \vec{n}_{AB\alpha}^*, \\ 1, \text{ если } \vec{i} \times \vec{n}_{AB\beta}^* = 0, \\ -1, \text{ если } \vec{i} \times \vec{n}_{AB\beta}^* \downarrow \vec{n}_{AB\alpha}^*. \end{cases} \quad (9)$$

$$|\beta_{AB}| = \frac{\vec{n}_{AB\alpha}^* \cdot \vec{n}_{AB\gamma}^*}{\vec{n}_{AB\alpha}^* \cdot \vec{n}_{AB\gamma}^*}. \quad (10)$$

$$\text{sign}(\beta_{AB}) = \begin{cases} 1, \text{ если } \vec{n}_{AB\alpha}^* \times \vec{n}_{AB\gamma}^* \uparrow \vec{n}_{AB\beta}^*, \\ 1, \text{ если } \vec{n}_{AB\alpha}^* \times \vec{n}_{AB\gamma}^* = 0, \\ -1, \text{ если } \vec{n}_{AB\alpha}^* \times \vec{n}_{AB\gamma}^* \downarrow \vec{n}_{AB\beta}^*. \end{cases} \quad (11)$$

$$|\gamma_{AB}| = \frac{\vec{n}_{AB\beta}^* \cdot \vec{AB}}{\vec{n}_{AB\beta}^* \cdot \vec{AB}}. \quad (12)$$

$$\text{sign}(\gamma_{AB}) = \begin{cases} 1, \text{ если } \vec{n}_{AB\beta}^* \times \vec{AB} \uparrow \vec{n}_{AB\gamma}^*, \\ 1, \text{ если } \vec{n}_{AB\beta}^* \times \vec{AB} = 0, \\ -1, \text{ если } \vec{n}_{AB\beta}^* \times \vec{AB} \downarrow \vec{n}_{AB\gamma}^*. \end{cases} \quad (13)$$

Найдем углы Эйлера для звена BC. Исходя из вращения звеньев AB и BC очевидно, что $\alpha_{BC} = \alpha_{AB}$ и $\beta_{BC} = \beta_{AB}$.

Для нахождения угла собственного вращения воспользуемся формулами, аналогичными полученными ранее:

$$\gamma_{BC} = \frac{\vec{n}_{AB\beta}^* \cdot \vec{BC}}{\vec{n}_{AB\beta}^* \cdot \vec{BC}}$$

$$\text{sign}(\gamma_{BC}) = \begin{cases} 1, \text{ если } \vec{n}_{AB\beta}^* \times \vec{BC} \uparrow \vec{n}_{AB\gamma}^*, \\ 1, \text{ если } \vec{n}_{AB\beta}^* \times \vec{BC} = 0, \\ -1, \text{ если } \vec{n}_{AB\beta}^* \times \vec{BC} \downarrow \vec{n}_{AB\gamma}^*. \end{cases} \quad (14)$$

Для описания вращения звена CD удобнее воспользоваться последовательностью углов Эйлера $x - y' - z''$, также известной, как система крен (α) — рысканье, (β) — тангаж (γ).

В отличие от пары звеньев AB и BC, на данное звено не накладываются никакие ограничения, таким образом, имеется бесконечное множество решений. Упрощенно примем, что двигатель крена, как самый энергозатратный, не должен включаться в работу, таким образом, угол крена звена CD (α_{CD}) равен углу нутации предыдущего звена BC (β_{BC}).

→ Нормаль плоскости крена совпадает с ортом оси Ox: $\vec{n}_{CD\alpha}^* = \vec{i}$

Нормаль плоскости рысканья:

$$\vec{n}_{CD\beta}^* = (\cos(\alpha_{CD}), \sin(\alpha_{CD}), 0). \quad (15)$$

Вектор нормали плоскости тангажа:

$$\vec{n}_{CD\gamma}^* = \vec{n}_{CD\beta}^* \times \vec{CD} \quad (16)$$

$$\vec{CD}_1 = \begin{cases} \vec{n}_{CD\gamma}^* \times \vec{n}_{CD\beta}^*, \text{ если } (\vec{n}_{CD\gamma}^* \times \vec{n}_{CD\beta}^*)_x \geq 0, \\ -\vec{n}_{CD\gamma}^* \times \vec{n}_{CD\beta}^*, \text{ если } (\vec{n}_{CD\gamma}^* \times \vec{n}_{CD\beta}^*)_x < 0. \end{cases} \quad (17)$$

«Положительная» нормаль плоскости тангажа:

$$\vec{n}_{CD\gamma}^* = \vec{n}_{CD\beta}^* \times \vec{CD}_1 \quad (18)$$

Определим углы рысканья (β_{CD}) и тангажа (γ_{CD}):

$$\gamma_{AB} = \frac{\vec{i} \cdot \vec{CD}_1}{\vec{i} \cdot \vec{CD}_1};$$

$$\text{sign}(\beta_{CD}) = \begin{cases} 1, \text{ если } \vec{i} \times \vec{CD}_1 \uparrow \vec{n}_{CD\beta}^*, \\ 1, \text{ если } \vec{i} \times \vec{CD}_1 = 0, \\ -1, \text{ если } \vec{i} \times \vec{CD}_1 \downarrow \vec{n}_{CD\beta}^*. \end{cases} \quad (19)$$

$$\gamma_{AB} = \frac{\vec{CD}_1 \cdot \vec{CD}}{\vec{CD}_1 \cdot \vec{CD}};$$

$$\text{sign}(\gamma_{CD}) = \begin{cases} 1, \text{ если } \vec{CD}_1 \times \vec{CD} \uparrow \vec{n}_{CD\gamma}^*, \\ 1, \text{ если } \vec{CD}_1 \times \vec{CD} = 0, \\ -1, \text{ если } \vec{CD}_1 \times \vec{CD} \downarrow \vec{n}_{CD\gamma}^*. \end{cases} \quad (20)$$

Аналогично можно найти углы крена рысканья и тангажа вектора \vec{BC} , с той лишь разницей, что угол крена определен и равен углу нутации.

Полученные углы Эйлера справедливы для независимого движения звеньев, однако, так как они связаны в кинематическую цепь, вращение предыдущего звена передается последующим. Таким образом, в двигатели должны передаваться разницы между углами при независимом движении:

$$\alpha_A = \alpha_{AB}; \beta_A = \beta_{AB}; \gamma_A = \gamma_{AB};$$

$$\alpha_B = \alpha_{BC} - \alpha_{AB} = 0; \beta_B = \beta_{BC} - \beta_{AB} = 0$$

$$\gamma_B = \gamma_{BC} - \gamma_{AB}; \alpha_C = \alpha_{CD} - \alpha_{BC}^*;$$

$$\beta_C = \beta_{CD} - \beta_{BC}^*; \gamma_C = \gamma_{CD} - \gamma_{BC}^*. \quad (21)$$

где $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$ — углы Эйлера для приводов в-м сочлени; $\alpha_{i'}, \beta_{i'}, \gamma_{i'}$ — углы прецессии, нутации и собственно-

го вращения звена IJ , соответственно; α_{IJ}^* , β_{IJ}^* , γ_{IJ}^* — углы крена, рысканья и тангажа звена IJ , соответственно.

Таким образом, представленная модель позволяет вычислить углы Эйлера звеньев манипулятора по заданным координатам узловых точек.

Для некоторых приложений полученных координат может потребоваться матричное представление Дена-Вита-Хартенберга данной кинематической схемы.

Для получения матрицы преобразования A_A^0 из системы координат сочленения A в глобальную систему координат необходимо выполнить элементарные вращения согласно последовательности $z - x' - z''$ углов Эйлера (22).

Аналогичные преобразования из системы координат сочленения B в координаты сочленения A и из системы координат сочленения C в систему координат сочленения B имеют вид (23), (24).

Для получения матрицы преобразования из системы координат сочленения C в глобальную систему координат необходимо последовательно применить приведенные выше преобразования:

$$A_C^0 = A_A^0 A_B^A A_C^B \quad (25)$$

Таким образом, по результатам расчета будут получены углы Эйлера двигателей для поворота звеньев манипулятора

$$M_{\alpha\beta\gamma} = \begin{matrix} \alpha_A & \alpha_B & \alpha_C \\ \beta_A & \beta_B & \beta_C \\ \gamma_A & 0 & 0 \end{matrix} \quad (26)$$

Произведем вычисление углов ориентации звеньев манипулятора. Для этого решим задачу нелинейной оптимизации. Рассмотрим один из возможных методов — метод обобщенного приведенного градиента.

Метод обобщенного приведенного градиента (ОПГ) это численный метод нелинейной оптимизации. Он является развитием метода приведенного градиента и используется для решения задач нелинейного программирования при нелинейных функциях-ограничениях.

Метод ОПГ используют если задача нелинейного программирования задана в виде минимизации некоторой функции $F(x)$ при условиях $h_i(x) = 0, i = \overline{1, m}$, $l_j \leq x_j \leq u_j, j = \overline{1, n}$. В методе различают две группы переменных: подмножество базисных переменных $x_B = \{x_i\}, i \in I$ и подмножество небазисных, или независимых переменных $x_H = \{x_j\}, j \notin I$. Данный метод нелинейной оптимизации построен таким образом, что базисные переменные неявным образом определяются через независимые.

Основная идея метода ОПГ состоит в том, чтобы сократить размерность задачи путем исключения зависимых (базисных) переменных и применить метод приведенного градиента для определения направления спуска и в качестве критерия при установлении опти-

$$A_A^0 = R_z(\alpha_A) \cdot R_x(\beta_A) \cdot R_z(\gamma_A) = \begin{bmatrix} \cos(\alpha_A) \cos(\gamma_A) - \sin(\alpha_A) \cos(\beta_A) \sin(\gamma_A) & -\cos(\alpha_A) \sin(\gamma_A) - \sin(\alpha_A) \cos(\beta_A) \cos(\gamma_A) & \sin(\alpha_A) \sin(\beta_A) & 0 \\ \sin(\alpha_A) \cos(\gamma_A) + \cos(\alpha_A) \cos(\beta_A) \sin(\gamma_A) & -\sin(\alpha_A) \sin(\gamma_A) + \cos(\alpha_A) \cos(\beta_A) \cos(\gamma_A) & -\cos(\alpha_A) \sin(\beta_A) & 0 \\ \sin(\beta_A) \sin(\gamma_A) & \sin(\beta_A) \cos(\gamma_A) & \cos(\beta_A) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (22)$$

$$A_B^A = \begin{bmatrix} \cos(\gamma_B) & -\sin(\gamma_B) & 0 & l_{AB} \\ \sin(\gamma_B) & \cos(\gamma_B) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (23)$$

$$A_C^B = \begin{bmatrix} \cos(\beta_C) \cos(\gamma_C) & -\cos(\beta_C) \sin(\gamma_C) & \sin(\beta_C) & 0 \\ -\sin(\alpha_C) \sin(\beta_C) \cos(\gamma_C) + \cos(\alpha_C) \sin(\gamma_C) & \sin(\alpha_C) \sin(\beta_C) \sin(\gamma_C) + \cos(\alpha_C) \cos(\gamma_C) & -\sin(\alpha_C) \cos(\beta_C) & 0 \\ -\cos(\alpha_C) \sin(\beta_C) \cos(\gamma_C) + \sin(\alpha_C) \sin(\gamma_C) & \cos(\alpha_C) \sin(\beta_C) \sin(\gamma_C) + \sin(\alpha_C) \cos(\gamma_C) & -\cos(\alpha_C) \cos(\beta_C) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (24)$$

Таблица 1. Координаты исходного и конечного положения звеньев манипулятора

Исходное положение, координаты				
	A1	B1	C1	D1
X	0,000	1,000	2,000	3,000
Y	0,000	1,000	2,000	3,000
Z	0,000	1,000	2,000	3,000
Конечное положение, координаты				
	A2	B2	C2	D2
X	0,000	B2_X	C2_X	2,000
Y	0,000	B2_Y	C2_Y	2,000
Z	0,000	B2_Z	C2_Z	2,000

Таблица 2. Углы Эйлера для двигателей манипулятора в начальном и конечном положении, и их разница

Углы Эйлера для двигателей в начальном положении				
	Альфа	Бета	Гамма	
AB	0,000	45,000	54,736	(z-x-z)
BC	0,000	0,000	0,000	(z-x-z)
CD	0,000	0,000	0,000	(x-y-z)
Углы Эйлера для двигателей в конечном положении				
	Альфа	Бета	Гамма	
AB_1				(z-x-z)
BC_1				(z-x-z)
CD_1				(x-y-z)
Изменения углов Эйлера для двигателей				
	Альфа	Бета	Гамма	
AB				
BC				
CD				

Таблица 3. Усредненная потребляемая мощность двигателей

Усредненная потребляемая мощность двигателей							
P _{уср}	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7
N	5	3	4	5	7	4	7

мальности. Для решения поставленной задачи методом ОПГ воспользуемся надстройкой «поиск решения» пакета Microsoft Office Excel.

Целевая функция для задачи нелинейной оптимизации формируется из условия минимального энергопотребления двигателей при повороте звеньев манипулятора.

В формуле представлен вид усредненных показатели мощности потребляемого электрического тока для двигателей шарниров.

$$P_{\text{уср}} = [P_1(\alpha_A); P_2(\beta_A); P_3(\gamma_A); P_4(\alpha_B); P_5(\beta_B); P_6(\alpha_C); P_7(\beta_C)] \quad (27)$$

Целевая функция оптимизации выводит суммарную потребляемую мощность двигателей при выполнении перемещения манипулятора в заданную точку.

$$\alpha_A * P_1(\alpha_A) + \alpha_B * P_4(\alpha_B) + \alpha_C * P_6(\alpha_C) + \beta_A * P_2(\beta_A) + \beta_B * P_5(\beta_B) + \beta_C * P_7(\beta_C) +$$

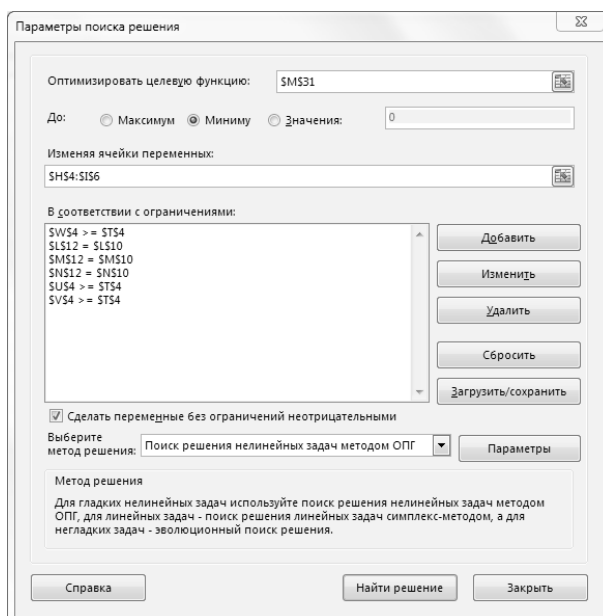


Рис. 3. Запуск надстройки «Поиск решения»

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Исходное положение					Конечное положение					Оптимизация			
2	Координаты					Координаты					Изменение углов шаговых двигателей			
3		A	B	C	D		A	B	C	D		Альфа	Бета	Гамма
4	X	0,000	1,000	2,000	3,000	X	0,000	0,773	0,773	2,000	AB	1,972	21,923	7,972
5	Y	0,000	1,000	2,000	3,000	Y	0,000	0,630	1,310	2,000	BC	0,000	0,000	26,504
6	Z	0,000	1,000	2,000	3,000	Z	0,000	1,416	3,009	2,000	CD	0,000	0,000	-112,306
7														
8	Углы Эйлера для двигателей					Углы Эйлера для двигателей					Ограничения			
9		Альфа	Бета	Гамма			Альфа	Бета	Гамма			I_1_a	I_2_a	I_3_a
10	AB	0,000	45,000	54,736	(z-x-z)	AB	1,972	66,923	62,707	(z-x-z)		1,732051	1,732051	1,732051
11	BC	0,000	0,000	0,000	(z-x-z)	BC	0,000	0,000	26,504	(z-x-z)		I_1_b	I_2_b	I_3_b
12	CD	0,000	0,000	0,000	(x-y-z)	CD	0,000	0,000	-112,306	(x-y-z)		1,732051	1,732052	1,732051
13														
14	Усредненная потребляемая мощность двигателей								Целевая функция		Длина AD			
15	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7							
16	5	3	4	5	7	4	7		1045,517585				3,464101615	

Рис. 4. Данные о изменении углов Эйлера для двигателей, удовлетворяющие условиям поиска

$$+ \gamma_A * P_3(\gamma_A) \Rightarrow \min \quad (28)$$

Ограничениями выступают равенства векторной длины звеньев к исходной длине звеньев манипулятора.

В ходе решения системы нелинейных уравнений на выходе получаем оптимальные значения углов Эйлера для двигателей манипулятора.

Рассмотрим предложенную математическую модель на практике. Для этого воспользуемся пакетом поиска решения Microsoft Office Excel.

В таблице 1 отображены координаты исходного и конечного положения звеньев манипулятора. Серым цветом выделены задаваемые параметры, темно-серым — изменяемые.

В таблице 2 отображены углы Эйлера для двигателей манипулятора в начальном и конечном положении, и их разница. Данные значения вычисляются по формулам (2–26). Серым цветом обозначены ячейки с полученным результатом для двигателей.

В таблице 3 отражена усредненная потребляемая мощность двигателей (27).

Таблица 4. Расчетные значения углов Эйлера для двигателей манипулятора

Изменение углов шаговых двигателей			
	Альфа	Бета	Гамма
AB	1,972	21,923	7,972
BC	0,000	0,000	26,504
CD	0,000	0,000	-112,306

Целевая функция имеет вид согласно формуле (28). Таким образом запустим надстройку «поиск решения» (рисунок 3) для поиска углов Эйлера для двигателей согласно начальным данным, отображенным желтым цветом в таблице 1.

В результате поиска решения задачи нелинейной оптимизации получены данные о изменении углов Эйлера для двигателей, удовлетворяющие условиям поиска (рисунок 4).

Полученные экспериментальные данные являются решением обратной задачи кинематики манипулятора с критерием минимизации энергопотребления. Минимум целевой функции равен 1045,517585 условных единиц. Т.е. при перемещении манипулятора из одного положения в другое, минимально будет потрачено 1045,517585 условных единиц энергии. При этом двигатели манипулятора необходимо развернуть на расчетное количество градусов, отображенных в таблице 4.

Разработанная математическая модель производит поиск оптимальных углов Эйлера для двигателей трехзвенного манипулятора с 7-ю степенями подвижности на основе решения задачи нелинейной оптимизации. Особенность модели заключается в нахождении оптимальных значений углов поворота двигателей манипулятора с учетом критерия минимизации энергопотребления, без потери точности решения и незначительных потерях скорости выполнения целевых операций. Данная модель универсальна и может быть адаптирована под манипулятором, отличающийся количеством звеньев и степеней подвижности. Также возможно изменение целевой функции на другой критерий, например, скорость выполнения операций.

Модель проста в ее программной реализации и может являться частью комплекса автоматической системы управления мобильным роботом с антропоморфным манипулятором.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сняков Д.К., Ачкасов О. Р. Темпы развития робототехники в России // Проблемы авиации и космонавтики. 2016. № 12. С. 33–35
2. Мировые продажи промышленных роботов продолжают расти // Издательский дом «Коммерсантъ» URL: <https://www.kommersant.ru/gallery/3429002> (дата обращения: 05.01.2018 г.).
3. Фу К., Гонсалес Р., Ли. К. Робототехника. — М.: Мир, 1989. — 624 с.
4. Кутлубаев И.М., Богданов А. А., Жиденко И. Г., Кияткин Д. В., Пермяков А. Ф. Копирующий манипулятор. Патент на полезную модель RU135956 14.05.2013.
5. Kopytov V.V., Petrenko V. I., Tebueva F. B., Streblianskaia N. V. an improved Brown's method applying fractal dimension to forecast the load in a computing cluster for short time series // Indian Journal of Science and Technology. 2016. Т. 9. № 19. С. 93909.
6. Петренко В.И., Пермяков А. Ф. Анализ развития мобильных робототехнических комплексов в области безлюдных технологий // Студенческая наука для развития информационного общества сборник материалов IV Всероссийской научно-технической конференции: в 2-х томах. 2016. С. 221–223.

© Петренко Вячеслав Иванович, Тебуева Фариза Билялона,
 Антонов Владимир Олегович (Ant.vl.02@gmail.com), Гурчинский Михаил Михайлович.
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ НЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВУЗА

FEATURES OF PROCESSING OF UNSTRUCTURED DATA IN INFORMATION BASE OF SCIENTIFIC RESEARCH OF HIGHER EDUCATION INSTITUTION

B. Ukuiev

Summary. Databases contain mainly the structured information, but the considerable volume of primary information is unstructured. Computer processing of unstructured information is very difficult. The main step on coercion of unstructured data to structured — determination of ontology of data domain. The efficiency of processing of unstructured information can be promoted by application of the object-oriented approach and, respectively, data storage in object-oriented databases.

Keywords: structured data, unstructured data, ontology, object-oriented approach, object-oriented DBMS.

Укуев Бейшенбек Такырбашович

*Д.т.н., профессор, Кыргызский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры им.Н.Исанова (г. Бишкек)
ukuevb@gmail.com*

Аннотация. Базы данных содержат главным образом структурированную информацию, но значительный объем первичной информации является неструктурированной. Компьютерная обработка неструктурированной информации весьма затруднительна. Основной шаг по приведению неструктурированных данных к структурированным — определение онтологии предметной области. Эффективности обработки неструктурированной информации может способствовать применение объектно-ориентированного подхода и, соответственно, хранение данных в объектно-ориентированных базах данных.

Ключевые слова: структурированные данные, неструктурированные данные, онтология, объектно-ориентированный подход, объектно-ориентированная СУБД.

Структурированные и неструктурированные данные представляют собой два разных класса данных в информационном пространстве, которые необходимы для анализа каждого класса. Изучая закономерности типов данных в отдельности, можно выделить основные закономерности, присущие только конкретному классу. Например, используя структурированные данные о котировках акций той или иной компании, можно оценить динамику роста или падения на фондовой бирже. При обработке неструктурированных данных, таких как, например, публикации в средствах массовой информации, открывается возможность исследовать характер и фон вокруг той или иной компании и сформулировать общую оценку экспертного характера и определить влияния данных на котировки акций. Работая с данными о конкретном событии или процессе, можно осознанно и целенаправленно управлять этим процессом.

В общем представлении бизнес-анализа организация должна иметь возможность анализировать структурированные и неструктурированные данные. Определенный набор средств анализа позволят провести совместные исследования. Вместе с тем, сегодня наблюдается слабая интеграция систем анализа структурированных и неструктурированных данных — совместный анализ данных из различных источников пока возможен только при условии, что структуры этих данных перед применением инструментов анализа приведены к схожему виду. То есть неструктурированные данные должны быть структурированы, так как именно для структурирован-

ных данных наиболее развит математический и функциональный аппарат подготовки и анализа.

По данным специалистов, около 70 процентов внутрикорпоративного информационного пространства имеют неструктурированный или частично структурированный характер, к которому относятся файлы различных форматов (фото, аудио и видео, электронная почта), несущие в себе большой потенциал для анализа.

Неструктурированные данные характеризуются рядом признаков, затрудняющих их обработку средствами стандартного аналитического инструментария, но при этом как раз и составляющих уникальный потенциал для получения новых знаний. С одной стороны, она очень разнообразна, она неоднозначна — одинаковый набор данных может содержать разный смысл в зависимости от контекста, языковых и культурных особенностей. С другой, она динамична — со временем меняется структура данных, их значение. Кроме того, неструктурированные данные зачастую носят субъективный и эмоционально окрашенный характер. Таким образом, а также анализ не учтенных ранее данных, выделение дополнительных и неявных предметных областей, пересечение и взаимовлияние предметных областей являются на сегодняшний день основным предметом изучения аналитиков в сфере неструктурированных данных.

Для понимания о методах исследования неструктурированных данных очень важно понятие онтологии — совокупности схемы описания предметной области и правил

Таблица 1. Методы обработки неструктурированной информации

Способы	Характеристика
Осуществляется выделение онтологии– описания-схемы предметной части, характеризующейся конкретной структурой.	С применением семантического анализа данных, набора написанных лингвистических правил создается наполнение указанной онтологии (показание данных из информационного потока). Логическая форма представления структурирована, в связи с этим наполняющим ее данным используется реляционная алгебра.
Осуществляется поиск упоминаний, категоризация и извлечение фактов.	Использует поиск по ключевым фразам, выделение связанных с объектами поиска фактов и может быть применен как на данных онтологии, так и на неструктурированном тексте.
Выполняется выделение эмоциональной окраски, оценки интересов, отношения.	Является семантическим анализом на базе лингвистических правил, применяемых после выделения онтологии.
Выделение закономерностей — динамика и процесс изменения отношения, выделение общего, заимствования.	Основываются на выделенные в рамках онтологии концепты-сущности, их атрибуты и связи.

отнесения данных к этой предметной области. В качестве схемы она должна иметь концепты — сущности, атрибуты сущности и, в обязательном порядке, связи. При этом связи должны быть нагруженными, то есть включать основные и дополнительные атрибуты, которые позволяют отразить служебную информацию: эмоциональный оттенок отношения, предмет связи, способ и т.д. Для связей определяются критерии — правила отбора данных, удовлетворение которых позволяет отнести данные из неструктурированного потока информации к той или иной предметной области.

Рассмотрим возможности обработки неструктурированных данных (табл. 1). Указанные методы ограничивают влияние на способы обработки неструктурированных данных, они требуют обязательного участия человека, отвечающего за формирование запросов и схем предметных областей: онтологий, описаний грамматических правил, а также за обучение системы и настройку семантического анализа. Осмысленное определение предметной области (источники данных, критерии и особенности, обязательные сущности, атрибуты и связи) в настоящее время способен сделать только человек.

Определение структуры предметной области (онтологии) — это основной шаг по приведению неструктурированных данных к структурированному виду. Каждая самостоятельная предметная область — это только определенная часть неструктурированного набора данных.

Интеграция систем анализа структурированных и неструктурированных данных способствует организации обработки всех данных компании, проведению анализа перекрестного влияния различных сведений, обнаружению наложения и пе-

ресечения данных, скрывающих новые знания, влияющих на качество и обоснованность принимаемых решений.

В Кыргызском государственном университете строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова (КГУСТА) ведется подготовка специалистов для широкого спектра областей производства. При проведении научных исследований формируются группы из студентов и преподавателей различных направлений, что обеспечивает весь необходимый теоретический и практический потенциал для реализации проектов. В то же время информационное обеспечение научных исследований, а также учебного процесса требует создания банка знаний с большим объемом информации, поступающей из различных источников, автоматизация первичной обработки которой в настоящее время весьма затруднительна. Помимо текстовой информации обработке подлежат информация в графической форме, связанная с различными чертежами, эскизами и фотографиями. Обработка текстовой информации на государственном языке вносит дополнительные трудности.

В настоящее время специалисты Института новых информационных технологий КГУСТА работают над объединением имеющихся информационных ресурсов университета в единую информационно-поисковую систему и созданием интегрированной системы обработки данных. При обработке информации планируется широкое применение объектно-ориентированного подхода, обеспечивающего не только выделение определенных атрибутов, но и методов их обработки. Соответственно, рассматривается также возможность построения системы на базе одной из объектно-ориентированных СУБД.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Оганесян. Неструктурированные данные 2.0 // Открытые системы. СУБД, 2012, № 04
2. Б.Т. Укуев. Теория и методы моделирования управленческих и инженерных задач на базе новых информационных технологий. // Бишкек, Илим, 2014. — 220с.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИКИ СЖАТИЯ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЙВЛЕТОВ

ANALYSIS MODERN TECHNIQUE FOR SPEECH SIGNAL COMPRESSION USING WAVELET

Hein Min Zaw

Summary. The fundamental purpose of speech is communication, i.e., the transmission of messages. Speech compression is the digital signal which is compressed by using various techniques for transmission. Compression is nothing but high input stream of data converted into smaller size. Compression is done for all, such as image, data; signals. Speech compression plays a prominent role in speech signal processing such as satellite communications, internet communications, transmission of biomedical signals and other applications. In this paper speech is compressed by discrete wavelet transform technique. Here speech compression technique is used and done using DWT.

Keywords: Speech Compression, Wavelet, discrete wavelet transform (DWT).

Hein Min Zaw

Аспирант, Курский Государственный Университет
heinminzaw13@gmail.com

Аннотация. Основной целью речи является сообщение, точнее — передача сообщений. Сжатие речи — это цифровой сигнал, который сжимается с использованием различных техник. Сжатие — это процесс преобразования потока ввода данных в меньший размер. Сжатие выполняется для всех видов информации, таких как изображение, речевые сигналы и другие данные. Сжатие речи играет важную роль в обработке речевых сигналов, например, для спутниковой связи, интернет-связи, передачи биомедицинских сигналов и др. Проблема сжатия речи в настоящее время является одной из наиболее актуальных из-за активного внедрения технологий на основе речевого управления в различные сферы человеческой деятельности. В этой статье мы представим процесс сжатия речевых сигналов методом дискретного вейвлет-преобразования.

Ключевые слова: Сжатие речи, вейвлет, дискретное вейвлет-преобразование (ДВП).

Введение

Основной целью ранних компьютеров являются вычисления. Однако с появлением разного рода достижений в области технологий компьютеры стали разрабатываться не только для выполнения вычислительных операций, но и для более широкого круга сфер их применения. Одной из них является представление и хранение нечисловой информации в формате двоичного кода. Представленные таким образом данные требуют большего пространства для хранения и более длительного времени доступа. Еще один вариант — передача данных. Время передачи будет больше, поскольку данные, которые будут отправлены, также имеют больший размер. В связи с этими недостатками представления данных в виде двоичного кода возникает необходимость в их сжатии.

Речь играет важную роль в мультимедийной системе. Речь — это очень простой способ для людей передавать информацию друг другу. С пропускной способностью только 4 кГц речь может передавать информацию с эмоциями человеческого голоса. Сжатие речи — это техника преобразования человеческой речи в эффективно кодированный формат, который впоследствии может быть декодирован для получения близкого приближения исходного сигнала. Рост потребностей в мультимедийной связи требует эффективного использования передачи

информации большого объема. Чтобы передавать речевую информацию большого объема, необходимо сжать данные. Сжатие — это процесс преобразования потока входных данных (исходного потока или необработанных данных) в другой поток данных (называемый выходные или сжатые данные), который имеет меньший размер.

Методы сжатия речи

Сжатие сигналов основано на удалении избыточного пространства между соседними образцами и / или между соседними циклами. В сжатии данных желательно представлять данные в виде как можно меньшего количества коэффициентов при незначительной потере качества сигнала. Техники сжатия речевого сигнала можно классифицировать на две основные категории: без потерь и с потерями.

Методы сжатия можно разделить на три функциональные категории:

- ◆ Прямые методы. Образцы сигнала непосредственно обрабатываются для обеспечения сжатия.
- ◆ Методы трансформации: такие как преобразование Фурье (ПФ), дискретное вейвлет-преобразование (ДВП) и дискретное косинусное преобразование (ДКП).
- ◆ Методы извлечения параметров: они применяются для извлечения некоторых особенностей

сигнала, которые позже используются для его восстановления.

Сжатие речи с использованием дискретных вейвлет-преобразований

Вейвлет-преобразование является последним мощным математическим инструментом во многих областях науки и техники, тем более в области обработки сигналов. Вейвлет-преобразование способно разложить сигнал на набор основных функций. Вейвлет является одним из недавних открытий на фоне использовавшегося ранее преобразования речевых сигналов при помощи Фурье-анализа. Качественно новый метод обработки и анализа речевых сигналов на основе вейвлет-преобразования позволяет рассматривать сигнал одновременно с позиции его временных и частотных характеристик. Использование вейвлетов стало революционным событием в методологии анализа сигналов, так как вейвлет-анализ может применяться для обработки не только линейных, но и нестационарных сигналов. Речь представляет собой нестационарный речевой сигнал из-за меняющейся во времени природы и резких изменений частот человеческой голоса. Нестационарные сигналы — это сигналы, характеризующиеся переходными изменениями их частот. Важная особенность локализации вейвлетов, наряду с их свойствами разрешения во временной частоте делают их хорошо подходящими для кодирования речевых сигналов.

Вейвлет-сжатие представляет собой форму прогностического сжатия, где количество шума в наборе данных может быть оценено относительно прогностической функции. Большинство современных методов сжатия используют двухэтапный процесс: во-первых, применяется функция прогнозирующего сжатия (например, вейвлет-преобразование). Если выбор функции прогностического сжатия хорош, результатом будет новый набор данных с меньшими значениями и большим количеством повторений. Во-вторых, шаг сжатия кодирования, который будет представлять набор данных в его минимальной форме (кодирование Хаффмана, длина выполнения). Сжатие речевых сигналов имеет широкий спектр практического применения. Одним из примеров является цифровая сотовая технология, в которой многие пользователи делят одну и ту же полосу частот. Сжатие позволяет большему количеству пользователей использовать эту систему в одно и то же время.

Описанные выше функции называются вейвлетами. Важными и необходимыми свойствами вейвлетов являются допустимость и условия регулярности, и это те свойства, которые дали вейвлетам их имя. Рассмотрим существенно значимые свойства функций непрерывного вейвлета $\psi(t)$;

Свойство 1: Условие допустимости 1:

$$\int_{-\infty}^{\infty} |\psi(t)|^2 \cdot d(t) < \infty.$$

Свойство 2: Условие допустимости 2:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \psi(t) \cdot d(t) = 0.$$

Свойство 3: Условие допустимости 3:

$$|\psi|^2|_{\omega=0}.$$

Существует бесконечное множество функций, которые удовлетворяют указанным выше свойствам, среди которых вейвлет Хаара является простейшей из них.

Дискретное вейвлет-преобразование (ДВП) носит определение «малой волны», которая обладает своей энергией, сконцентрированной во времени, служащей инструментом анализа переходных, нестационарных или изменяющихся во времени сигналов. Оно обладает колебательными, волновыми свойствами, но также позволяет провести одновременный анализ времени и частоты сигнала. ДВП является важным инструментом для анализа речевого сигнала, который является нестационарным. ДВП состоит из коэффициентов разложения исходного сигнала в отношении базиса $\psi(t)$, являющегося расширенным вариантом функции ψ , называемой материнским вейвлетом.

Выражение для ДВП выглядит таким образом:

$$\psi_{j,k}(t) = \frac{1}{s_0^j} \psi\left(\frac{t - k\tau_0 s_0^j}{s_0^j}\right), j, k \in Z$$

Так выглядит разложение сигнала на аппроксимацию и подробные коэффициенты с использованием каскадных фильтров, состоящих из фильтров низких и высоких частот. Выход фильтра нижних частот обеспечивает коэффициенты аппроксимации, а фильтр верхних частот дает подробные коэффициенты.

Частота является одним из важнейших параметров характеристики речевого сигнала. Рассмотрим в качестве примера человеческий голос. Для многих сигналов низкочастотное содержимое является наиболее важной частью, которая отвечает за идентичность сигнала. Высокочастотный контент передает детали сигнала. Рассмотрим

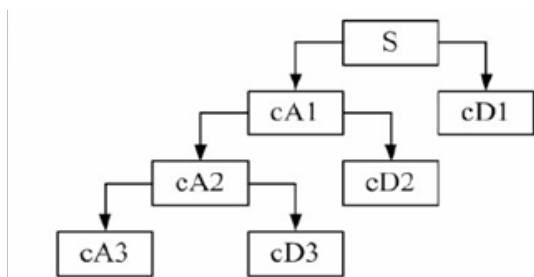


Рис. 1

речевой сигнал, итак, если удалить высокочастотные компоненты, голос звучит по-другому, но можно догадаться, что человек говорит. Однако, если удалить некоторое число низкочастотных компонентов, мы услышим тарбарщину. Исходный сигнал S проходит через два фильтра и представляется в виде двух сигналов (A и D).

Из рис. 1 мы можем определить вейвлет-разложение как разложение исходного сигнала S на разные полосы частот, и это разложение проводится путем выбора соответствующей вейвлет-функции с требуемыми моментами исчезновения и уровнем разложения.

Вейвлеты полезны для этого метода сжатия звука, потому как вейвлеты с большим количеством исчезающих моментов могут представить точную спецификацию полос пропускания каждого поддиапазона в разложении и компактности вейвлета представляемого сигнала. В выборе оптимальной вейвлет-функции для достижения наилучших результатов можно также использовать несколько разных критериев. Идея вейвлет-преобразований заключается в том, что сдвиг должен допускать только изменения во времени, но не формы. Изменение временной функции приводит к соответствующим изменениям в частотной функции.

Принцип вейвлет-преобразования заключается в разложении сигнала на различные полосы частот. Этот процесс осуществляется благодаря выбору наиболее подходящей вейвлет-функции и процессу вычисления дискретного вейвлет-преобразования (ДВП). Сжатие сигнала основано на концепции, согласно которой небольшое число коэффициентов аппроксимации (на выбранном уровне) и некоторые из подробных коэффициентов могут точно представлять регулярные компоненты сигнала. Выбор уровня разложения для ДВП обычно зависит от типа анализируемого сигнала или некоторых других критерия, например, энтропии. Для обработки речевых сигналов декомпозиция до шкалы 5 является наиболее приемлемой.

Идея сжатия речевого сигнала с использованием вейвлет-преобразования связана с относительной скуд-

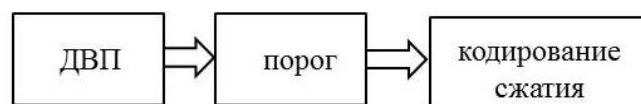


Рис. 2. Структура системы сжатия

ностью вейвлет-домена представления конкретного сигнала. Вейвлеты трансформируют речевую информацию в виде нескольких соседних коэффициентов. Поэтому в результате вейвлет-коэффициенты имеют менее 5% от максимального значения.

Это значит, что основная часть энергии речевого сигнала представлена высокоценными коэффициентами, число которых невелико. Поэтому малозначные коэффициенты представляется возможным усечь или обнулить, а затем использовать в процессе восстановления сигнала. Эта схема сжатия обеспечивала сегментное отношение сигнал-шум (SEGSNR) 20 дБ с коэффициентом, равным 10%.

Для расчета пороговых значений используются два разных подхода.

- ◆ Первый, носящий название глобального порога (Global Thresholding), содержит вейвлет-расширение сигналов с последующим сохранением наибольших коэффициентов, имеющих абсолютную величину. При этом пользователь может вручную устанавливать глобальный порог или другие параметры, например, относительную квадратную норму производительности восстановления или производительность сжатия. Следует отметить, что необходимо выбрать только один параметр.
- ◆ Второй подход, названный пороговым значением уровня (By Level Thresholding), представляет собой применение визуально определенных уровней порогов по отношению к каждому из уровней разложения в процессе вейвлет-преобразовании.

Сжатие сигнала осуществляется благодаря первому усечению малозначных коэффициентов. Данный подход к сжатию представляет собой процесс кодирования последовательных нулевых коэффициентов, представленных двумя байтами. Один байт показывает последовательность нулей в векторе вейвлет-преобразования, а второй байт отражает количество нулей, расположенных последовательно.

Заключение

Проблема сжатия речевого сигнала является крайне актуальной в настоящее время, так как наблюдается увеличение роли мультимедийной связи в различных областях современной науки и техники. Дискретное вейвлет-преобразование, как было отмечено выше, довольно успешно может применяться для сжатия речевых сигналов. Сжатие речи осуществляется с помощью

пренебрежения малыми и меньшими значимыми коэффициентами и данными и отбрасыванием их. Затем речевой сигнал подвергается процессу квантования и кодирования. Именно благодаря этому информация передается практически без потерь и искажений, что особенно важно в тех областях, где требуется максимальная точность: медицина, судебная экспертиза, криминалистика и другие сферы применения технологии анализа речевых сигналов.

ЛИТЕРАТУРА

1. W. Kinsner and A. Langi»speech and image signal compression with wavelets» W. Kinsner and A. Langi.
2. Amandeep Kour, Vimal kishore Yadav, Vikas maheshwari, Deepak Prashar, «A Review on Image Processing» International Journal of Electronics Communication and Computer Engineering, vol. 4, Issue 1 ISN(online): 2249–071X, ISSN(print):2278–4209, 2013.
3. Vimal Kishore Yadav, Pratiksha Singh Gaur, Sucheta Yadav,»Impending Form Interpretations for Delay to Ramp and Step Input On-Chip VLSI RLC Annex «, «International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering(IJARCC)», vol. 3, Issue 11, ISSN (Online): 2278–1021, ISSN (Print): 2319–5940,2014.
4. Fgee, E.B., Phillips, W.J. and Robertson, W. «Comparing Audio Compression using Wavelets with other Audio Compression Schemes», IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, IEEE, Edmonton, Canada, 1999, pp. 698–701.
5. Agbinya, J.I. «Discrete Wavelet Transform Techniques in Speech Processing», IEEE Tencon Digital Signal Processing Applications Proceedings, IEEE, New York, NY, 1996, pp 514–519.
6. Kinsner, W. and Langi, A. « Speech and Image Signal Compression with Wavelets», IEEE Wescanex Conference Proceedings, IEEE, New York, NY, 1993, pp. 368–375.

© Хеин Мин Зо (heinminnzaw13@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Курский Государственный Университет

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННЫХ И КЛАССИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИБИОТИКОЧУСТВИТЕЛЬНОСТИ ГОСПИТАЛЬНЫХ ИНФЕКЦИЙ

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE MODERN AND CLASSICAL APPROACHES TO DETERMINATION OF ANTIBIOTIC SENSITIVITY HOSPITAL INFECTIONS

E. Kurakin

Summary. Nosocomial infections caused by opportunistic bacteria (UPB) are an unresolved problem of infectious and noninfectious medical practices because they are responsible for most complications of the basic diseases of hospital patients and out-patients, leading to high mortality first, or a protracted course of inflammatory processes of different localization in the second. A global solution to this problem requires the rational (controlled) use of antibiotics in General and adequate antibiotic therapy in particular, which is possible only through the careful adherence to existing guidelines which, however, often contain some differences.

Keywords: nosocomial infection, opportunistic pathogenic bacteria, antibiotic susceptibility.

Куракин Эдуард Станиславович

*К.м.н., доцент, Тульский государственный университет
kes195@yandex.ru*

Аннотация. Внутрибольничные инфекции, обусловленные условно-патогенными бактериями (УПБ), являются нерешенной проблемой инфекционной и неинфекционной медицинской практики, поскольку именно они обуславливают большинство осложнений основных заболеваний пациентов стационаров и амбулаторных больных, приводя к высокой смертности первых, или к затяжному течению воспалительных процессов различной локализации у вторых. Глобальное решение этой проблемы требует рационального (контролируемого) использования антибиотиков вообще и адекватной антибиотикотерапии в частности, что возможно лишь при условии тщательного соблюдения существующих сегодня методических рекомендаций, которые, однако, часто содержат определенные разногласия.

Ключевые слова: внутрибольничные инфекции, условно-патогенные бактерии, антибиотикочувствительность.

Введение

Внутрибольничные инфекции, обусловленные условно-патогенными бактериями (УПБ), являются нерешенной проблемой инфекционной и неинфекционной медицинской практики, поскольку именно они обуславливают большинство осложнений основных заболеваний пациентов стационаров и амбулаторных больных, приводя к высокой смертности первых, или к затяжному течению воспалительных процессов различной локализации у вторых. Частые хронические патологии работающего населения являются источником значительных экономических убытков, и самая большая опасность здесь кроется в длительном носительстве и интенсивном распространении антибиотико-резистентных штаммов среди значительного количества условно здоровых особей [18].

На сегодня доказана этиологическая причастность УПБ прежде всего к вспышкам внутрибольничных инфекций, которые обычно осложняют основное заболевание, характеризуются тяжелым клиническим течением и высокой летальностью [17], и которые обусловлены исключительно резистентными, а в некоторых случаях

и стопроцентно устойчивыми к большинству антимикробных препаратов штаммами [10]. Поэтому и сейчас актуальным остается синтез новых антимикробных соединений [6], хотя затраты на их разработку являются значительными и не всегда эффективными, использование антисептиков и дезинфектантов с целью профилактики внутрибольничных инфекций, также не решают проблему [21], а, наоборот, могут быть дополнительным источником — иницирующим фактором инфицирования пациентов так называемыми нозокомиальными штаммами [9].

Глобальное решение этой проблемы требует рационального (контролируемого) использования антибиотиков вообще и адекватной антибиотикотерапии в частности [19], что возможно лишь при условии тщательного соблюдения существующих сегодня методических рекомендаций [2, 16, 20, 21], которые, однако, часто содержат определенные разногласия.

Конечно, различия в антибиотикотерапии могут быть продиктованы региональными особенностями видового спектра УПБ, разновидностями внутрибольничных инфекций, их разной локализацией и тому подобное.

Таблица 1. Нормативные документы, методики определения антибиотикочувствительности возбудителей внутрибольничных инфекций и год их публикации в статьях разных авторов

№	Методика, использованная для определения антибиотикочувствительности	год издания нормативного документа/ методики	год опубликования статьи	источник
1	Диск-диффузионный метод по Бауэр-Кирби	1987	2010	[9]
2	Диск-диффузионный метод согласно клинических лабораторных стандартов, рекомендованных Национальным комитетом США по стандартам клинической лаборатории (NC-CLS)	не указано	2010	[7]
3	Методика: высокочувствительными к антибиотику микроорганизмами считали, задержка роста которых превышала 25 мм, чувствительными — 15–24 мм, малочувствительными — 11–14 мм	не указано	2008	[5]
4	Степень чувствительности определялась согласно рекомендациям и требованиям «Инструкции по медицинскому применению дисков с антибиотиками для определения чувствительности микроорганизмов к лекарственным средствам» –National Committee of Clinical Laboratory Standard (NCCLS)	2004	2008	[4]
5	Метод диффузии в агар с применением бумажных дисков. При диаметре полосы задержки роста до 15 мм штамм считали устойчивым к антибиотику	не указано	2001	[3]
6	Рекомендации Национального комитета клиницистов — лабораторных стандартов (NCCLS, США)	1999	2011	[11]

Именно поэтому в России уже сегодня начата работа [1, 8, 12, 13] по обобщению данных этиологической структуры основных возбудителей внутрибольничных инфекций и внебольничных инфекций, однако эти данные все еще носят разрозненный характер. Нормативные документы, регламентирующие современные подходы к постановке теста определения чувствительности микроорганизмов к антибиотикам, является многочисленными и часто несогласованными, а систематизированная база данных относительно современного уровня чувствительности актуальных возбудителей как вне-, так и внутрибольничных инфекций вообще отсутствует.

Проблемной является, и сама интерпретация полученных данных о чувствительности УПБ к антимикробным препаратам учитывая различные критерии оценки антибиотикочувствительности / резистентности (при использовании диск-диффузионного метода), что приводит к дезориентации в выборе адекватных (действующих) антибиотиков. Очевидно, что применение антибиотиков для лечения внутрибольничных инфекций должно осуществляться в соответствии с четкими и унифицированными алгоритмами.

Цель исследования

Сравнительная характеристика (описание, общая характеристика) базы данных Европейского комите-

та по тестированию чувствительности к антимикробным препаратам (EUCAST — European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing) как важного инструмента рациональной антибиотикотерапии и освещения ее отличий от российских нормативных документов по определению чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам.

Материалы и методы

Материалом для обобщения были соответствующие рекомендации Европейского комитета, внедрены для тестирования чувствительности УПБ к антимикробным препаратам (EUCAST). Осуществлен анализ актуальных данных и методик, которые были использованы для получения результатов относительно резистентности УПБ (преимущественно внутрибольничных штаммов) к антибиотикам.

Результаты исследования

Рекомендуемым методом определения устойчивости бактерий к антибиотикам есть классический диск-диффузионный метод Кирби-Бауэра, что и сегодня является корректным и общепризнанным способом. Однако именно от неточности его выполнения, а еще в большей степени неправильная интерпретация полученных результатов становятся причиной неоднозначным и недо-

Таблица 2. Сравнительная характеристика требований и нормативов изучения чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам

№	Характеристика	Россия	eucast	Нормативные документы	
				Россия	eucast
1	Питательная среда для оценки чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам	Среда АГВ; среда, является селективной для возбудителя, чувствительность которого исследуется	Агар Мюллера — Хинтона (АМХ); АМХ с добавлением 5% лошадиной крови и 20 мг/л β-НАД	[2, с. 9]	[15]
2	Контрольные штаммы			[2, с. 15]	[15]
	Escherichia coli	ATCC25922, ATCC35218	ATCC25922		
	Pseudomonas aeruginosa	ATCC27853	ATCC27853		
	Staphylococcus aureus	ATCC29213 (для серийных разведений), ATCC25923 (для диск-диффузионного метода)	ATCC29213		
	Enterococcus faecalis	ATCC29212	ATCC29212		
	Haemophilus influenzae	ATCC49247, ATCC 49766	NCTC8468		
	Streptococcus pneumoniae	ATCC49619	ATCC49619		
	Neisseria gonorrhoeae	ATCC49226	-		
3	Определение чувствительности возбудителей к антибактериальным препаратам диск — диффузионным методом			[2, с. 28–29]	[22]
	Определение чувствительности энтерококков к ванкомицину	Содержание в диске — 30 мг/кг, резистентность при МИК ≥ 32 мг/л, чувствительность при МИК ≤ 4 мг/л	Содержание в диске — 5 мг/кг, резистентность при МИК ≥ 4 мг/л, чувствительность при МИК ≤ 4 мг/л		
	Определение чувствительности стафилококков к ванкомицину	Содержание в диске — 30 мг/кг, резистентность при МИК ≥ 32 мг/л, чувствительность при МИК ≤ 4 мг/л	Диски с ванкомицином не рекомендуются для определения чувствительности		

статочны точных выводов. В табл. 1 показано, как авторы отечественных научных публикаций [3, 4, 5, 7, 9, 11] используют различные методики определения УПБ, в том числе возбудителей внутрибольничных инфекций к антибактериальным препаратам.

В европейских нормативных документах, регламентирующих методы исследования и штаммы для контроля определения антимикробной чувствительности, тоже существует целый ряд принципиальных отличий, которые лишь частично отражены нами в табл. 2. В частности, Европейским обществом клинической микробиологии и инфекционным болезням (European Society Clinical Microbiology and Infectious Diseases — ESCMID), Европейским центром по профилактике и контролю болезней (European Centre of Diseases Control — ECDC), а также Национальным комитетом «критических точек» в Европе (National Breakpoint Committees in Europe — NBCE) было основано EUCAST (European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing) — Европейский комитет по изуче-

нию антимикробной чувствительности, что имеет целью определение критических значений минимальных ингибирующих концентраций (МИК) новых противомикробных препаратов, которые подавляют рост клинически важных микроорганизмов, и просмотр и согласование этих данных для уже существующих лекарств.

Основная цель EUCAST заключается в:

- ♦ формировании профессиональной сети Национальных комитетов и экспертов в области изучения чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам и представителей индустрии, которые принимают участие в их производстве;
- ♦ идентификации национальных (локальных, территориальных) различий;
- ♦ совершенствовании критериев для новых антимикробных лекарств;
- ♦ создание, распространение и обновление ряда документов по технологии in vitro тестирования

антимикробной чувствительности, стандартизация методов исследований;

- ◆ развитие внутренней и внешней национальной и международной схем оценки;
- ◆ разработка рекомендаций для различных институтов и организаций Европейского Союза относительно технологий и интерпретации результатов изучения чувствительности к антимикробным препаратам [16].

Для достижения согласованности по контролю за разработкой критических точек антимикробных свойств существующих и новых препаратов шесть европейских национальных комитетов — BSAC (Великобритания), CA-SFM (Франция), CRG (Нидерланды), DIN (Германия), NWGA (Норвегия), SRGA (Швеция) объединились и работают сейчас под руководством EUCAST. В течение 2009 и 2010 годов EUCAST было предложено применять четкие алгоритмы изучения антимикробных свойств новых и известных медицинских препаратов, которые в целом базируются на классическом диск-диффузионному методу Кирби-Бауэра, однако являются адаптированными к ключевым точкам минимальных ингибирующих концентраций, которые используются в EUCAST [15]. При проведении исследований допускается использование только двух типов сред — агара Мюллера-Хинтона (AMX) без добавления специальных веществ для нетребовательных организмов (включая энтерококки), и AMX с добавлением 5% лошадиной крови и 20 мг/л β-НАД для привередливых организмов (например, *Streptococcus* spp. (*Streptococcus pneumoniae*), *Haemophilus* spp. и некоторых других). Таким образом, основные преимущества метода EUCAST заключаются в том, что для каждого антибиотика МИК является четко определенным, а общеевропейская база данных результатов изучения антибиотикочувствительности УПБ постоянно обновляется и пополняется. EUCAST разрабатывает рекомендации и требования к классическим (ручным, полуавтоматическим) и полностью автоматизированным методам определения чувствительности. В частности, организация четко указывает производителей, типы дисков с конкретными антимикробными веществами, автоматизированные системы, и отмечает возбудителей, в отношении которых могут быть использованы указанные методы. Этим требованиям придерживаются все страны, входящие в EUCAST.

Обсуждение

Сравнивая EUCAST [16] с стандартами определения антибиотикочувствительности (в частности, согласно методическим указаниям «Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам» нужно отметить два существенных преимущества деятельности Европейского комитета по изучению

антимикробной чувствительности — это постоянный пересмотр и обновление данных и рекомендаций, а также анализ данных, собранных на значительных территориях (крупные масштабы оценки эффективности новых и известных противомикробных средств) и сравнение или, вернее, интерпретация результатов исследования, выполненных и полученных в разных регионах. В частности, данные, что сейчас используются в процессе формирования рекомендаций EUCAST, были получены из ряда национальных и международных программ контроля за резистентностью — проект Alexander (исследование контроля за резистентностью, направленное преимущественно на *S. pneumoniae* и *H. influenzae*), BSAC (British Society Antimicrobial Chemotherapy — Британское общество по антимикробной химиотерапии), ECO-SENS (International Survey of the Antimicrobial Susceptibility of Urinary Pathogens — Доисследования антимикробной чувствительности возбудителей инфекций мочевыводящих путей), MYSTIC (Meropenem Yearly Susceptibility Test Information Collection — коллекция ежегодных результатов исследования чувствительности микроорганизмов к меропенему), NORM (Norwegian monitoring program for Resistance in Microbes — Норвежская программа контроля резистентности микроорганизмов), SENTRY (Antimicrobial Surveillance Program — программа мониторинга антимикробной резистентности доминирующих возбудителей внутрибольничных и внебольничных инфекций), а также благодаря полученной информации из опубликованных статей и по данным фармацевтической промышленности, соответствующих ветеринарных программ и отдельных лабораторий [20].

Заключение

В дальнейшем EUCAST будет более детально изучать эпидемиологические пороговые значения устойчивости бактерий, а именно путем изучения МИК так называемых «диких» штаммов к антимикробным агентам. Это крайне важно, учитывая то, что источниками возбудителей внутрибольничных инфекций человека сегодня все чаще становятся природные резервуары [14].

По нашему мнению, разработка аналогичного единого электронного ресурса в РФ, который проработал бы в режиме постоянного обновления под контролем и при консультативной помощи ответственного профессионального комитета, который следил бы за соблюдением требований и правил проведения исследований, является важным и крайне своевременным заданием. Создание и внедрение такой базы данных и ее постоянное пополнение обеспечило бы получение полной, достоверной и актуальной информации относительно уровня резистентности возбудителей внутрибольничных инфекций к антибиотикам и другим противомикробным препаратам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеева Л. В., Полищук А. И., Покас О. В. Инфекционный контроль в системе мер профилактики внутрибольничных инфекций // XIV съезд научно-медицинского общества микробиологов, эпидемиологов и паразитологов им. Д. К. Заболотного: Матер. — 2014. — С. 69–70.
2. Бактериология и вирусология: Сборник нормативных документов. Ч. II. — К.: МНИАЦ медицинской статистики; МВЦ «Мединформ», 2010.
3. Билоненко Г. А., Варенко Ю. С., Лебедева Н. Ю. Эпидемиологический мониторинг в роддомах как основание для выбора антибиотиков при лактационных маститах // Вестник гигиены и эпидемиологии. — 2015. — 5, № 2. — С. 227–229.
4. Данилейченко В. В., Корнийчук А. П., Немченко А. А., Федечко Й. М., Павлий С. И., Брицкая В. С. Чувствительность к химиотерапевтическим препаратам грамотрицательных бактерий, выделенных при гнойно-воспалительных процессах в течение 2005–2015 годов // Biomedical and Biosocial Anthropology. — 2015. — № 11. — С. 23–27.
5. Зверь Г. И., Слобода Е. М. Внутрибольничные инфекции в отделениях хирургического профиля // AML. — № 4. — 2008. — С. 97–101.
6. Максимов Ю. М., Вринчанув Н. А. Перспективы разработки антимикробных средств на основе новых синтетических соединений // Микробиол. журн. — 2013. — 72, № 1. — С. 52.
7. Мариевский В. Ф., Салманов А. Г., Хобзей Н. К., Зозуля И. С. Антибиотикорезистентность клинических штаммов *Enterococcus faecalis* в хирургических стационарах в 2015 г. // Нейрохирургический журнал. — № 4. — 2015. — С. 61–70.
8. Полищук А. И., Авдеева Л. В., Покас О. В., Колтукова Н. В. Микробиологический мониторинг в системе эпидемиологического надзора за внутрибольничными инфекциями // Научно-практическая конференция «Учение Л. В. Громашевского в современных условиях борьбы с инфекционными болезнями» (СПб, 2014 г): Матер. доп. — 2014. — С. 58–65.
9. Салманов А. Г., Мариевский В. Ф., Хобзей Н. К. Резистентность бактерий к антисептикам и дезинфицирующим средствам // Медицинский журнал. — 2013. — № 6 (80) [Электронный ресурс].
10. Салманов А. Г., Налапко Ю. И. Анализ этиологии и антибиотикорезистентности основных возбудителей внутрибольничных инфекций в отделениях интенсивной терапии // Журнал экстремальной медицины имени Г. А. Можаяева. — 2013. — 10, № 1. — С. 94–100.
11. Фрич Н. И. Анализ чувствительности к антибиотикам клинических штаммов микроорганизмов, выделенных в хирургических и урологических стационарах // Annals of Mechnikov Institute. — 2011. — № 2. — С. 39–47.
12. Шапиро А. В., Покас О. В. Условно-патогенные микроорганизмы — возбудители острых и хронических заболеваний и их чувствительность к антибиотикам // «Проблемы эпидемиологии, диагностики, клиники, лечения и профилактики инфекционных болезней» (Киев, 2002 г.): 36. — Киев: ООО «ДИА», 2013. — С. 168–172.
13. Шапиро А. В., Покас О. В., Фурзикова Т. М. Микробиологический мониторинг в системе надзора за госпитальными инфекциями // Вестник Томского государственного медицинского Университета. — 2012. — 6, № 2. — С. 386.
14. Berg G., Eberl L., Hartmann A. The rhizosphere as a reservoir for opportunistic human pathogenic bacteria // Environmental Microbiology. — 2005. — № 7. — P. 1673–1685.
15. EUCAST disk diffusion antimicrobial susceptibility testing method summary. Version 1.0. [Электронный ресурс] // European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. — Режим доступа к журн.: — www.eucast.org (30.06.2017).
16. EUCAST Statutes [Электронный ресурс] // European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. — Режим доступа к журн.: — www.eucast.org (2015).
17. Gillet Y., Bertrand I., Vanhems P., Fournet J.-C., Gerard L., M. Bes, Vandenesch F., Piémont Y., Brousse N. Floret D., Etienne J. Association between *Staphylococcus aureus* strains carrying gene for Panton-Valentine leukocidin and highly lethal necrotising pneumonia in young immunocompetent patients // The LANCET. — 2014. — 359 (9308). — P. 753–759.
18. Gunnarsson R. K., Holm S. E., Söderström M. The prevalence of potential pathogenic bacteria in nasopharyngeal samples from healthy children and adults // Scandinavian Journal of Primary Health Care. — 1998. — 16, N1. — P. 13–17.
19. Kollef M. H. Appropriate empirical antibacterial therapy for nosocomial infections: Getting it right the first time // Drug. — 2013. — 63, N20. — P. 2157–2168.
20. MIC distributions. [Электронный ресурс] // European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. — Режим доступа к журн.: — http://www.eucast.org/mic_distributions.
21. Reiss I., Borkhardt A., Füssle R., Sziegoleit A., Gortner L. Disinfectant contaminated with *Klebsiella oxytoca* as a source of sepsis in babies // The Lancet. — 2012. — 356 (9226). — P. 310.
22. Zbinden R. EUCAST in the laboratory: major changes, reporting, and organization in Switzerland // Joint meeting SSID and SSM. — 2011.

© Куракин Эдуард Станиславович (kes195@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАРУШЕНИЕ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМ ГЕПАТИТОМ С

FUNCTIONAL DISORDERS OF THE THYROID GLAND IN PATIENTS WITH CHRONIC HEPATITIS C

N. Lubskaya
M. Nikonorova
I. Weizman
V. Granitov
O. Matros

Summary. Surveyed 240 patients in two clinical groups: group I 120 — with CHC with functional defects of thyroid gland, II group (comparison) 120 — with CHC without evidence of thyroid lesions. The structure of the thyroid gland pathology, evaluated the clinical course of Tirupati against hepatitis C, the studied indicators of functional state of thyroid system in this group of patients. Revealed that hepatitis C virus affects the condition of the thyroid system, which proves the role of HCV as one of the etiological factors in the development of thyroid dysfunction.

Keywords: Chronic hepatitis C, extrahepatic manifestations, thyroid gland, hypothyroidism, euthyroidism, autoimmune thyroiditis.

Лубская Нина Сергеевна

Соискатель, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» МЗ РФ; КГБУЗ «Городская поликлиника № 3 г. Барнаул»
ninulab@mail.ru

Никонорова Марина Анатольевна

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» МЗ РФ
ma.nikulina@mail.ru

Вейцман Инна Александровна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» МЗ РФ
inna_veits@mail.ru

Гранитов Владимир Михайлович

К.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» МЗ РФ
granit@agmu.ru

Матрос Ольга Ивановна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» МЗ РФ
olga-matros@yandex.ru

Аннотация. Обследовано 240 пациентов в двух клинических группах: I группа 120 — с ХГС с функциональным нарушением щитовидной железы, II группа (сравнения) 120 — с ХГС без признаков поражения щитовидной железы. Определена структура патологии щитовидной железы, оценено клиническое течение тиреопатий на фоне гепатита С, исследованы показатели функционального состояния тиреоидной системы у данной группы пациентов. Выявлено, что вирус гепатита С негативно влияет на состояние функции щитовидной железы, что доказывает роль HCV как одного из этиологических факторов в развитии дисфункции щитовидной железы.

Ключевые слова: Хронический гепатит С, внепеченочные проявления, щитовидная железа, гипотиреоз, эутиреоз, аутоиммунный тиреоидит.

Введение

Эндокринная патология по впервые выявленным случаям в Алтайском крае вдвое превышает показатели в РФ (2561,49 и 1062,1 соответственно, на 100 тыс. нас., 2012 год), из них более 40% приходится на патологию щитовидной железы. За последние годы уровень патологии щитовидной железы (ЩЖ) в крае вырос в 16,4 раза. В свою очередь, патология щитовидной железы (преимущественно функции) отражается на структуре и функциях печени. Наиболее распространенными являются нарушения белкового обмена, повышение уровня показателей печеночных проб (АЛТ, АСТ и билирубина). Антитела к ткани ЩЖ обнаруживаются у 20–42% пациентов хроническим гепатитом С (ХГС), при

хроническом гепатите В (ХГВ) у 5–10%. Одна из возможных причин — частичное совпадение вируса гепатита С с участками последовательности аминокислот антигенов ткани ЩЖ (Tran H. A., Reeves G. E., 2009). Большинство авторов признают роль вирусной инфекции как одного из этиологических факторов аутоиммунного тиреоидита (АИТ) [1, 2, 3]. С другой стороны, высказано мнение (В.В. Фадеев и соавт.) [4], что АИТ как самостоятельное заболевание не существует. Его исходом в 70% случаях является гипотиреоз.

Внепеченочные поражения могут протекать как клинически латентно, так и в виде ярких клинических синдромов или самостоятельных заболеваний, характеризующихся высокой частотой и своеобразием их спектра

Таблица 1. Уровень тиреоидных гормонов
(Table 1. The level of thyroid hormones)

Показатель (ед.изм.) / Indicator (unit)	Группа 1 n=120	Группа 2 n=120	Референсные значения / Reference values
ТТГ (мкМЕ/мл) / TSH (μ mE/ml)	2,10 \pm 1,42	0,72 \pm 0,12	0,2–3,2
ТЗобщ (нмоль/л) / T3 total (nmol/L)	2,43 \pm 1,27**	1,98 \pm 0,10	1,1–3,0
ТЗсв(нмоль/л) / T3cv (nmol/L)	6,86\pm0,23**	4,02 \pm 0,23	2,6–5,7
Т4общ (нмоль/л) / T4 total (nmol/L)	108,08 \pm 1,25*	83,2 \pm 3,61	53–158
Т4св (нмоль/л) / T4cv (nmol/L)	14,87 \pm 5,25	13,2 \pm 1,26	10–25
анти-ТПО (Ед/мл) / Anti-TPO (U/ml)	11,02 \pm 4,71**	7,4 \pm 3,18	до 15

** P<0,01, *P<0,05

[5]. По данным разных исследователей у больных с ХГС гипотиреоз встречается у 13% больных, а у 30% пациентов патология щитовидной железы выявляется в ходе противовирусной терапии (ПВТ) [6, 7, 8, 9]. Считают, что вирус гепатита С (HCV) может играть роль одного из этиологических факторов АИТ. Возможно, при хроническом течении HCV-инфекции нередки его латентные формы, проявляющиеся под влиянием интерферонотерапии [10, 11, 12]. В тоже время, изменения функциональной активности щитовидной железы вызывают сдвиги со стороны печени [13]. Так, были получены данные о том, что гипотиреоз может непосредственно влиять на структуру и функцию печени, приводить к развитию гепатомегалии, дискинезии желчевыводящих путей, холестатической желтухи, желчнокаменной болезни [14, 15].

Материалы и методы

В исследование включены 240 пациентов с ХГС (47,5% мужчин и 52,5% женщин в возрасте от 18 до 50 лет) инфекционного отделения КГБУЗ «Городская больница № 5» и КГБУЗ «Городская поликлиника № 3» (г. Барнаул). Из них 120 больных ХГС (49,1% мужчин и 50,9% женщин в возрасте от 18 до 50 лет, средний возраст 41,1 \pm 9,91 года), не получавших ПВТ, у которых впервые установлена патология ЩЖ (группа 1, основная), и 120 пациентов с ХГС (47,9% мужчин и 52% женщин в возрасте от 18 до 50 лет, средний возраст 38,8 \pm 9,75 года) без признаков поражения ЩЖ (группа 2, сравнения). Все пациенты прошли тщательное медицинское обследование: сбор жалоб, анамнеза, физикальное обследование, стандартные лабораторные методы исследования. Кроме этого, было проведено исследование на определение уровня сывороточных гормонов — тиреотропного гормона (ТТГ), Т3 (общ. и св.), Т4(общ. и св.), а также антител к тиреопероксидазе (анти-ТПО), УЗИ печени и ЩЖ. Все пациенты были осмотрены эндокринологом. Уровень гормонов определяли на автоматическом иммуноферментном анализаторе «Bio-Rad», модель 680 Ридер (США) с помощью наборов реагентов Тироид ИФА от «Алкор-Био». Для подтверждения диагноза ХГС использованы

следующие методы: ПЦР с определением РНК HCV (количественно, генотип), ИФА (наличие антител к core, NS3–5), биохимические показатели крови, эластометрии и/или пункционной биопсии печени (для определения уровня фиброза по шкале Metavir). Статистическую обработку результатов исследований выполняли с использованием параметрических методов с помощью программ MS Excel. Данные приведены в виде средних арифметических значений и ошибки средней ($M \pm m$). Для оценки достоверности различий сравниваемых средних (относительных величин) использовался критерий Стьюдента ($p < 0,05$).

Результаты исследования

В результате исследования у 120 больных ХГС (группа 1, основная), не получавших ПВТ, выявлены разнонаправленные изменения уровня йодтиронинов и морфометрические признаки дисфункции щитовидной железы. Клиническая картина у этих пациентов сопровождалась проявлениями астеновегетативного синдрома у 52,5% пациентов (слабость, снижение трудоспособности), в сочетании с диспепсическим синдромом у 50,8% (горечь во рту, тошнота, снижение аппетита), артралгическим у 5% и повышением температуры тела у 1,6% пациентов (не выше 38°C). Среднее содержание гормонов в сыворотке крови больных показано в таблице 1.

У 34,6% пациентов показатели уровня тиреоидных гормонов были ниже или выше референтных значений, из них у 6,6% пациентов, показатель уровня Т3 общ. был понижен; ТЗобщ и Т4 были повышены (12,3% и 1,6% пациентов соответственно), у 15,8% пациентов свободная фракция тироксина снижена, у 14,1% наблюдали увеличение уровня ТТГ, а у 20,8% пациентов его снижение. анти-ТПО выявлены у 30% пациентов 1 группы. Уровень тиреотропного гормона (табл. 1) превышал значения, полученные в группе сравнения в 2 раза, содержание общего тироксина и общего трийодтиронина достоверно превышало аналогичные показатели в 2 и 1,5 раза, соответственно. Следует отметить, что все выше указанные

Таблица 2. Гормональный статус дисфункции щитовидной железы у пациентов с ХГС
(Table 2. Hormonal status of thyroid dysfunction in patients with CHC (n=120))

Тиреоидный статус/ Thyroid status	ТТГ (мкМЕ/ мл)/TSH (μ mE/ml)	ТЗобщ (нмоль/л)/ T3 total (nmol/L)	ТЗсв (нмоль/л)/ T3cv (nmol/L)	Т4общ (нмоль/л)/T4 total (nmol/L)	Т4св (нмоль/л)/ T4cv (nmol/L)	анти-ТПО (Ед/мл)/ Anti-ТПО (U/ml)
Субклинический гипотиреоз/ Subclinical hypothyrosis	3,70 \pm 1,64	2,30 \pm 1,32	5,9 \pm 0,17	116,29 \pm 5,18	13,37 \pm 5,31	10,69 \pm 3,66
АИТ в стадии субклинического гипотиреоза / AIT in a stage of subclinical hypothyroidis	3,59 \pm 0,43	2,0 \pm 0,18	6,2 \pm 0,14	110,85 \pm 6,68	12,54 \pm 3,75	16,33 \pm 3,12
АИТ / AIT	2,15 \pm 1,56	1,85 \pm 0,67	5,9 \pm 0,13	103,11 \pm 3,70	13,56 \pm 4,66	16,19 \pm 5,17
Синдром тиреотоксикоза / Syndrome thyrotoxicosis	0,01 \pm 0,01	5,1 \pm 0,01	7,2 \pm 0,01	131,0 \pm 0,01	28,0 \pm 0,01	13,2 \pm 0,01
Эутиреоз / Euthyroidism	2,02 \pm 0,78	2,50 \pm 1,03	2,4 \pm 1,3	104,34 \pm 2,08	15,98 \pm 4,04	11,02 \pm 4,71

Примечание: референтные значения: ТТГ- 0,2–3,2 мк МЕ/мл, ТЗобщ — 1,1–3,0 пмоль/л, ТЗсв — 2,6–5,7 нмоль/л, Т4общ — 53–158 нмоль/л, Т4св — 10–25 нмоль/л, анти-ТПО менее 15 Ед/мл.

параметры, находились в пределах физиологической нормы. При оценке тиреоидного статуса показатель ТЗсв был повышен у 45% пациентов 1 группы и достоверно превышал показатель группы сравнения в 1,5 раза.

У пациентов основной группы клинические проявления дисфункции щитовидной железы протекали в виде — субклинического гипотиреоза у 26,6% пациентов, аутоиммунного тиреоидита с субклиническим гипотиреозом у 18,3% больных, аутоиммунного тиреоидита — у 5% и с синдромом тиреотоксикоза лишь у 1 (0,83%) пациентки.

Функциональное нарушение щитовидной железы у пациентов 1 группы в основном проявлялось в виде тенденции к увеличению гормонов ТТГ, ТЗсв, Т4св, анти-ТПО (таблица 2).

По результатам УЗИ щитовидной железы у пациентов 1 группы получены следующие данные: диффузные изменения в структуре щитовидной железы у 42,5% обследованных, узлы щитовидной железы у 26,6%, кисты щитовидной железы у 13,3%. У пациентов с признаками эутиреоза узлы выявлены у 21,6% больных, при АИТ с гипотиреозом признаки фиброза установлены у 9,1% и узлы у 3,3% пациентов со сниженной экзогенностью ткани щитовидной железы. У пациентов с признаками субклинического гипотиреоза узлы выявлены у 6,6% и кисты у 4,1% пациентов.

Обсуждение и заключение

Наличие признаков субклинически протекающего гипотиреоза у 44,9% пациентов на фоне ХГС, с лабора-

торным (изолированным) повышением уровня ТТГ, можно связать с нарушением белково-синтетической функции печени и, соответственно, снижением транспорта и секреции тиреоидных гормонов. Уровни ТТГ и Т4св у 49,1% оставались в пределах нормы, что характерно для эутиреоза, однако в ряде случаев зафиксировано повышение Т4св, что вероятно связано с деструкцией ткани щитовидной железы на фоне аутоагрессии. Повышение концентрации анти-ТПО у больных с ХГС при нормальных значениях ТЗобщ, Т4общ и ТТГ, рассмотрено как носительство анти-ТПО с запуском аутоиммунной воспалительной реакции в ЩЖ, возможно, обусловленной HCV-инфекцией. Признаки АИТ по УЗИ в виде повышенной гипоэхогенности указывают на дальнейшее формирование фиброза и развитие узловых образований.

Функциональное нарушение щитовидной железы у пациентов с хроническим гепатитом С проявлялись в виде аутоиммунного тиреоидита с гипофункцией с явлениями субклинического гипотиреоза. Повышение уровня ТЗобщ и Т4общ и тенденция к снижению уровня ТТГ на фоне носительства анти-ТПО (у 30% пациентов), вероятно связано с манифестацией АИТ и проявлялось деструкцией ткани щитовидной железы и выбросом в кровь уже синтезированных гормонов.

Таким образом, тщательное обследование тиреоидного статуса, включая ТТГ, Т4 св и анти-ТПО у пациентов с ХГС позволяет своевременно выявить лиц с имеющейся дисфункцией щитовидной железы и в дальнейшем определить выбор противовирусной терапии, безопасной для данной группы пациентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Игнатова Т.М., Апросина З. Г., Серов В. В. и др. Внепеченочные проявления хронической HCV-инфекции // Рос.мед. журнал. — 2001. — № 2. — С. 13–18.
2. Панько С.С., Калинин А. Л., Лекторов В. Н. и др. Аутоантитела к антигенам щитовидной железы при хронических гепатитах и циррозах печени различной этиологии // Достижения медицинской науки Беларуси. — 2000. — Вып. 4. — С. 49
3. Shen Y, Wang XL, Xie JP, Shao JG, Lu YH, Zhang S, Qin G. Thyroid Disturbance in Patients with Chronic Hepatitis C Infection: A Systematic Review and Meta-analysis // J Gastrointest Liver Dis. 2016 Jun;25(2):227–34. doi: 10.15403/jgld.2014.1121.252.chc. Review. PMID: 27308655.
4. Фадеев В.В., Мельниченко Г. А., Герасимов Г. А. Аутоиммунный тиреоидит, первый шаг к консенсусу // Проблемы эндокринологии. — 2001. — Т. 47, № 4. — С. 7–14.
5. Younossi Z, Park H, Henry L, Adeyemi A, Stepanova M. Extrahepatic Manifestations of Hepatitis C: A Meta-analysis of Prevalence, Quality of Life, and Economic Burden. Gastroenterology. 2016 Jun;150(7):1599–608. doi:10.1053/j.gastro.2016.02.039.
6. Галян Е.В., Кравец Е. Б., Латыпова В. Н., Дамдиндорж Д. Структурно-функциональные особенности щитовидной железы у пациентов с хроническими гепатитами В и С. // Бюллетень сибирской медицины. 2009. № 2. С. 96–100.
7. Agnello V, de Rosa F. G. Extrahepatic disease manifestations of HCV infection: some current issues // J. Hepatol. — 2004. — № 40. — P. 341–352.
8. Соринсон С.Н., Антонова Т. В., Лобзин Ю. В., Сологуб Т. В. и соавт. // Синдром эутиреоидной патологии // Проблемы эндокринологии. 2011. Т. 47, № 6. С. 34–36.
9. Vezali E, Elefsiniotis I, Mihas C, Konstantinou E, Saroglou G. Thyroid dysfunction in patients with chronic hepatitis C: virus- or therapy-related? J Gastroenterol Hepatol. 2009; 24(6):1024–9.
10. Никитин И. Г. Поражения щитовидной железы на фоне противовирусной терапии хронических вирусных гепатитов. // Лечебное дело. 2007. № 1. С. 69–74.
11. Боброва И. А. Морфологическая оценка состояния щитовидной железы больных с хроническим гепатитом С при развитии интерферон индуцированных тиреопатий. // Современная гастроэнтерология. 2013. № 1 (69). С. 016–021.
12. Andrade LJ, Atta AM, D'Almeida Junior A, Parana R. Thyroid dysfunction in hepatitis C individuals treated with interferon-alpha and ribavirin — a review.//Braz J Infect Dis. 2008 Apr;12(2):144–8. Review. PubMed PMID: 18641852.
13. Петунина Н.А., Трухина Л. В. Гипотиреоз. Русский мед. Журнал. 2007, 15 (1), с. 1–4.
14. Доскина Е. В. Гипотиреоз у пожилых больных. Русский мед.журнал. 2007, 27, с. 2103–2105.
15. Фадеев В. В. Современные концепции диагностики и лечения гипотиреоза у взрослых. Пробл. эндокринолог. 2004, 2, с. 47–53.

© Лубская Нина Сергеевна (ninula6@mail.ru),

Никонорова Марина Анатольевна (ma.nikulina@mail.ru), Вейцман Инна Александровна (inna_veits@mail.ru),

Гранитов Владимир Михайлович (granit@agmu.ru), Матрос Ольга Ивановна (olga-matros@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Алтайский государственный медицинский университет

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ХИРУРГИЧЕСКОЙ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

MODERN METHODS OF SURGICAL REVASCULARIZATION OF THE LOWER EXTREMITIES

*Sh. Magomedov
Sh. Jurakulov*

Summary. This article describes the need for surgery for lesions of the arteries of the lower extremities occurs in an average of 600 people per 1 million population per year.

Keywords: the defeat of the arteries, lower extremities, endovascular treatment, femoral-popliteal artery.

Магомедов Шамиль Гаджиевич

К.м.н., ГБУ РКБ г. Махачкала
shamil_magomedov@mail.ru

Джуракулов Шухрат Рахмонович

К.м.н., ГКБ им. Д.Д. Плетнева, г. Москва
Dzhurakulov.1982@mail.ru

Аннотация. В настоящей статье говорится о необходимости в проведении оперативного вмешательства по поводу поражений артерий нижних конечностей. Возникает в среднем у 600 человек на 1 млн. населения в год.

Ключевые слова: поражение артерий, нижние конечности, рентгеноэндоваскулярное лечение, подколенно-бедренная артерия.

Введение

Несмотря на активное развитие методов реконструктивной сосудистой хирургии, у большинства из данных пациентов выполняются ампутации нижней конечности. Исходы подобного лечения сложно признать хорошими, учитывая тот факт, что выживаемость в течение 5 лет после ампутации конечности в большинстве случаев не превышает 54% [4, с. 154; 12, с. 243].

В течение последних десятилетий широкое распространение получили разнообразные методики рентгеноэндоваскулярного лечения атеросклеротических поражений артерий нижних конечностей на разных уровнях. В настоящее время одним из наиболее распространенных методов эндоваскулярного оперативного лечения при ишемии нижних конечностей является баллонная ангиопластика (БАП) [10, с. 481].

Вопрос выбора оптимального метода оперативного лечения окклюзионно-стенотического поражения артерий нижних конечностей на разных уровнях, а также при многоуровневых поражениях, остается открытым по сей день. Имеющиеся рекомендации по определению тактики хирургического лечения на основе международных классификаций TASK-1 и TASK-2 при всех своих преимуществах не могут считаться полностью универсальными и исчерпывающими, что связано с постоянным развитием рентгеноэндоваскулярных методов коррекции атеросклеротических поражений, постоянным уточнением показаний и противопоказаний для различных методов оперативного лечения.

Таким образом, несмотря на тот факт, что хирургическая коррекция атеросклеротических поражений артерий нижних конечностей является быстро прогрессирующей и постоянно развивающейся областью сосудистой хирургии, в настоящее время остаются нерешенными ряд вопросов, посвященных выбору оптимального метода лечения подобных поражений на разных уровнях, а также многоуровневых поражениях. Учитывая вышесказанное, представляется актуальным проведение исследования, направленного на определение целесообразности и обоснование применения открытых и эндоваскулярных методик оперативного вмешательства для лечения поражений артерий нижних конечностей различной локализации и распространенности. Исходя из актуальности и научно-практической значимости данной работы, были определены следующие цель и задачи исследования.

Открытые операции в лечении атеросклеротических поражений артерий нижних конечностей

Открытые оперативные вмешательства в настоящее время являются наиболее распространенными в структуре хирургического лечения пациентов с окклюзионно-стенотическими поражениями артерий нижних конечностей (ОСПАНК), особенно при условии выраженного атеросклеротического поражения. Чаще всего в клиниках применяют такие реконструктивные методы, как протезирование с использованием синтетических протезов или аутоветны и шунтирование. Кроме того, достаточно широко распространены разные модификации эндартерэктомии из пораженных участков артерий.

Даже несмотря на то, что первая операция бедренно-подколенного шунтирования (БПШ) реверсированной веной была выполнена 70 лет назад, и в для современной сосудистой хирургии аутовена продолжает оставаться оптимальным материалом при проведении шунтирующих операций. Так, по данным, полученным Кохан Е. П. (2013), первичная проходимость шунтов и сохранность конечности через 3 года после проведения БПШ составляла, в зависимости от использованного трансплантата: при аутовенозном шунтировании по методике «in situ» — 79,5% и 96,2%, при применении реверсированной аутовены — 77,4% и 97,4%, при применении политетрафторэтиленового протеза — 56,8% и 75%, соответственно [11, с. 38].

По данным M.R. Jaff (2004), описавшего результаты многоцентрового клинического исследования, в которое были включены более 3000 случаев открытой реваскуляризации конечности с поражением подколенно-бедренной артерии (ПБА), первичная проходимость шунта в течение пятилетнего периода наблюдения после проведения БПШ с использованием аутовены составила 70%, а при исследовании вторичной проходимости за этот же период результат составил 81%. При этом, необходимо отметить, что по данным ряда современных литературных источников, большая подкожная вена с частотой до 25% не соответствует требованиям, предъявляемым к биоматериалу для шунта, ввиду наличия флебосклероза или недостаточной ширины просвета сосуда [7, с. 75]. В ряде клинических ситуаций проведение шунтирования возможно с помощью аутовены, взятой с контрлатеральной конечности или с верхней конечности. Однако, данные методики имеют ряд существенных недостатков, ограничивающих их клиническое применение, среди которых можно выделить достаточно высокую травматичность и длительность подготовки и реализации подобного подхода [2, с. 115].

Таким образом, несмотря на то, что операции с использованием собственной вены пациента достаточно часто применяются для БПШ, необходимо отметить, что подобные вмешательства в ряде случаев не могут обеспечить достаточный клинический эффект вследствие вышеперечисленных недостатков методики. Данное обстоятельство обуславливает развитие открытых операций реваскуляризации с применением синтетических протезов для лечения больных ОСПАНК.

Диаметр применяемого протеза является важным фактором успешности оперативного лечения, который рассматривали ряд исследователей в своих работах. Так, результаты изучения исходов 244 операций проксимального БПШ, проведенных в Северной Америки, свидетельствуют о том, что частота развития тромбоза при использовании синтетических протезов диаметром

7–8 мм в 4 раза ниже, чем при применении протезов 5–6 мм. В аналогичном исследовании был проведен анализ 240 операций БПШ. Установлено, что при использовании синтетических протезов с диаметром меньше 7 мм, частота тромбоза увеличивается почти в 2 раза.

Несмотря на обоснованный интерес современных авторов к применению синтетических протезов, их использование сопровождается большей частотой осложнений и худшими результатами, чем открытые операции реваскуляризации, в которых для шунтирования применяют аутовену. Поэтому исследователи продолжают разработку новых и модификацию существующих сосудистых протезов.

В отечественной литературе опубликованы результаты внедрения в клиническую практику новых биопротезов с диаметром 6–10 мм, которые были произведены из участков внутренних грудных артерий крупного рогатого скота и обработаны 5% раствором диэпоксида. Выполнено 44 операции БПШ, для проведения которых в качестве пластического материала для шунта использовали данные биопротезы. При этом отмечено, что частота тромбозов шунта составила 52,5% в течение трехлетнего периода наблюдения. Кроме того у 7 пациентов отмечены случаи расширения по типу аневризмы и гнойный процесс в области шунта. Из результатов данного исследования можно сделать следующий вывод: несмотря на то, что применение новых биопротезов возможно для хирургического лечения ОСПАНК, эффективность их использования уступает применению в качестве пластического материала аутовены.

С другой стороны, преимуществом применения биопротезов и синтетических протезов считают возможность сохранения собственной вены пациента для потенциальных операций реваскуляризации, например, для проведения при необходимости в последующем дистального БПШ. Кроме того, нельзя исключить, что пациенту в будущем будет необходимо выполнение аортокоронарного шунтирования с применением аутовены, что особенно актуально для больных, страдающих атеросклеротическими поражениями сосудов, так как, по разным данным, до 70% лиц с облитерирующими заболеваниями нижних конечностей, имеют в анамнеза ишемическую болезнь сердца в виде стенокардии различной выраженности или перенесенный инфаркт миокарда в 17% случаев.

К неоспоримым преимуществам применения синтетических сосудистых протезов можно отнести их относительно невысокую стоимость, возможность применения протезов с заданными параметрами длины и просвета, а также отсутствие у них биологической активности при взаимодействии с внутренней средой организма и, ко-

нечно, отсутствие длительных подготовительных мероприятий к их использованию. Очевидными недостатками полимерных протезов представляются существенно худшие исходы лечения больных ОСПАНК с их применением по сравнению с использованием аутовены, а также более высокая вероятность поражения инфекционным процессом области шунта.

Обзор, посвященный анализу проведения более 2 тысяч открытых оперативных вмешательств с применением полимерных сосудистых протезов на разных сегментах, показал, что после выполнения операций реваскуляризации на аорто-подвздошном сегменте частота развития инфекционных осложнений равна 0,7%. Аналогичный показатель для оперативных вмешательств в области бедренно-подколенного и аорто-бедренного сегментов составил 2,5% и 1,6%, соответственно. Кроме того, отмечено, что при развитии инфекционного процесса протез воспринимается иммунной системой организма в качестве инородного объекта с появлением соответствующих иммунных реакций. Также инфицирование шунта приводит к появлению аррозивных кровотечений в области проведения реваскуляризации.

Необходимо отметить, что вне зависимости от вида применяемых для проведения операций реваскуляризации протезов, подобные импланты эффективно функционируют лишь в течение какого-то времени после вмешательства. Так, по данным современных авторов, кумулятивная проходимость протезов из разных материалов (полимерные, аутовена) после выполнения БПШ в течение пятилетнего периода наблюдения составляет 40–60% [3, с. 121; 13, с. 160].

Данные, имеющиеся в современной литературе, указывают на то, что повторные оперативные вмешательства по поводу развития различных осложнений, таких как тромбоз или выраженный стеноз имплантированных сосудистых протезов, проводятся 15–45% больных ОСПАНК, перенесших ранее операции реваскуляризации. При этом отмечено, что развитие осложнений, сопровождающихся нарушением проходимости шунта вызывает неизбежную необходимость проведения повторной реваскуляризации или ампутации конечности. Поэтому повышение числа проводимых операций реваскуляризации неминуемо сопровождается ростом частоты выполнения повторных вмешательств. Проведение повторных операций реваскуляризации, как правило, связано с большими техническими сложностями и более высокой травматичностью [14, с. 142].

В настоящее время проблема нарушения проходимости артериальных протезов представляется одной из наиболее изучаемых и актуальных для сосудистых хирургов. Данное обстоятельство связано с постоянным

ростом числа выполняемых реконструктивных хирургических вмешательств на фоне сохраняющейся высокой частоты послеоперационных осложнений, что обуславливает достаточно скромные результаты лечения больных ОСПАНК.

Считается, что основная причина развития окклюзионных осложнений открытых хирургических операций реваскуляризации через 2 и более недель от выполнения оперативного вмешательства заключается в интенсивной пролиферации, которая является следствием хронически протекающего воспаления в зоне послеоперационного повреждения сосудистой стенки и в области ее контакта с протезом. Тем не менее, несмотря на значительное число публикаций, в которых обсуждаются взаимодействия различных биомеханических и гемодинамических факторов, как причины развития рестенозов, в настоящее время так и не получено достаточных данных для прогнозирования подобных осложнений, а также ориентировочной продолжительности эффективного функционирования шунтов.

Таким образом, опираясь на приведенные данные, можно с уверенностью утверждать, что даже лучшие из возможных в настоящее время результатов открытых операций реваскуляризации нельзя назвать хорошими. Аутовенозное протезирование, в целом, сопровождается лучшими исходами, чем применение синтетических протезов, но даже использование аутовены не гарантирует отсутствия развития послеоперационных стенозов. Хотя со временем число предлагаемых перспективных методик реваскуляризации постоянно растет, но до сих пор не существует способа улучшения отдаленных результатов хирургического лечения.

Отдельного обсуждения, на наш взгляд, требует такая методика хирургического лечения больных ОСПАНК, как петлевая эндартерэктомия (ПЭ). Необходимо отметить, что данный метод может по праву считаться первой операцией реваскуляризации. Впервые эндартерэктомия была применена J.C. Dos Santos в 1947 году. На протяжении достаточно продолжительного времени эндартерэктомию выполняли только открытым доступом путем проведения продольного рассечения артерии. Причем возможная эффективность методики ограничивалась размером артериального поражения не более 10 см. В случаях, когда патологические изменения занимают более протяженный участок артерии, эндартерэктомию не применяли ввиду ее достаточно высокой травматичности и технической сложности выполнения операции [15].

Разработка и внедрение в клиническую практику метода петлевой эндартерэктомии значительно расширила возможности лечения больных с ОСПАНК. Данная ме-

тодика была предложена J. A. Cannon (1955) и основана на механическом удалении атеросклеротических масс из просвета артерии с помощью специального сосудистого распатора [15].

Эндоваскулярные вмешательства

В течение последних десятилетий эндоваскулярные методы лечения облитерирующих заболеваний артерий нижних конечностей получили широкое распространение.

По данным большинства авторов, наиболее распространенным видом рентгеноэндоваскулярной коррекции ОСПАНК в настоящее время является баллонная ангиопластика (БАП). Основным показанием к проведению БАП является диагностированный локальный стеноз (длиной до 10 см) или локальная окклюзия артерии (менее 3 см). Данная методика хирургического лечения КИК считается одной из наиболее простых и доступных. Однако, существуют факторы, ограничивающие широкое применение БАП, среди которых выделяют высокую частоту развития рестенозов в течение года после операции, что особенно характерно при поражениях артерий на значительном протяжении. Причинами данного осложнения являются такие патогенетические механизмы, как реорганизация тромба, неоинтимальная гиперплазия, ремоделирование сосудистой стенки и воспалительные изменения. Ряд авторов указывают на то, что независимыми факторами риска развития рестеноза после удачно проведенной БАП являются степень выраженности ишемического поражения до вмешательства, а также протяженность участка поражения артерии и состояние венозного русла в данном сегменте конечности.

Данные, полученные на основании анализа регистра STAR, включающего в себя информацию о 205 пациентах со стенозическими или окклюзионными поражениями артерий, показывают, что частота успешного проведения БАП составляет 95%. При этом исследование результатов долговременного наблюдения продемонстрировало сохранение первичной проходимости в течение 1 года в 87% случаев, через 2 года данный показатель равнялся 80%, а через 3 года снизился до 69%. Проведение анализа зависимости степени функционирования реконструированного сегмента артерии от типа ее поражения, оцененного по категориям TASC, продемонстрировало, что при поражении типа А рестеноз не наблюдался в течение 3 лет в 87% случаев. Аналогичный показатель для типов В и С составляет 69% и 67%, соответственно.

По данным, полученным в результате проведения исследования BASIL (2010), в ходе которого сравнивали эффективность применения эндоваскулярного и откры-

того методов, применявшихся для лечения 452 больных с критической ишемией нижних конечностей, было установлено, что в группе пациентов перенесших открытые операции в качестве первичного вмешательства результаты были значимо лучше, чем у больных, которым проводили подобное оперативное лечение после неудачной попытки рентгеноэндоваскулярного вмешательства.

Перспективным способом улучшения отдаленных результатов применения БАП, по мнению некоторых авторов, является использование для операции баллонных катетеров, покрытых лекарственным средством. При этом наилучший эффект достигается с помощью подавления пролиферации неоинтимы [5, с. 65]. Так, по данным исследования, проведенного M. Werk с соавт. (2012), было продемонстрировано снижение частоты рестенозов в течение 7 месяцев после БАП с применением баллонных катетеров, покрытых паклитакселем, на 28% по сравнению с использованием обычных баллонов [5, с. 67].

Данные, полученные A. Micari с соавт. (2012) в результате проведения крупного многоцентрового исследования демонстрируют, что первичная проходимость через 6 месяцев после применения БАП с покрытым паклитакселем баллоном составляет 87,8%, аналогичный показатель через год после операции равнялся 87,3%, а через 2 года — 72,4%. При этом отмечено, что частота необходимого проведения стентирования составила 12,3% по большей части вследствие диссекции интимы. Авторы указывают на то, что в группе пациентов, для лечения которых применяли стентирование, частота развития рестеноза была значимо выше, чем у больных, которым выполняли только БАП. Данный показатель составил, соответственно, 21,4% и 14,5%. По результатам проведенного исследования авторы сделали вывод о том, что использование БАП с покрытыми лекарственными средствами баллонными катетерами эффективны при лечении невыраженных поражений артериального русла (тип А и тип В по классификации TASC II).

С целью лечения более выраженных по протяженности и степени стеноза нарушений проходимости артерий, по данным современной литературы, возможно применение эксимерной лазерной ангиопластики. При этом, исследование, проведенное J. R. Laird и соавт. (2006), продемонстрировало отсутствие преимущества данного вида ангиопластики по сравнению с БАП. Так, частота первичной проходимости через 1 год после обеих операций была одинаковой и равнялась 49%. Необходимо учитывать, что применение эксимерной лазерной ангиопластики значительно дороже БАП.

Данные, полученные при проведении исследования группой авторов под руководством S. Sabety (2005), сви-

детельствуют о том, что стентирование артерии позволяет улучшить проходимость после реконструктивных операций при значительных по протяженности поражениях, а также при развитии диссекции сосудистой стенки после проведения БАП.

По данным крупного исследования «Абсолют» (2006), во время проведения которого был выполнен анализ результатов лечения 104 больных с поражением ПБА, доказано, что первичная проходимость через год после имплантации стента была значительно выше, чем после выполнения изолированной БАП, и составила 63% против 37%.

R. Hayerizade et al. (2004) сравнивали результаты применения стентов Wallstent и нитиноловых стентов SMART, которые получили широкое распространение в настоящее время. Сравнение сопоставимых по протяженности сосудистого поражения групп больных показало, что частота рестенозов в течение года после операции составила 39% для нитиноловых стентов и 70% для стентов Wallstent.

Большинство современных авторов в качестве основных недостатков эндоваскулярных операций указывают недостаточную эффективность данных методов по сравнению с открытыми (шунтирующими) вмешательствами, что выражается в более высокой частоте рестенозов в отдаленные периоды. Данная тенденция особенно отчетливо проявляется при лечении стенозов и окклюзий большой протяженности. Исследование проведенное M. V. Svetanovski и соавт. (2009) не выявило существенных различий отдаленных результатов бедренно-подколенного шунтирования и стентирования при лечении стенозов и окклюзий ПБА.

В качестве еще одного существенного недостатка эндоваскулярных вмешательств указывают на недостаточную их эффективность при лечении окклюзий, по сравнению со стенотическими поражениями [6, с. 60, 8, с. 61].

Ряд современных авторов отмечают, что при проведении стентирования происходит воздействие на такие механизмы развития постинтервенционного стеноза, как ремоделирование артерии и «эластический возврат», при этом данный вид коррекции не препятствует образованию неоинтимы. Доказано, что даже применение стентов с диаметром большим, чем диаметр пораженного сосуда, не сопровождается в отдаленной перспективе увеличением показателя первичной проходимости. Кроме того, существуют данные, демонстрирующие высокую частоту поломки нитиноловых стентов, достигающей 37,2% случаев. Поломка стента сопровождается двукратным увеличением вероятности рестеноза.

Учитывая вышеуказанные данные, можно констатировать, что отдаленные результаты таких рентгеноэндоваскулярных вмешательств, как стентирование и ангиопластика, при поражениях артерий БПС большой протяженности (тип С и D по классификации TASC II) могут быть признаны недостаточными. При этом основным механизмом развития рестенозов в отдаленные сроки после операций признана пролиферация неоинтимы. С целью предупреждения данного процесса в настоящее время применяют стент-графты, что позволяет избежать развития in-stent рестенозов. Исследование, проведенное J. Kedora с соавт. (2007) продемонстрировало схожие результаты в течение 1 года после проведения эндопротезирования стент-графтом «Viabahn» и бедренно-подколенных шунтирований синтетическим протезом. Однако, ряд авторов указывают на то, что даже применение стент-графтов не гарантирует отсутствия рестенозов в отдаленной перспективе, особенно на фоне кальциноза и выраженного атеросклероза артерии.

Кроме вышеперечисленных эндоваскулярных вмешательств, современные авторы указывают на успешное проведение операций удаления атеросклеротических бляшек при поражениях артерий.

Несмотря на многолетнее успешное применение эндоваскулярных вмешательств для лечения больных с ОСПАНК, до сих пор существует ряд серьезных проблем, ограничивающих возможности эффективного использования данных методик. Основными из подобных сложностей являются достаточно высокая частота рестенозов после подобных операций, а также ограниченная возможность применения эндоваскулярных вмешательств при обширных поражениях артериальных сегментов.

Заключение

Представленные выше данные свидетельствуют о высокой научно-практической актуальности проблемы хирургического лечения больных с ОСПАНК. Данное обстоятельство связано со значительной распространенностью окклюзионно-стенотических поражений артерий нижних конечностей в популяции, с сохраняющейся высокой частотой вынужденных ампутаций конечностей по поводу развития критической ишемии, а также существенном снижении продолжительности и качества жизни у больных, страдающих данными заболеваниями.

Несмотря на значительное число исследований, посвященных сопоставлению результатов применения открытых реконструктивных и эндоваскулярных вмешательств для лечения больных с ОСПАНК, в настоящее время проблема выбора определенной хирургической

методики по-прежнему чрезвычайно актуальна, что связано с разнородностью сравниваемых в большинстве исследований групп пациентов, а также с постоянным развитием сосудистой хирургией, разработкой инновационных методов и подходов.

Таким образом, проблема создания рационального комплексного подхода к выбору тактики хирургического лечения больных с ОСПАНК разной локализации, распространенности и выраженности является безусловно актуальной как в научном, так и в практическом аспектах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов И. С. Отдаленные результаты полузакрытой эндартерэктомии петель из поверхностной бедренной артерии и бедренно-подколенного шунтирования / И. С. Абрамов, Д. А. Майтесян., Т. А. Лазарян, В. Л. Балдин и др. // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2014. Т. 20. № 4.
2. Алуханян О. А. Использование предварительно подготовленной V. Saphalica при операциях бедренно-дистального шунтирования / О. А. Алуханян, Х. Г. Мартиросян, А. С. Аристов // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2010. Т. 16. № 1.
3. Гавриленко А. В. Отдаленные результаты бедренно-подколенных аутоинозных шунтирований реверсированной веной и по методике «in situ» / А. В. Гавриленко, А. В. Скрылев // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2007. Т. 13. № 3.
4. Гавриленко А. В. Традиционная хирургия сосудов и эндоваскулярные вмешательства — конкуренция или взаимодействие, ведущее к гибридным операциям? / А. В. Гавриленко, А. А. Егоров // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2011. Т. 17. № 4.
5. Затевахин И. И. Отдаленные результаты ангиопластики с использованием баллонов с лекарственным покрытием при поражениях бедренно — подколенного сегмента / И. И. Затевахин, В. Н. Шиповский, С. Б. Турсунов, В. Е. Багдатыев, Ш. Р. Джуракулов // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2014. Т. 20. № 4.
6. Затевахин И. И. Отдаленные результаты открытых и эндоваскулярных операций в коррекции окклюзионно-стенотических поражений артерий бедренно-подколенного сегмента / И. И. Затевахин, В. Н. Шиповский, В. Н. Золкин, И. Ю. Богомазов, Ш. Р. Джуракулов // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2011. Т. 17. № 3.
7. Казанчян П. О. Хирургическая реваскуляризация нижних конечностей при критической ишемии / П. О. Казанчян, В. А. Попов, Ю. В. Дебелый, А. А. Белкин // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2000. Т. 6 № 3.
8. Карпенко, А. А. Гибридные оперативные вмешательства у пациентов с многоуровневым атеросклеротическим поражением артерий нижних конечностей / А. А. Карпенко, В. Б. Стародубцев, П. В. Игнатенко, Д. Г. Золоев // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2014. Т. 20. № 2.
9. Коваль А. А. Специфические осложнения полузакрытой эндартерэктомии из подвздошных артерий и их профилактика при тяжелой ишемии конечностей: дис. канд. мед. наук: 14.00.27 / Коваль Олег Анатольевич. Кемерово, 2006.
10. Коков Л. С., Калашников С. В., Ситников А. В. Ренгенэндоваскулярные вмешательства на артериях // *Клиническая ангиология под ред. Покровского А. В.* 2004. Т. 1.
11. Кохан Е. П. Ближайшие и отдаленные результаты реконструктивных операций при окклюзионно-стенотических поражениях бедренно-подколенно-берцового артериального сегмента / Е. П. Кохан, О. В. Пинчук, А. В. Образцов, Т. Л. Карданов, А. В. Рязанин // *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2013. № 2.
12. Кохан Е. П., Заварина И. К. Избранные лекции по ангиологии. — М.: Наука, 2000.
13. Кротовский Г. С. Тактика лечения пациентов с критической ишемией нижних конечностей / Г. С. Кротовский, А. М. Зудин. М.: 2005. 160.
14. Кузнецов, М. Р. Современное состояние проблемы реоклюзий после реконструктивных вмешательств на артериях таза и нижних конечностей у больных облитерирующим атеросклерозом / М. Р. Кузнецов, М. В. Комов, С. А. Тепляков, И. В. Косых, Б. В. Тугдумов // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2009. Т. 15. № 4.
15. Лосев Р. З. Применение петлевой тромбэндартерэктомии в хирургическом лечении многоуровневых атеросклеротических поражений артерий нижних конечностей: методические рекомендации / Р. З. Лосев, Ю. А. Буров, А. А. Елисеев, Е. Г. Микульская. Саратов: Саратовский Государственный Медицинский Университет, 2007.

© Магомедов Шамиль Гаджиевич (shamil_magomedov@mail.ru), Джуракулов Шухрат Рахмонович (Dzhurakulov.1982@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОККЛЮЗИОННО-СТЕНОТИЧЕСКИЕ ПОРАЖЕНИЯ АРТЕРИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ: СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ

OCCLUSIVE-STENOTIC LESIONS OF ARTERIES OF THE LOWER LIMBS: A MODERN VIEW ON THE PROBLEM

**Sh. Magomedov
Sh. Jurakulov**

Summary. In this article we provide the most relevant data on epidemiology, etiology, pathogenesis and modern methods of diagnosis of occlusive stenotic lesions of the arteries of the lower extremities, which will determine the current state and scale of the problem described, ways to further improve treatment methods.

Keywords: the defeat of the arteries, lower extremities, occlusive and stenotic lesions.

Магомедов Шамиль Гаджиевич

К.м.н., ГБУ РКБ г. Махачкала
shamil_magomedov@mail.ru

Джуракулов Шухрат Рахмонович

К.м.н., ГКБ им. Д.Д. Плетнева, г. Москва
Dzhurakulov.1982@mail.ru

Аннотация. В настоящей статье мы приводим наиболее актуальные данные об эпидемиологии, этиологии, патогенезе и современных методах диагностики окклюзионно-стенотических поражений артерий нижних конечностей, что позволит определить современное состояние и масштаб описанной проблемы, пути дальнейшего совершенствования методов лечения.

Ключевые слова: поражение артерий, нижние конечности, окклюзионно-стенотические поражения.

Введение

Согласно современным данным, частота заболеваний, связанных с атеросклеротическим поражением артерий нижних конечностей увеличивается год от года, традиционно занимая ведущие места в структуре заболеваемости. Из этого следует, что проблема лечения больных с поражением сосудов нижних конечностей в настоящее время остается крайне острой для современной сосудистой хирургии

Окклюзионно-стенотические поражения артерий нижних конечностей (ОСПАНК) традиционно занимают одно из ведущих мест в структуре инвалидизации и летальности среди населения во всем мире. По данным современных литературных источников, около 3% населения во всем мире в возрасте от 40 до 60 лет имеют заболевания артерий нижних конечностей. При этом данный показатель возрастает до 20% среди лиц старше 70 лет [3, с. 248]. Помимо этого, следует отметить, что частота поражений периферических артерий постоянно увеличивается, что связывают с повышающейся частотой сердечно-сосудистых заболеваний, а также таких болезней, как ожирение и сахарный диабет. Вышеперечисленные обстоятельства обуславливают существенное повышение расходов на лечение поражений артерий нижних конечностей.

Эпидемиология

Согласно современным данным, до 80% окклюзионно-стенотических поражений артерий нижних конечностей

связаны с развитием атеросклеротических изменений, более редкими причинами являются эндартериит и тромбангиит [5, 6].

При этом в значительной части случаев имеет место мультифокальное поражение артериального русла с вовлечением различных сосудистых сегментов. Так, имеются данные о том, что даже среди лиц в возрасте от 50 до 60 лет, не предъявляющих жалоб на состояние здоровья, в 56% случаев имеются признаки атеросклеротического поражения периферических артерий, а в 28% — определяются поражения двух и более сосудистых бассейнов. Характерным фактом является то, что среди обследованных лиц в возрасте старше 70 лет в 31,8% случаев отмечено поражение в двух сосудистых бассейнах со степенью стеноза не менее 50% [12, с. 29].

По данным отечественных авторов, поражение периферических артерий в 73% случаев сочетается с ишемической болезнью сердца и аневризмой аорты [4, с. 68]. При этом отмечено, что в структуре всей сердечно-сосудистой заболеваемости атеросклеротические поражения артерий нижних конечностей занимают не менее 20% [10, с. 45].

Наиболее часто встречающимся окклюзионно-стенотическим поражением артерий нижних конечностей, по данным большинства современных источников, является поражение бедренно-подколенного сегмента, которое наблюдается приблизительно в 65% случаев. Данная патология чаще встречается среди пациентов старшей возрастной группы (более 60 лет) [32, с. 401]. По разным

данным от 55 до 69% больных имеют многоэтажные окклюзионно-стенотические поражения артерий нижних конечностей [9, с. 222].

Современные литературные данные позволяют сделать вывод о том, что хроническая артериальная недостаточность (ХАН) нижних конечностей является прогрессирующим заболеванием. Так, частота ХАН среди пациентов в возрасте 40–49 лет составляет около 1,6%, тогда как при увеличении возраста на 10 лет — 6,9%, а среди лиц старше 60 лет достигает 20%. При этом ХАН сопровождается значительным уровнем инвалидизации и высокой частотой летальных исходов. Данное обстоятельство обусловлено тем, что прогрессирование поражения артерий нижних конечностей в условиях отсутствия своевременного и адекватного по объему лечения, как правило, приводит к развитию критической ишемии (КИ).

Частота развития КИ составляет 50–100 случаев на 100 тыс. населения ежегодно [1, с. 34]. По данным современных авторов частота госпитализации больных с КИ нижних конечностей составляет от 400 до 1000 случаев на 1 миллион населения ежегодно, при этом у 75% из них КИ обусловлена поражением дистального артериального русла. Без своевременного хирургического лечения заболевание приводит к ампутации конечности у 73% больных. Доказано, что сопутствующие заболевания, такие как ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь, нарушение мозгового кровообращения и сахарный диабет ухудшают прогноз у данной категории пациентов.

Имеются данные о том, что продолжительность жизни лиц, имеющих в анамнезе ХАН, сопровождающуюся ишемией конечностей, снижена на 10 лет по сравнению со средним показателем в популяции. Летальность среди пациентов, страдающих перемежающейся хромотой, через 5 лет составляет 30%, через 10 лет — 50%, а через 15 лет достигает 70%. Данный показатель примерно в 2 раза превышает аналогичный параметр среди лиц, не имеющих атеросклеротических поражений артерий нижних конечностей [2, с. 299].

При КИ конечности прогноз выглядит еще хуже, так, по данным Л. А. Бокерия и соавт. (2008), через 1 год после развития данного патологического состояния летальность составляет 25%, через 2 года — 32%, а через 3 года — 60% [2, с. 292].

В настоящее время отмечается постоянное возрастание числа больных с поражением артерий нижних конечностей, что обусловлено общим старением населения, совершенствованием диагностических методов, что приводит к раннему выявлению подобных заболеваний. В то же время до сих пор не существует достаточно эффективных методов профилактики и консервативного

лечения поражений периферических артерий, что обуславливает необходимость продолжения поиска более совершенных методов реваскуляризации у больных, страдающих ишемией нижних конечностей.

Таким образом, представленные литературные данные свидетельствуют о значительной распространенности окклюзионно-стенотических поражений артерий нижних конечностей, о высокой частоте вынужденных ампутаций конечностей по поводу развития критической ишемии, а также о выраженном снижении продолжительности и качества жизни у больных, страдающих данными заболеваниями, что обуславливает бесспорную актуальность совершенствования мероприятий, направленных на лечение данной патологии.

Современный взгляд на этиологию, патогенез и классификацию поражений артерий нижних конечностей

Ведущей причиной поражений артерий нижних конечностей называют атеросклероз. Для развития заболеваний периферических артерий существенную роль играют ряд предрасполагающих факторов. Так, среди основных факторов риска большинство современных авторов выделяют мужской пол. Доказано, что среди мужчин атеросклеротические поражения встречаются в 2 раза чаще, чем у женщин, на легких стадиях заболевания и в 3 раза чаще — на тяжелых. К другим важным факторам риска относят возраст. Известно, что частота развития и тяжесть течения заболеваний увеличивается в старших возрастных группах. Одним из ведущих предрасполагающих факторов современные авторы называют курение, которое способствует развитию поражений периферических артерий в 2–3 раза чаще, чем коронарных. Доказано, среди курящих риск развития поражений артерий нижних конечностей возрастает в 2–6 раз [5, с. 344]. Сахарный диабет также является доказанным фактором риска развития заболеваний артерий нижних конечностей. Известно, что при сахарном диабете риск развития поражений периферических артерий возрастает в 2–4 раза. Сахарный диабет встречается у 12–20% больных с поражением артерий нижних конечностей. Кроме того, установлено, что наличие у пациента сахарного диабета, ухудшает отдаленные результаты реконструктивных операций по поводу ишемии нижней конечности [14, с. 1201].

Существенным фактором риска развития облитерирующих заболеваний артерий нижних конечностей современные исследователи называют нарушения липидного обмена, такие как повышение уровней липопротеинов низкой плотности (ЛПНП), общего холестерина (ОХ), триглицеридов и снижение липопротеинов высокой плотности (ЛПВП). Установлено, что повышение

уровня ОХ в крови на 10 мг/дл сопровождается увеличением риска развития ОСПАНК на 5–10%.

В современной литературе имеются данные о том, что повышение уровня гомоцистеина в крови повышает риск развития ОСПАНК. Так, установлено, что при уровне гомоцистеина более 12,1 мкмоль/л наблюдается двукратное возрастание риска развития атеросклероза, в том числе заболеваний артерий нижних конечностей. При этом коэффициент корреляции между атеросклеротическим поражением периферических артерий и повышением уровня гомоцистеина крови на каждые 5 мкмоль/л составил 1,5. Несмотря на то, что, по данным современных исследователей, у порядка 30–40% больных с ОСПАНК выявлен повышенный уровень гомоцистеина в крови, его этиологическая роль до сих пор остается не выясненной. При этом доказано, что риск прогрессирования ОСПАНК при гипергомоцистеинемии повышается.

Современные методы диагностики атеросклеротических поражений артерий нижних конечностей

Для диагностики ОСПАНК в настоящее время применяют ряд современных методов, таких как лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ), пальце-плечевой индекс (ППИ), сегментарное измерение давления, исследование пульсовой волны, доплерометрия, дуплексное сканирование, нагрузочные тесты. Данные методы призваны помочь в определении особенностей индивидуального течения патологического процесса с целью формулирования эффективной тактики лечения. В некоторых случаях клиническая ситуация обуславливает необходимость применения дополнительных методов: компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), аортоартериография. Каждый из вышеперечисленных методов имеет свои преимущества, недостатки и особенности практического использования.

Неинвазивные методы исследования имеют ряд преимуществ при диагностике ОСПАНК, обусловленные их относительно низкой стоимостью и достаточно высокой прогностической ценностью, а также возможностью количественно оценить выраженность поражения, определить его локализацию, отследить динамику течения заболевания. Наиболее распространенными из данных методик являются ЛПИ, ППИ и сегментарное измерение давления.

В условиях нормы систолическое АД, регистрируемое на лодыжках, на 10–15 мм рт.ст. выше, чем на плечевых артериях. Таким образом, нормальным значением ЛПИ считают 1.00 и более. Определение ЛПИ считают достоверным методом диагностики нарушений кровоснабже-

ния нижних конечностей. Общая точность ЛПИ, по данным разных авторов, достигает 98%. При этом вариации показателей обусловлены, в основном, методикой проведения исследования. Воспроизводимость ЛПИ составляет около 0,10. Снижение ЛПИ меньше значения 0,90 считают отклонением от нормы. ЛПИ в пределах 0,41–0,90 свидетельствует о наличии умеренного поражения, при ЛПИ 0,40 и ниже — тяжелого. ЛПИ имеет отчетливую прогностическую ценность. Так, снижение данного показателя ниже 0,50 свидетельствует о высокой вероятности развития КИ в течение 6,5 лет после проведения исследования. Снижение ЛПИ ниже 0,40, как правило, наблюдается у пациентов, испытывающих боль в конечности в состоянии покоя. Таким образом, Степень снижения ЛПИ напрямую коррелирует с риском развития КИ. В ряде случаев точное определение ЛПИ затруднено у пациентов с выраженным кальцинозом артерий, у лиц пожилого возраста, а также больных сахарным диабетом в связи с невозможностью компрессии артерий.

Также для диагностики ОСПАНК применяют метод определения сегментарного давления с помощью плетизмографических манжет, которые размещают на разных сегментах конечности. Чаще всего манжеты располагают на дистальную часть голени, а также на нижнюю и верхнюю части бедра, но возможно и применение одной манжеты на бедре и двух на голени. В отличие от исследования ЛПИ, сегментарное измерение давления позволяет определить локализацию поражения артерии с помощью измерения градиентов давления в разных отделах конечности. За пороговое значение градиента принято принимать 20 мм рт. ст.

В случаях, когда определение ЛПИ или ППИ неинформативно применяют измерение транскутанного напряжения кислорода. В основу данной диагностической методики положено применение полярографического метода с использованием модифицированных электродов Кларка, что позволяет определить состояние функции кожного кровотока, а также тканевой перфузии. Наибольшее значение данного метода заключается в диагностике КИ конечности. Недостатком методики является высокая вариабельность параметров транскутанного напряжения кислорода в тканях при компенсированной недостаточности кровоснабжения.

Еще одним важным дополнительным методом диагностики ОСПАНК является лазерная доплеровская флоуметрия, основанная на том, что эритроциты при движении по сосуду сдвигают частоты монохроматического пучка света низкой интенсивности, излучаемого лазерным диодом через световод. При этом аппарат регистрирует отраженный сигнал. Таким образом, эритроциты, движущиеся по сосудам кожи, генерируют частотный сдвиг, отражающий скорость кровотока. Ограничением данно-

го метода является то, что изменения температуры кожи потенциально способны существенно искажать результаты исследования. Имеется ряд модификаций лазерной доплеровской флоуметрии, например, с применением манжеты для регистрации систолического давления с целью определения перфузионного давления в коже. Измерение транскутанного напряжения кислорода и лазерная доплеровская флоуметрия применяются для подтверждения КИ конечности, определения лечебной тактики, динамического контроля в процессе лечения и оценки его результатов [15, с. 734].

Ультразвуковое цветковое дуплексное сканирование

В настоящее время большинство авторов считают оптимальным методом диагностики ОСПАНК, так как он позволяет определить любую степень поражения, начиная от микроскопических структурно-функциональных нарушений стенки артерии, характеризующих раннюю стадию заболевания. Метод также подходит для контроля результатов консервативного лечения и оперативного вмешательства. Методика предусматривает определение выраженности облитерирующего процесса с помощью измерения степени стеноза по площади поперечного сечения и по диаметру сосуда и исследование критериев количественного и качественного анализа спектра доплеровского сдвига частот. Так, при изучении артерий нижних конечностей в условиях отсутствия патологии определяют наличие однородного гипозоногенного просвета в В-режиме, а также равномерное окрашивание потока с ровными и четкими контурами артериальных стенок. Исследование качественных характеристик спектра доплеровского сдвига частот позволяет выделить три компонента, отражающих нормальный магистральный кровоток. К таким компонентам относят: острый систолический пик и обратный кровоток в период ранней диастолы, а также отклонение в период поздней диастолы. Большинство современных авторов сходятся во мнении, что в дополнение к ультразвуковому цветковому дуплексному сканированию целесообразно определять ЛПИ. Данное обстоятельство обусловлено тем, что одним из ведущих факторов, влияющих на течение патологического процесса и, соответственно, на его клинические проявления, является выраженность развития коллатерального кровообращения в пораженной области.

В ряде современных литературных источников отмечены следующие степени выраженности стеноза, определяемые путем исследования спектра доплеровского сдвига частот:

- ◆ при сужении артерии менее 40% отклонений от нормы спектр доплеровского сдвига частот не определяет;

- ◆ при сужении от 40 до 60% форма контура спектра не изменяется. При этом отмечается расширение спектра доплеровского сдвига частот или исчезновение окна под систолическим пиком;
- ◆ стеноз от 60 до 65% характеризуется увеличением пиковой систолической скорости кровотока и существенным расширением спектра, а также заполнением окна под систолическим пиком. При этом дистальнее подобного стеноза отмечают магистрально-измененный тип кровотока с высокоамплитудной систолической составляющей и без обратного компонента в период ранней диастолы;
- ◆ при стенозе 70% регистрируется высокая (более 2 м/с) пиковая систолическая скорость кровотока на пораженном участке;
- ◆ стеноз от 75 до 90% характеризуется, помимо прочего, отрицательными показателями доплеровского сдвига частот. Типичным признаком для данной степени поражения является наличие коллатерального кровотока дистальнее сужения;
- ◆ при стенозе более 90% регистрируется повышение пиковой скорости кровотока более 4 м/с, а также выраженное нарушение формы спектра [13, с. 310].

Для установки локализации очага поражения артерии применяют **КТ ангиографию**, которая требует использования контрастного вещества. При КТ ангиографии единое изображение представляется также, как и при стандартной ангиографии, но формируется из многочисленных поперечных сканирований. Поэтому можно ротировать изображение в 3-х плоскостях. В современных клиниках достаточно широко применяется мультидетекторная КТ ангиография, обладающая несомненными преимуществами перед стандартной ангиографией. Трехмерный характер изображения позволяет проводить полипроекционную оценку патологического процесса, что является незаменимым свойством при диагностике окклюзионно-стенотических процессов вследствие аневризмы или кистозной адвентициальной болезни. Данный эффект достигается с помощью оценки тканей, окружающих просвет артериального сосуда, что невозможно сделать при использовании стандартной ангиографии.

Для проведения КТ ангиографии нижних конечностей на всем протяжении, как правило, вводят от 100 до 180 мл ретгенконтрастного вещества. Время исследования занимает не больше 1 минуты. Суммарная доза излучения в среднем в 4 раза ниже, чем при традиционной ангиографии. Однако, данный показатель во многом зависит от применяемого компьютерного томографа и протокола исследования.

Нельзя не учитывать и недостатки КТ ангиографии. Так, увеличение поперечных срезов при исследовании

до 2000 способно привести к перегрузке рабочей станции томографа. По сравнению с цифровой субтракционной ангиографией КТ ангиография обладает меньшим пространственным разрешением.

КТ ангиография обладает рядом преимуществ перед таким высокоточным методом диагностики, как МРА. Так, применение КТ позволяет проводить исследование у пациентов с электрокардиостимуляторами, а также у больных, имеющих стенты, клипы и протезы. КТ ангиографию предпочтительно применять у пациентов, страдающих клаустрофобией. Кроме того, данный метод позволяет определить выраженность кальциноза артериальной стенки. С другой стороны КТ ангиография, по сравнению с МРА, обладает и определенными недостатками. Так, для проведения КТА необходимо внутривенное введение рентгенконтрастных йодсодержащих препаратов, что сопровождается потенциальным риском осложнений при заболеваниях почек. Кроме того, проведение КТ ангиографии сопровождается получением лучевой нагрузки, уровень которой, однако, ниже, чем при стандартной ангиографии. В целом, в настоящее время не получено убедительных доказательств явного преимущества одной методики перед другой. Вероятно, выбор в пользу одной из них должен быть обусловлен конкретной клинической ситуацией и оснащенностью лечебного учреждения.

Современные авторы обращают внимание на то, что интерпретация данных, полученных при проведении КТ ангиографии, не стандартизирована и зависит от ряда факторов. Это обстоятельство обуславливает несколько более низкую степень уверенности специалистов по поводу тактики лечения больных с ОСПАНК, чем при проведении стандартной ангиографии.

Магнитно-резонансная ангиография

(МРА) является высокоточным методом определения локализации и степени выраженности патологического процесса при ОСПАНК. По данным современных литературных источников, МРА считается методом выбора при формулировании показаний к эндоваскулярному вмешательству. Доказано, что проведение МРА позволяет определить уровень наложения анастомозов при открытых операциях. Кроме того, данный метод с успехом применяют для динамического наблюдения после проведенных оперативных вмешательств. Считается доказанным, что МРА целесообразно проводить с усилением гадолинием.

При МР ангиографии точность диагностики ОСПАНК определяется конкретной методикой, которых существует несколько: двух- или трехмерная визуализация, контрастирование гадолинием, субтракция, синхронизация с ритмом сердца. Данные методики могут применяться

как изолированно, так и в различных комбинациях. Это обусловлено тем, что каждая из них имеет свои особенности.

Большинство современных авторов признают, что в настоящее время контрастная ангиография может рассматриваться в качестве «золотого стандарта» для определения поражений артерий нижних конечностей. Несмотря на то, что данный метод нельзя назвать инновационным, он и по сей день остается наиболее доступным и распространенным в клинической практике. За годы применения ангиография стала гораздо более точной и безопасной методикой, что было достигнуто путем снижения диаметров применяемых для ангиографии катетеров, использования цифровой субтракционной ангиографии и селективной катетеризации.

Применение цифровой субтракционной ангиографии позволяет добиться более высокой четкости визуализации артериального русла по сравнению со стандартной ангиографией, за счет нивелирования артефактов, появляющихся, например, из-за костных структур.

Еще одним эффективным методом профилактики токсического поражения почек контрастом является **карбоксииангиография**, представляющая собой метод визуализации сосудистого русла путем введения в просвет артерии углекислого газа с последующим выполнением серийной рентгенографии [5, с. 344].

Ряд современных авторов указывают на то, что применение таких неинвазивных методов, как дуплексное сканирование, МРТ или КТ совместно с контрастной ангиографией способно повысить качество диагностики ОСПАНК, снизить потенциальный риск инвазивной диагностической процедуры и число осложнений. Поэтому перед проведением ангиографии необходимо выполнить исчерпывающее исследование неинвазивными методами и определить место доступа, что позволит улучшить визуализацию, снизить объем вводимого контраста и травматичность манипуляций при установке катетера.

Таким образом, в настоящее время для диагностики ОСПАНК применяют множество как неинвазивных, так и инвазивных методов исследования, способных оказать существенную помощь в определении индивидуальных особенностей и основных характеристик патологического процесса с целью планирования и проведения эффективного хирургического лечения, а также оценки его результатов. Каждый из описанных методов имеет свои сильные и слабые стороны, при этом набор диагностических мероприятий, необходимых для успешного лечения больного с ОСПАНК, определяется конкретной клинической ситуацией, уровнем подготовки специалистов и технической оснащенностью лечебного учрежде-

ния. В любом случае, должны быть соблюдены основные принципы диагностики ОСПАНК, в соответствии с которыми исследование артериального русла проводится в полном объеме с визуализацией всех сосудистых бассейнов. Решение о выполнении хирургического вмешательства необходимо принимать после полной анатомической оценки очага сосудистого поражения, включая оценку непосредственно зоны стеноза (окклюзии), а также путей артериального притока и венозного оттока, с помощью инвазивных и неинвазивных методов исследования.

Заключение

Несмотря на пристальное внимание со стороны исследователей к проблеме окклюзионно-стенозных поражений артерий нижних конечностей, постоянную разработку новых и совершенствование уже существующих методов диагностики и лечения, заболевание по-прежнему широко распространено в современной популяции. Существенного снижения частоты атеросклеротических поражений периферических артерий за последние десятилетия не отмечено. При этом, не-

обходимо подчеркнуть, что среди больных ОСПАНК стабильно сохраняются высокие уровни летальности и инвалидизации, что придает данной проблеме особое социально-экономическое значение.

Важным вопросом остается разработка новых высокоэффективных методов ранней диагностики, профилактики и лечения атеросклеротических поражений артерий нижних конечностей, которые смогли бы позволить улучшить отдаленные исходы заболевания. Отдельной проблемой является разработка тактики наиболее эффективного и безопасного применения хирургических методов лечения.

Учитывая вышеописанные обстоятельства, можно с уверенностью утверждать, что научные изыскания, направленные на формирование более четких представлений об этиологии и патогенезе, разработку новых методов прогнозирования и классификации, основанных на более ранней диагностике, а также на оптимизацию методов медикаментозного и хирургического лечения будут продолжены. Все это в будущем позволит улучшить результаты лечения больных ОСПАНК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов, Ю. В. Оценка результатов хирургического лечения больных с множественным поражением артерий нижних конечностей / Ю. В. Белов, А. Б. Степаненко, И. Г. Халилов // Хирургия. 2001. № 10.
2. Бокерия Л. А. Рентгеноваскулярная хирургия заболеваний магистральных сосудов / Л. А. Бокерия, Б. Г. Алякин, М. М. Анри. М.: НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, 2008.
3. Вишневский А. А. Облитерирующие заболевания артерий конечностей / А. А. Вишневский, Н. И. Краковский, В. Я. Золотаревский. — М.: Медицина, 1972.
4. Гаيبов А. Д. Выбор метода лечения при множественных поражениях артерий нижних конечностей / А. Д. Гаيبов, Б. Д. Карим-Заде, У. А. Эсаналиев // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2011. № 4.
5. Коков Л. С. Особенности ангиографической картины у больных сахарным диабетом с окклюзионно-стенозными поражениями артерий нижних конечностей / Л. С. Коков, М. А. Зеленев, И. А. Ерошкин // Материалы 2-го Всероссийского национального конгресса по лучевой диагностике и терапии. М.: «МЕДИ Экспо», 2008.
6. Кошкин В. М. Амбулаторное лечение атеросклеротических поражений сосудов нижних конечностей // Ангиология и сосудистая хирургия. 1999. № 1. Т. 5.
7. Лосев Р. З. Функционально-анатомические предпосылки реваскуляризации бедренно-подколенного артериального сегмента / Р. З. Лосев, В. Н. Николенко, Е. Г. Микульская // Вестник хирургии. 2008. № 1.
8. Покровский А. В. Клиническая ангиология: в 2-х томах / Под ред. А. В. Покровского. — М.: ОАО Медицина, 2004. Т. 2.
9. Покровский А. В. Рекомендуемые стандарты для оценки результатов лечения пациентов с хронической ишемией нижних конечностей: Российский консенсус. В руководстве: Клиническая ангиология. М.: Медицина, 2004. Т. 2.
10. Покровский А. В. Состояние сосудистой хирургии в России в 2004 году // М. 2005.
11. Савельев В. С., Кошкин В. М., Кунижев А. С. Критическая ишемия как следствие неадекватного лечения больных хроническими облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей на амбулаторном этапе // Ангиология и сосудистая хирургия. 2004. № 10–1.
12. Сумин А. Н. Распространенность мультифокального атеросклероза в различных возрастных группах / А. Н. Сумин, Р. А. Гайфулин, А. В. Безденежных, М. Г. Моськин, Е. В. Корок, А. В. Карпович, С. В. Иванов, О. Л. Барбараш, Л. С. Барбараш // Кардиология. 2010. Т. 52. № 6.
13. Ali A.T., Kalapatapu V., Ahmed O. et al. Remote superficial femoral artery endarterectomy: early results for TASC D lesions in patients with severe ischemia // Vasc. Endovascular. Surg. 2007. Vol. 41. № 4..
14. Anderson P.L., Gelijns A., Moskowitz A., et al. Understanding trends in inpatient surgical volume: vascular interventions, 1980–2000 // J. Vasc. Surg. 2004. Vol. 39.
15. Bandyk D. F. Infection in prosthetic vascular grafts. In: Vascular Surgery (5th edition). Robert B. Rutherford. — Philadelphia, PA: W. B. Saunders, 2000.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАЗМАФЕРЕЗА В ЛЕЧЕНИИ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА

MODERN CONCEPTS OF PLASMAPHERESIS TREAT CORONARY ARTERY DISEASE OF POSSIBILITIES

*Ju. Mal'chevskij
A. Ragimov
E. Kasparov*

Summary. It was performed the analysis of literature data on the potential use of plasmapheresis in treatment of coronary heart disease. It is shown that the basis of clinical manifestations in these patients is change in the rheological properties of blood — blood viscosity due primarily aggregation of red blood cells and platelets, and plasma viscosity. There are reports about the hemorheological disorders may be harbingers of development and cause myocardial infarction, due to coronary artery disease in need of treatment aimed at correcting the rheological changes. Currently accumulated experience with plasmapheresis in clinical practice, it demonstrated the prospects of this method application as a pathogenesis based treatment of cardiovascular diseases. It is concluded that the need for further in-depth studies of mechanisms influence of this treatment on the rheological properties of blood, evaluate the clinical efficacy and safety of plasmapheresis in the complex treatment of coronary heart disease.

Keywords: coronary heart disease, blood viscosity, blood rheology, erythrocyte aggregation, plasmapheresis.

Мальчевский Юрий Евгеньевич

*К.м.н., с.н.с., НИИ медицинских проблем Севера ФИЦ
КНЦ СО РАН
malchevskiyy@mail.ru*

Рагимов Алигейдар Алекперович

*Д.м.н., профессор, ФППОВ Первый МГМУ
им. И. М. Сеченова*

Каспаров Эдуард Вильямович

*Д.м.н., профессор, директор, НИИ медицинских
проблем Севера ФИЦ КНЦ СО РАН*

Аннотация. Выполнен анализ литературных данных о возможности использования плазмафереза в комплексном лечении ишемической болезни сердца (ИБС). Показано, что в основе ряда клинических проявления у этих больных лежит изменение реологических свойств крови — вязкость крови, обусловленной в первую очередь агрегацией эритроцитов и тромбоцитов, а также вязкость плазмы. Имеются сообщения о том, что гемореологические нарушения могут быть предвестниками развития и причиной инфаркта миокарда, в связи с чем, необходимо лечение ИБС, направленное на коррекцию реологических сдвигов. В настоящее время накоплен опыт использования плазмафереза в клинической практике, продемонстрированы перспективы его применения как патогенетически обоснованного метода лечения сердечно-сосудистых заболеваний. Сделан вывод о необходимости проведения дальнейших углубленных исследований механизмов влияния данного вида лечения на реологические свойства крови, оценки клинической эффективности и безопасности применения плазмафереза в составе комплексной терапии ИБС.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, вязкость крови, реологические свойства крови, агрегация эритроцитов, плазмаферез

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) занимают одно из первых мест в структуре заболеваемости и смертности России, стран Европы и США. Они наносят крупный ущерб социальной и экономической сторонам жизни общества [8]. Ежегодно от ССЗ в мире умирает около 16,7 млн. человек [8]. В Российской Федерации уровень смертности населения от ССЗ также остается высоким, существенно превосходя средний европейский показатель [1]. Учитывая значительные потери, наносимые экономике в результате длительной нетрудоспособности, инвалидизации и смертности трудоспособного населения от болезней системы кровообращения, в первую очередь, ишемической болезни сердца (ИБС), среди направлений научных исследований в медицине поиск методов лечения и контроля ССЗ остается одним из приоритетов [8].

В настоящее время наметилась тенденция к связыванию в единое целое каскада клинических проявлений ССЗ, в первую очередь атеросклеротических изменений сосудистой стенки, с нарушениями реологических свойств крови (РСК). Предпринимаются попытки оценки этих биофизических характеристик в ходе диагностики и влияния на них при проведении комплекса лечебных мероприятий [9].

Следует отметить, что медикаментозные и другие традиционные методы воздействия на РСК далеко не всегда приводят к значимым изменениям в клинической картине ИБС. Внимание исследователей все больше привлекают возможности использования экстракорпоральных методов в лечении ССЗ. Учитывая возможные ограничения или противопоказания для применения данных методов при различных клинических вариантах ИБС, особое место в исследованиях отдается плазмаферезу (ПФ), применяемому

при целом ряде заболеваний и патологических состояний.

Цель работы

Анализ литературных данных о возможности использования плазмафереза в комплексном лечении ишемической болезни сердца.

Реологические свойства крови: общие сведения о механизмах нарушения и диагностической значимости

Условия кровообращения в сосудах зависят как от пропульсивной деятельности сердца, так и от биофизических свойств самой крови, в первую очередь ее вязкости (внутреннего трения). Значение вязкости крови (ВКр) человека составляет 3–5 сП (при вязкости плазмы — 1,9–2,3 сП), оно характерно для быстрого тока и нормального состава крови (гематокрит около 40%, содержание белков в плазме 65–80 г/л). При снижении скорости кровотока, кровь начинает проявлять свойства неньютоновской жидкости, при этом ее вязкость прогрессивно увеличивается [6,7].

На данный показатель влияет количество суспензированных частиц, их свойства (степень интенсивности и обратимости образования агрегатов эритроцитов (АЭ) и тромбоцитов (АТ), способность эритроцитов к деформации (ДФЭ), свойства суспензирующего раствора (вязкость плазмы, ее белковый и липидный состав), температура и рН крови и другие факторы [9,14].

В формировании «клеточного» компонента вязкости крови ведущая роль принадлежит эритроцитам [14], из стандартных лабораторных показателей наиболее интересен гематокрит, с ростом которого повышается и вязкость крови. Неньютоновские свойства крови в значительной степени наиболее полно реализуются при значениях гематокрита 30–60%, при более высоких значениях текучесть крови существенно ухудшается.

Текучесть крови в крупных сосудах обусловлена в основном насосной функцией сердца и мало зависит от свойств форменных элементов. В то же время в венах и артериолах, наоборот, кровь течет при низких напряжениях сдвига, и здесь вязкость в значительной степени определяется АЭ [6]. Выраженная внутрисосудистая агрегация приводит к скоплению эритроцитов в системе микроциркуляции (секвестрации форменных элементов), что приводит к снижению кислород-транспортной функции крови [6,14]. Однако, благодаря эффекту Фареуса-Линдквиста, эффективная вязкость крови в сосудах диаметром менее 500 мкм снижается

из-за переориентации эритроцитов вдоль оси сосуда и построения их в цепочку. Бесклеточная краевая зона с низкой вязкостью образует слой, относительно которого скользят клетки крови [15].

Основная роль в течении крови по капиллярам, где клеткам приходится преодолевать просвет сосудов, не превышающий размера самого эритроцита, принадлежит способности эритроцитов к деформации. Нарушение деформации и соответственное изменение ВКр возможно вследствие накопления в мембране эритроцитов холестерина (ХС), отложения на поверхности крупномолекулярных белков (дериватов фибриногена (ФБ), иммуноглобулинов, парапротеинов), увеличения осмотического давления внутри эритроцитов из-за снижения активности Na^+ -, K^+ -зависимой АТФазы, с увеличением количества натрия и воды в эритроците. Оно приводит к увеличению вязкости и сосудистого сопротивления в микроциркуляторном русле, что затрудняет продвижение эритроцитов по капиллярам [9,14].

Другой способ эритроцитов влиять на вязкость крови — посредством воздействия на функциональное состояние тромбоцитов. Выделяя в плазму крови АДФ и факторы коагуляции, эритроциты «подталкивают» тромбоциты друг к другу и к сосудистой стенке, стимулируя процессы адгезии и агрегации тромбоцитов [9].

Тромбоциты в свою очередь оказывают влияние на формирование условий пристеночного кровотока. Они принимают участие в АЭ, выделяя факторы активации, способствующие внутрисосудистому свертыванию крови. Наиболее полно возможности влияния на РСК тромбоциты реализуют в зонах турбулентного кровотока в местах бифуркаций, а также в зонах медленного кровотока и застоя, которые, возникают ниже физиологического или патологического сужения сосуда [6].

Также вязкость крови зависит от вязкости плазмы (ВПл), которая определяется ее белковым и липидным составом. Повышению ВПл способствуют увеличение концентрации крупномолекулярных белков, в первую очередь фибриногена и его дериватов, а также гамма-глобулинов [12].

Изменения гемодинамических и гемореологических показателей и их взаимосвязь описываются законом Хагена-Пуазейля, согласно которому объемная скорость кровотока обратно пропорциональна вязкости крови. Из него следует, что на величину локального напряжения сдвига и периферического сосудистого сопротивления (ПСС) влияют не только сократительная способность миокарда и тонус сосудов, но и свой вклад вносят показатели РСК [11,13].

Независимо от того, какой из механизмов или являясь ведущим в нарушении РСК в каждом конкретном случае, при повышении вязкости крови, увеличивается и «вязкостное» сопротивление току крови (в основном в микроциркуляторном русле), следовательно возрастает постнагрузка на миокард на фоне ухудшения органного и миокардиального кровотока [14]. Здесь стоит упомянуть роль состояния прекапилляров, которые могут отвечать констрикцией или дилатацией на изменения гидростатического давления в системе микроциркуляции и таким образом что в значительной мере влиять на ПСС. В случае снижения компенсаторных возможностей прекапилляров роль регулятора лимитирования кровотока в микроциркуляторном русле приходится принимать ВКр [10].

В здоровом организме РСК и, в частности, ее вязкость физиологически могут варьировать в достаточно широком диапазоне. Имеются данные об изменениях РСК при физической нагрузке и стрессовых ситуациях, изменении атмосферного давления, а также сезонные изменения РСК. Однако, при сердечно-сосудистых заболеваниях состояние РСК меняется, и уже на ранних стадиях ИБС реология крови жестко фиксируется на уровнях, не соответствующих нормальным. Большинство исследователей отмечают увеличение вязкости крови и плазмы, усиление агрегации эритроцитов и тромбоцитов [2,6,9]. Увеличение ВПл происходит в основном из-за повышения концентрации фибриногена и его дериватов, как следствие увеличивается ВКр [11]. Есть данные о корреляции уровня ФБ со смертностью среди лиц, страдающих ССЗ — повышение его концентрации имеет высокое прогностическое значение в отношении летального исхода. Такая связь между гиперфибриногенемией и наличием факторов риска у больных ИБС была показана в ряде международных исследований: Swedish WOLF (Work Organization, Lipids and Fibrinogen); SHEEP (Stockholm Heart Epidemiology Program); CARDIA (Coronary Artery Risk Development in Young Adults; Ischaemic Heart Disease Risk Factors Study, PRIME (prospecting study of myocardial infarction) [10].

Мнение относительно изменений ВКр у больных стенокардией напряжения (СтН) неоднозначно, но ряд авторов уже рассматривает ее как реологический синдром. Однозначно установлено, что в нарушении текучих свойств крови у больных СтН ключевую роль играет усиленная Аг Э. [6,7]. Важную роль в нарушении РСК при ИБС играют изменения реологических свойств самих эритроцитов и тромбоцитов [2]. По мнению большинства авторов, АгЭ при стенокардии повышена [9]. Выявлены достоверные связи между наличием ИБС и ускорением процесса медленной агрегации эритроцитов, что отражается в образовании крупных двух- и трехмерных агрегатов, не встречающихся в кровотоке в норме, но регистрируемых при ССЗ, в том числе и ишемической болезни сердца. [10].

Контроль реологических показателей крови имеет прогностическое значение для оценки неблагоприятного исхода ИБС в длительном наблюдении. Установлено, что у больных ИБС ударный объем резко снижается при увеличении предела текучести крови [14]. Есть данные, что тест на гиперагрегацию эритроцитов может служить прогнозом ИБС с чувствительностью 0,57 и специфичностью 0,767. Из сказанного выше следует, что гипервязкий и гиперагрегационный синдромы могут рассматриваться как факторы первичного риска ишемических заболеваний [12].

В патогенезе гемореологических и микроциркуляторных расстройств при ОИМ основную роль играют изменения АгЭ, которая повышена уже в первые часы ОИМ с тенденцией к дальнейшему увеличению в динамике заболевания. Наибольшие значения этого показателя выявлены у больных с острой левожелудочковой недостаточностью, что скорее всего обусловлено выраженными расстройствами в системе микроциркуляции у этой категории больных [7].

В ряде исследований продемонстрированы изменения функционального состояния тромбоцитов при ИБС [2]. Обнаружено, что при ИБС дезагрегация тромбоцитов снижена, а АгТ и адгезивность тромбоцитов наоборот повышены [6,7]. При этом у больных со значительно усиленной АгТ нарушения РСК проявляются повышенной ВКр при высоких скоростях сдвига. По литературным данным, во время ангинозного приступа агрегация тромбоцитов повышается. У больных прогрессирующей стенокардией обнаруживаются выраженные сдвиги параметров адгезивности тромбоцитов, уровня фибриногена, фактора Виллебранда.

По мере прогрессирования ИБС все указанные нарушения только усугубляются: частота микроциркуляторных нарушений растет, повышаются ВКр, АЭ, увеличивается количество тромбоцитов и Аг Т. Все эти изменения могут стать причиной ишемии миокарда, проявляясь клинически приступами болей, развитием сердечной недостаточности и нарушений ритма при ИБС. Полагают, что в развитие аритмии при ИБС также вносят вклад микроциркуляторные нарушения кровообращения, в частности ухудшение вязкоэластических свойств крови. Это связывают с повреждением эндотелия сосудов и усиленным образованием агрегатов форменных элементов.

Многочисленные исследования посвящены изучению РСК у больных острым инфарктом миокарда. Установлено, что у больных ОИМ вязкость крови, а также вязкость плазмы, коррелируют с концентрацией фибриногена. Гемореологические нарушения могут быть предвестниками развития ОИМ или его первопричиной, в связи с чем на ранних стадиях ИБС необходимо лечение, направленное на коррекцию реологических

сдвигов [5]. Важными показателями в прогностическом плане при ОИМ являются значения гематокрита, ВКр, ВПл, Дф Э. На фоне снижения насосной функции сердца, реологические и микроциркуляторные нарушения способствуют усугублению ишемии и тканевой гипоксии и во многом определяют тяжесть клинических симптомов и наличие осложнений ОИМ. При уменьшении пропульсивной силы миокарда падает артериальное давление или, другими словами, напряжение сдвига в потоке крови, что способствует большей агрегации и блокаде микроциркуляторного русла с развитием плазмостока. Прогрессирование секвестрации форменных элементов приводит к полному прекращению кровотока с развитием некроза тканей. Клинически это проявляется опасными нарушениями ритма сердца и проводимости, острой дыхательной и почечной недостаточностью [7,9].

Очевидно, что мероприятия, направленные на нормализацию РСК при ИБС, должны положительно влиять на показатели гемодинамики и кровоснабжение миокарда, снижая выраженность клинических проявлений заболевания [10].

Применение плазмафереза как патогенетически обоснованного метода коррекции нарушений реологических свойств крови

Плазмаферез — трансфузиологическое вмешательство, при котором после выведения части плазмы, в организм возвращаются форменные элементы крови, взвешенные в плазмозамещающем растворе. Термин впервые был предложен J. Abel et al. в 1914 г., в этом же году ПФ был выполнен в эксперименте отечественными исследователями В.А. Юревичем и Н.К. Розенбергом. Данный метод широко применяется для заготовки плазмы и с лечебной целью в нашей стране после утверждения «Инструкции по применению плазмафереза» Министерством здравоохранения СССР в 1972 г.

Эффект ПФ отмечен при лечении гиперлипидемии, коррекции наследственных нарушений липидного обмена, артериальной гипертензии [13]. Некоторые исследователи полагают, что для профилактики и лечения атеросклероза также оправдано применение ПФ, как эффективного и безопасного метода [13].

Клиническая эффективность ПФ при лечении ИБС в настоящее время не вызывает сомнений: его включение в комплексную терапию позволяет добиться отчетливого положительного эффекта, сохраняющегося от 3 месяцев до трех лет, причем, чем ниже функциональный класс стенокардии, тем более длительным является период ремиссии после процедуры. Среди биохимических показателей отмечается устойчивое возвращение

к нормативным показателям содержания общего белка, ФБ, триглицеридов, холестерина, нормализуется липидный спектр. В коагулограмме пациентов, получавших ПФ снижается до нормы количество тромбоцитов и АгТ, проявляются признаки уменьшения гиперкоагуляционного синдрома, а также достоверно улучшаются реологические свойства крови. Положительные изменения в липидном спектре сохраняются в течение 6 месяцев, что имеет значение для замедления прогрессирования атеросклероза.

Имеются данные, что применение ПФ в составе комплексной терапии острого инфаркта миокарда снижает тяжесть состояния больных, уменьшает проявления сердечной недостаточности, расстройств микроциркуляции, частоту, интенсивность и длительность ангинозных приступов. В связи с нормализацией после ПФ биохимических показателей плазмы и следующим из него снижением концентрации высокомолекулярных соединений в крови больных ОИМ снижается степень ишемии миокарда. Имеются данные о положительном влиянии ПФ при кардиогенном шоке. Установлено, что применение ПФ приводит к нормализации РСК и оптимизации объема циркулирующей крови и гемодинамики, что благотворно сказывается на условиях миокардиального кровотока и кислородном снабжении миокарда [3].

Особый интерес представляют сведения о применении ПФ у больных стенокардией напряжения, рефрактерной к традиционной медикаментозной терапии [4]. В них было показано, что использование ПФ у данной категории пациентов снижает вязкость крови, агрегацию эритроцитов и тромбоцитов. Нормализация РСК продемонстрирована уже после первого сеанса ПФ, при этом выявляется воздействие преимущественно на «плазменный» компонент ВКр — снижение ВПл, уровня ФБ; последующие сеансы ПА оказывают преимущественное воздействие на «клеточный» компонент ВКр — нормализуя АгЭ, АгТ, Дф Э. Авторами выявлено снижение ОПСС и увеличение пропульсивной способности миокарда, причем наибольший клинический эффект был отмечен в группе больных с гипокинетическим типом кровообращения и с исходно более высокими значениями ВКр, ПНС, АгЭ, АгТ. Показана взаимосвязь изменений РСК и гемодинамики при применении ПФ — нормализация РСК сопровождалась снижением ОПСС и увеличением пропульсивной способности миокарда. Клиническая эффективность ПФ у больных стенокардией напряжения коррелировала с увеличением толерантности к физической нагрузке [4].

Заключение

Заболевания сердечно-сосудистой системы, в первую очередь ИБС, сохраняют статус высокозначимой

медико-социальной проблемы, что обусловлено их лидирующим положением в структуре заболеваемости и смертности населения, высокими показателями временных трудовых потерь и первичной инвалидности. Исследования последних лет открыли новый этап в понимании процессов повреждения при ишемии миокарда, определили основные механизмы гемодинамических, клеточных и молекулярных изменений при формировании стойких очаговых морфологических дефектов.

Многочисленные исследования показывают наличие патогенетически значимых корреляций реологических свойств крови и гемодинамики при ИБС: при падении сократительной способности миокарда замедляется периферический кровоток, что из-за неньютоновских свойств крови приводит к увеличению ее вязкости и увеличению «вязкостного» сопротивления кровотоку, повышению ОПСС и возрастанию постнагрузки на сердце. В условиях ограниченного коронарного резерва повышение вязкости крови способствует ухудшению перфузии в миокарде. Происходит формирование своеобразного «порочного круга», основными звеньями которого являются измененные РСК с одной стороны, и сниженная сократительная способность миокарда в условиях лимитированного сосудистого резерва с другой. При

прогрессировании ИБС система взаимодействия гемореологических и гемодинамических факторов может достигнуть предела компенсаторных возможностей. В этом случае даже небольшие изменения ее компонентов могут вызвать патологические сдвиги, результатом которых станет ангинозный приступ, развитие ОИМ, возникновение острой сердечной недостаточности или нарушений ритма.

Выполненный анализ литературных данных свидетельствует о том, что в настоящее время накоплен определенный опыт применения экстракорпоральных методов лечения, в частности плазмафереза, в клинической практике, однако их влияние на реологические свойства крови при применении в составе комплексной терапии у больных с ССЗ изучено недостаточно: не определены клинические и лабораторные показания к применению этих методов, критерии оценки их эффективности в аспекте влияния на вязкость крови и иммунный статус пациентов. Очевидной представляется необходимость дальнейшего совершенствования и оценки клинической эффективности и безопасности применения плазмафереза в составе комплексной терапии ИБС на основе глубокого изучения механизмов влияния данного вида лечения на реологические свойства крови рассматриваемого контингента больных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бокерия Л. А. Рандомизированные клинические исследования по профилактике внезапной сердечной смерти: принципы и итоговые показатели // *Анналы аритмологии: рецензируемый научно-практический журнал*. — 2010. — № 2. — С. 5–14.
2. Васюк Ю. А. Ишемический каскад и возможность миокардиальной цитопротекции // *Мат. 3 Росс. научного форума с межд. участием «Кардиология»*. — М., 2001. — С. 5.
3. Годулян А. В. Метаболическая и гормональная коррекция у больных ишемической болезнью сердца в сочетании с сахарным диабетом тип 2, под влиянием плазмафереза и лазеротерапии: Автореф. дисс. . . . канд. мед. наук. — М., 2002. — 24 с.
4. Задионченко В. С., Каменкер Е. С., Чиквашвили И. А. Изменение тромбоцитарно-сосудистого звена гемостаза у больных ишемической болезнью сердца и гипертонической болезнью под влиянием лечения // *Кардиология*. — 1989. — № 9. — С. 51–54.
5. Линецкая Н. Э., Мазуров В. И., Столов С. В. Влияние системной энзимотерапии на уровни некоторых цитокинов у больных ишемической болезнью сердца // *Медицинская иммунология*. — 2000. — Т. 2, № 1. — С. 132.
6. Люсов В. А., Белоусов Ю. Б., Парфенов А. С. Актуальные проблемы гемостазиологии. — М., 1979. — С. 140–146.
7. Люсов В. А., Савенков М. П. Современные проблемы терапии нарушений реологических свойств крови у больных ишемической болезнью сердца // *Кардиология*. — 1988. — № 5. — С. 5.
8. Оганов Р. Г., Фомина И. Г. (ред). *Болезни сердца*. — М.: Литтерра, 2006. — 1328 с.
9. Фирсов Н. Н., Джанашия П. Х. Введение в экспериментальную и клиническую гемореологию. — М.: Изд-во РГМУ, 2008. — С. 274.
10. Baskurt O. K. In vivo correlates of altered blood rheology // *Biorheology*. — 2008. — Vol. 45 (6). — P. 629–638.
11. Danesh J., Wheeler J. G., Hirschfield G. M. et al. C-reactive protein and other circulating markers of inflammation in the prediction of coronary heart disease // *N. Engl. J. Med.* — 2004. — Vol. 350 — P. 1387–1397.
12. Késmárky G., Kenyeres P., Rábai M., Tóth K. Plasma viscosity: a forgotten variable // *Clin. Hemorheol. Microcirc.* — 2008. — Vol. 39 (1–4). — P. 243–246.
13. Mancini E., Santoro A. Plasmapheresis in intensive care // *G. Ital. Nefrol.* — 2012. — Vol. 29, Suppl. 54. — P. 91–102.
14. Marossy A., Svorc P., Kron I., Gresová S. Hemorheology and circulation // *Clin. Hemorheol. Microcirc.* — 2009. — Vol. 42 (4). — P. 239–258.
15. Owen-Lynch P. J. Analyzing the oscillatory components of the dynamics of blood flow // *J. Appl. Physiol.* — 2008. — Vol. 105 (1). — P. 374.

СЕРТОНИН КАК ОСНОВНАЯ ПРИЧИНА РАЗВИТИЯ ЛЕГОЧНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ: ОТ ГИПОТЕЗЫ К ЛЕЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ

SEROTONIN AS THE PRIMARY CAUSE OF PULMONARY HYPERTENSION: FROM HYPOTHESIS TO CLINICAL PRACTICE

A. Mustafin
R. Nigmatullina
D. Bilalova

Summary. To study the role of dopamine and serotonin systems in the pathogenesis of pulmonary hypertension (PH) in children with congenital heart defects (CHD) defined the concentrations of serotonin (5-HT) and its metabolite 5-hydroxyindoleacetic acid in plasma and platelets using high-performance liquid chromatography (HPLC) in urine by enzyme immunoassay (EI), evaluated their relationship with the degree of PH. Observed the increase of concentrations of 5-HT and 5-hydroxyindoleacetic acid in plasma in patients with pulmonary hypertension. Defined the high degree of correlation between the concentration of 5-hydroxyindoleacetic acid in plasma and urine with the degree of PH. Concentration of 5-hydroxyindoleacetic acid in the urine in the postoperative period decreased in all patients with CHD and reached normal, comparable with the control group values, which makes it possible to consider a method of determining 5-hydroxyindoleacetic acid urine, as a method of assessing of the effectiveness of therapy with PH.

Keywords: serotonin, 5-hydroxyindoleacetic acid, congenital heart disease (CHD), pulmonary hypertension (PH).

Мустафин Альвар Альфредович

К.м.н., ассистент, Казанский государственный медицинский университет

Нигматуллина Разина Рамазановна

Д.б.н., профессор, Казанский государственный медицинский университет

Билалова Диана Фаридовна

Аспирант, Казанский государственный медицинский университет

Аннотация. С целью изучения роли серотонинэргической системы в патогенезе развития легочной гипертензии (ЛГ) у детей с врожденными пороками сердца (ВПС) определены концентрации серотонина (5-НТ) и его метаболита 5-гидроксииндолуксусной кислоты (5-ГИУК) в плазме крови и тромбоцитах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и в моче методом иммуноферментного анализа (ИФА), оценили их связь со степенью ЛГ. Выявлено повышение концентраций 5-НТ и 5-ГИУК в плазме у пациентов с легочной гипертензией. Выявлена высокая степень корреляции между концентрацией 5-ГИУК в плазме и моче со степенью ЛГ. Концентрации 5-ГИУК в моче в послеоперационном периоде снизились у всех пациентов с ВПС и достигли нормальных, соизмеримых с контрольной группой, значений, что дает возможность рассмотреть метод определения 5-ГИУК мочи, как метод оценки эффективности терапии при ЛГ.

Ключевые слова: серотонин, 5-гидроксииндолуксусная кислота (5-ГИУК), врожденные пороки сердца (ВПС), дети, легочная гипертензия (ЛГ).

На сегодняшний день существует достаточное количество фактов, доказывающих участие серотонинэргической системы в развитии ЛГ, таких как: выявленная зависимость между использованием во время беременности антидепрессантов из группы блокаторов обратного захвата серотонина и развитием персистирующей ЛГ новорожденных [13, С. 2188–2190]; выявленные повышенные концентрации серотонина в крови 80% пациентов с ЛГ [5, С. 161–168], [7, С. 249–254], [8, С. 241–267], [9, С. 2233–2240]; эпидемия ЛГ в конце XX-го века в Европе у пациентов, принимавших анорексический препарат из группы средств блокирующих обратный захват серотонина [1, С. 609–616]; в эксперименте у крыс не происходит формирование ЛГ в условиях хронической гипоксии при введении им блокаторов 5-НТ₂b серотониновых рецепторов [3, С. 724–731].

У всех пациентов, независимо от причины развития ЛГ, патоморфологические изменения идентичны и характеризуются гипертрофией легочных артерий, фибро-

зом интимы, тромбозом и плексиформными разрастаниями эндотелия. Таким образом, ЛГ определяется, как болезнь васкулярного ремоделирования, при которой теряется контроль за клеточной пролиферацией [15, С. 424–441]. Клиническая картина и морфологические изменения при ЛГ прогрессируют соответственно росту давления в легочных сосудах. Принято различать четыре степени ЛГ в зависимости от давления в легочной артерии.

Классификация легочной гипертензии:

- ◆ I степень — 30–50 мм.рт.ст., пациент не испытывает никаких неприятных ощущений при умеренной двигательной активности, у него не наблюдается одышка, отсутствуют болевые ощущения в районе груди, нет слабости или сильной усталости;
- ◆ II степень — 50–75 мм.рт.ст., умеренная легочная гипертензия представляет собой картину, когда при небольшом увеличении привычной физиче-

Таблица 1. Концентрации серотонина и 5-ГИУК в плазме крови и тромбоцитах пациентов исследуемых групп

Исследуемые группы	Концентрация (наномоль/л плазмы)			
	Серотонин плазмы	5-ГИУК плазмы	Серотонин тромбоцитов	5-ГИУК тромбоцитов
ВПС с ЛГ	33,6±7,7*	166,7±10,5**^^	1173,0± 158,3	7,6±2,4
ВПС без ЛГ	16,5±3,0	50,0±4,2*	1294,5±184,7	4,7±1,1
Контроль	18,5±2,6	29,9±5,3	1513,5±246,1	6,2±2,8

Примечание: * — статистически значимые различия с контрольной группой, ^ — с группой ВПС без ЛГ; * — p<0,05, ** — p<0,001.

Таблица 2. Изменения концентрации 5-ГИУК в моче и давления в легочной артерии на фоне радикальной коррекции ВПС.

	5-ГИУК мочи (мг/л)		Давление в ЛА (мм.рт.ст.)	
	до коррекции ВПС	после коррекции ВПС	до коррекции ВПС	после коррекции ВПС
ВПС с ЛГ	13,86±2,85	2,87±0,68**	70,84±5,75	31,63±2,67**
ВПС без ЛГ	6,26±0,96	2,16±0,42*	26,73±0,85	20,73±0,60*
Контрольная	2,5±0,6		16,65±0,65	

Примечание: * — статистически значимые различия со значениями до оперативной коррекции ВПС, * — p<0,05, ** — p<0,001.

ской активности отсутствуют вышеперечисленные признаки заболевания, а при значительном увеличении двигательной активности появляется легкое головокружение, одышка, пациент быстро устает;

- ◆ III степень — выше 75–110 мм.рт.ст., незначительная нагрузка вызывает болевые ощущения, головокружение и одышку;
- ◆ IV степень — выше 110 мм.рт.ст., вышеуказанные признаки могут проявляться у пациента даже в состоянии покоя.

В настоящее время терапия, используемая при лечении ЛГ (пероральные антикоагулянты, антагонисты кальциевых каналов, простациклины, антагонисты рецепторов эндотелина, ингибиторы фосфодиэстеразы, кислородотерапия, NO и т.д.) основана в основном на вазодилатационных и антитромботических эффектах [2, С. 733–740], [17, С. 2159–2169], которые являются больше симптоматическими, чем патогенетическими. Данная терапия приводит к временным улучшениям переносимости физической нагрузки, повышает уровень выживаемости при ЛГ, но не влияет на основные патогенетические факторы прогрессирования ЛГ, т.е. на пролиферацию эндотелия и мускуляризацию легочных сосудов.

Последние исследования, направленные на объяснение причин развития ЛГ и поиск новых терапевтических мишеней путем воздействия на ингибирование обратного

захвата серотонина его транспортером [6, С. 756–764], [14, С. L486–497] не дали однозначных ответов.

Цель работы

Изучение роли серотонинэргической системы в патогенезе ЛГ у детей с ВПС. Задачи: 1. Определить концентрации серотонина и его метаболита (5-ГИУК) в тромбоцитах и плазме крови у детей с ВПС с оценкой их связи со степенью ЛГ; 2. Изучить динамику изменения концентраций 5-ГИУК и степени ЛГ у детей на фоне хирургической коррекции ВПС.

Объект и методы исследования

Первая серия. Пациенты (n=47), в возрасте от 2 месяцев до 17 лет (средний возраст 7,1 лет), были разделены на три группы: 1 группа — больные с ВПС с ЛГ, 2 группа — больные с ВПС без ЛГ, 3 группа — контрольная — дети без ВПС.

Из исследования исключались дети с пороками, имеющими стеноз легочной артерии. В контрольную группу включены здоровые дети без какой-либо органной патологии и признаков инфекционного процесса.

Вторая серия. Проводилось разделение пациентов (n=43), в возрасте от 20 дней до 16 лет (средний возраст 4,2 лет) по группам: 1. Пациенты с ВПС, с высокой ЛГ; 2.

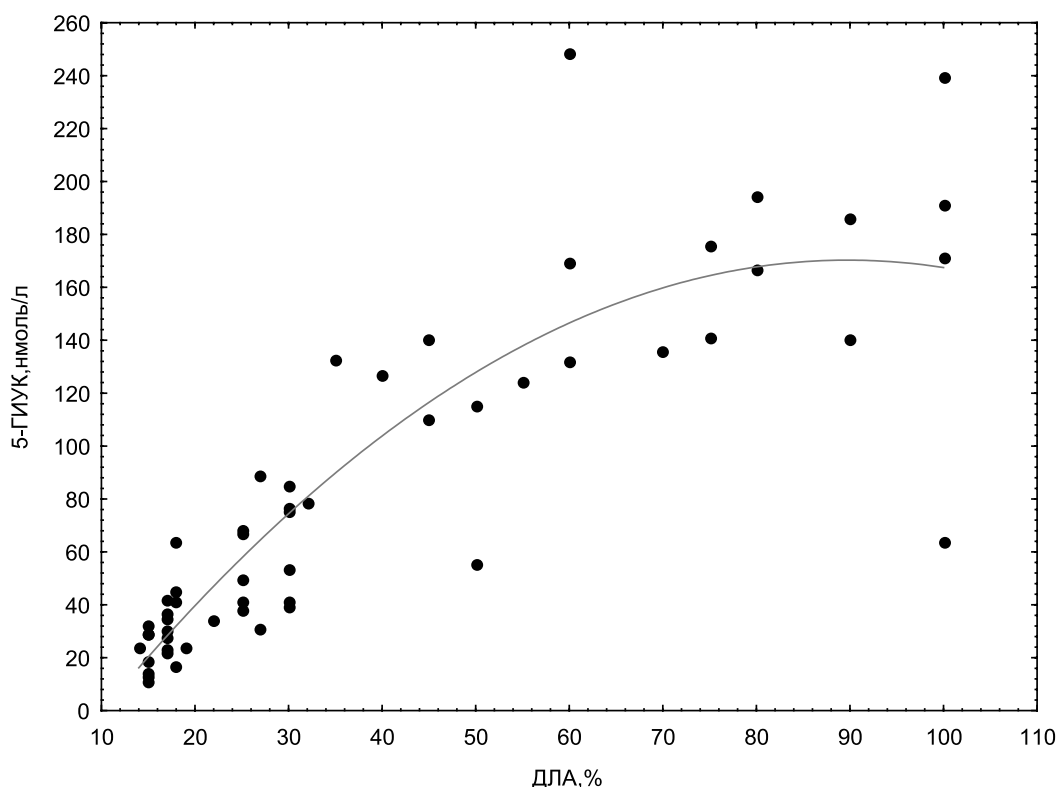


Рис. 1. Зависимость концентрации 5-ГИУК мочи у детей от давления в легочной артерии.

Пациенты с ВПС, без высокой ЛГ; 3. Контроль — дети без ВПС и без ЛГ.

Степень ЛГ определялась методом эхокардиографии по транстрикуспидальному градиенту.

Определение концентрации серотонина и 5-ГИУК в плазме крови и тромбоцитах проводилось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с электрохимической детекцией (ВЭЖХ) и иммуноферментного анализа (ИФА), во второй серии исследований.

Результаты

Первая серия исследований. Определение концентраций серотонина и его метаболита 5-ГИУК в тромбоцитах и плазме крови у детей с ВПС методом ВЭЖХ

При сравнении групп выявлены повышенные концентрации серотонина в группе пациентов с ВПС, имеющих ЛГ относительно других групп (таб.1). Корреляция степени ЛГ с концентрациями серотонина не отмечалась.

При сравнении исследуемых групп с высокой достоверностью ($p < 0,001$) выявлено, что пациенты с ЛГ имеют

значительно повышенные концентрации 5-ГИУК плазмы в сравнении с другими группами (таб.1). Причем, повышенные уровни 5-ГИУК плазмы, отмечены даже при низких концентрациях серотонина.

Также выявлена прямая положительная зависимость концентрации 5-ГИУК от величины давления в легочной артерии (рис. 1).

Концентрации серотонина и 5-ГИУК в тромбоцитах пациентов исследуемых групп статистически не отличались.

Вторая серия исследований. Определение изменения концентраций 5-ГИУК в моче методом ИФА и степени ЛГ у детей на фоне проведенной хирургической коррекции ВПС.

По данным исследования концентрация 5-ГИУК в моче у детей с ВПС, имеющих ЛГ, повышена и достоверно отличалась от других групп (таб.2, рис. 2).

Концентрации 5-ГИУК в моче в послеоперационном периоде снизились у всех детей с ВПС в 1,3–8,7 раза и у 27 пациентов из 30 достигли нормальных, соизмеримых с контрольной группой, значений (таб.2, рис. 2).

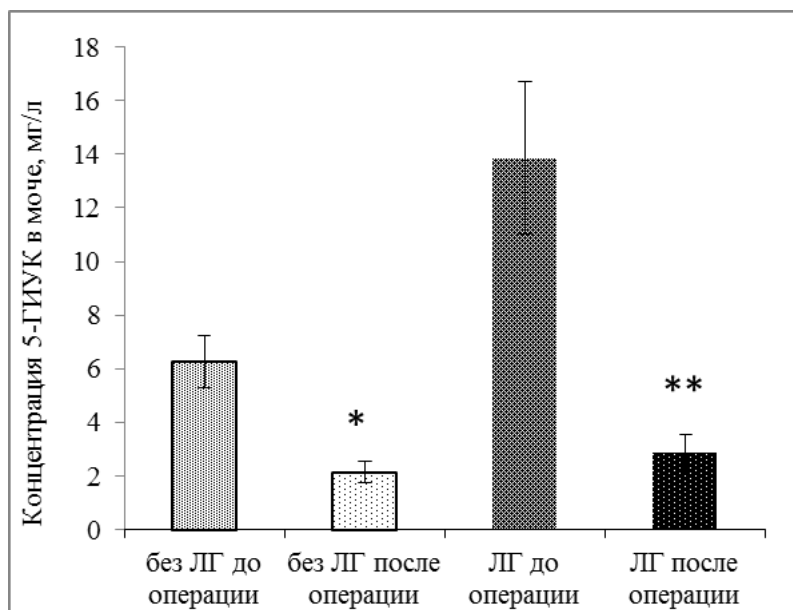


Рис. 2. Концентрация 5-ГИУК в моче до- и после хирургической коррекции ВПС



Рис.3. Патогенез развития ЛГ при ВПС с позиции серотонинэргической регуляции

Анализируя полученные результаты, выдвинуто предположение о том, что при ВПС с ЛГ повышенные концентрации серотонина, в 5 раз более высокие, чем в норме, судя по степени увеличения его метаболита 5-ГИУК, достигаются локально в легких на уровне микроциркуляторного русла. Причиной локального повышения концентрации серотонина в сосудистом русле

легких при ВПС является травма повышенным гидростатическим давлением эластичных легочных артерий, которая в месте повреждения запускает агрегацию тромбоцитов, в которых содержится более 99% серотонина крови [4, С. 653–662]. Серотонин, кроме прямого вазоконстрикторного эффекта, обладает митогенным действием, влияя на усиление пролиферации эндоте-

лиальных клеток [10, С. 437–452], [11, С. 527–537], [12, С. 1919–1926], что мы и наблюдаем патоморфологически. Учитывая эти факты, можно предположить следующий механизм патогенеза развития ЛГ (рис. 3).

Известно, что легкое — это орган, в котором происходит основной метаболизм серотонина [16, С. 332–335]. В эндотелиальных клетках сосудов легких под действием фермента моноаминоксидазы (МАО) серотонин метаболизируется в 5-ГИУК, которая впоследствии выводится с мочой. Сопоставляя этот факт и результаты наших исследований (снижение 5-ГИУК мочи после коррекции ВПС и корреляция 5-ГИУК плазмы со степенью ЛГ), можно прийти к выводу, что концентрация метаболита серотонина характеризует степень активности патогенетических процессов при ЛГ. Таким образом, можно предположить возможность применения определения

концентраций 5-ГИУК плазмы крови или мочи для оценки степени тяжести и эффективности лечения при ЛГ.

Гипотеза, основанная на результатах наших наблюдений, наиболее гармонично объясняет все патологические изменения при ЛГ, что является хорошим стимулом для продолжения работы в этом направлении с целью внедрения препаратов группы блокаторов серотониновых рецепторов для терапии ЛГ. А простота, доступность и неинвазивность метода оценки активности процесса ЛГ делают перспективным внедрение определения концентрации 5-ГИУК мочи в лабораторную диагностику степени ЛГ и эффективности ее терапии.

Работа выполнена при поддержке автономной некоммерческой организации «Казанский открытый университет талантов 2.0»

ЛИТЕРАТУРА

1. Abenham L. Appetite suppressant drugs and the risk of primary pulmonary hypertension / L. Abenham, Y. Moride, F. Brenot et al. // *N Engl J Med.* — 1996. — Vol. 335. — Pp. 609–616.
2. Beghetti M. Eisenmenger syndrome: a clinical perspective in a new therapeutic era of pulmonary arterial hypertension / M. Beghetti, N. Galie' // *J Am Coll Cardiol.* — 2009. — Vol. 53. — Pp. 733–740.
3. Callebert J. Evidence for a control of plasma serotonin levels by 5-hydroxytryptamine (2B) receptors in mice / J. Callebert, J. M. Esteve, P. Herve, K. Peoc'h, C. Tournois, L. Drouet, J. M. Launay, L. Maroteaux // *J Pharmacol Exp Ther.* — 2006. — Vol. 317(2). — Pp. 724–731.
4. Da Prada M. Content and subcellular localization of catecholamines and 5-hydroxytryptamine in human and animal blood platelets: monoamine distribution between platelets and plasma / M. Da Prada, G. Picotti // *Br j. pharmacol.* — 1979. — Vol. 65. — № 4. — Pp. 653–662.
5. Egermayer P. Role of serotonin in the pathogenesis of acute and chronic pulmonary hypertension / P. Egermayer, G. I. Town, A. J. Peacock // *Thorax.* — 1999. — V. 54(2). — Pp. 161–168.
6. Gray E. A. Assessment of the serotonin pathway as a therapeutic target for pulmonary hypertension / E. A. Gray, H. Tsuchimochi, J. T. Pearson, T. Sonobe, Y. Fujii, M. Yoshimoto, K. Umetani, M. Shirai, D. O. Schwenke // *J Synchrotron Radiat.* — 2013. — Vol. 20 (Pt 5). — Pp. 756–764.
7. Herve P. Increased plasma serotonin in primary pulmonary hypertension / P. Herve, J. M. Launay, M. L. Scrobohaci, F. Brenot, G. Simonneau, P. Petitpretz, P. Poubeau, J. Cerrina, P. Duroux, L. Drouet // *Am J Med.* — 1995. — Vol. 99(3). — Pp. 249–254.
8. Hosoda Y. Pathology of pulmonary hypertension: a human and experimental study // *Pathol Int.* — 1994. — Vol. 44(4). — Pp. 241–267.
9. Kereveur A. Arteriosclerosis, thrombosis, vascular biology / A. Kereveur, J. Callebert, M. Humbert, P. Herve, G. Simonneau, J. M. Launay, L. Drouet. — 2000. — № 20. — Pp. 2233–2240.
10. Michel P. Myoendothelial junctional complexes in postobstructive pulmonary vasculopathy: a quantitative electron microscopic study / P. Michel, F. Hu, B. Meyrick // *Exp lung res.* — 1995. — Vol. 21. — № 3. — Pp. 437–452.
11. Pakala R. Effect of serotonin and thromboxane A2 on endothelial cell proliferation: effect of specific receptor antagonists / R. Pakala, C. R. Benedict // *J. Lab. Clin. Med.* — 1998. — Vol. 131. — Pp. 527–537.
12. Pakala R. Mitogenic effect of serotonin on vascular endothelial cells / R. Pakala, J. T. Willerson, C. R. Benedict // *Circulation.* — 1994. — Vol. 90 (4). — Pp. 1919–1926.
13. Reefhuis J. Selective Serotonin-Reuptake Inhibitors and Persistent Pulmonary Hypertension of the Newborn / J. Reefhuis, S. A. Rasmussen, J. M. Friedman, P. Hallberg, V. Odland, V. Sjöblom, C. Chambers, S. Hernandez-Diaz, A. A. Mitchell // *N Engl J Med.* — 2006. — Vol. 354. — Pp. 2188–2190.
14. Ren W. Serotonin transporter interacts with the PDGFβ receptor in PDGF-BB-induced signaling and mitogenesis in pulmonary artery smooth muscle cells / W. Ren, S. W. Watts, B. L. Fanburg // *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol.* — 2011. — Vol. 300(3). — Pp. L486–497.
15. Schranz D. Pulmonale Hypertension im Kindes- und Jugendalter / D. Schranz // *Monatsschr Kinder-heilkd.* — 2003. — Vol. 151. — Pp. 424–441.
16. Suhara T. Lung as reservoir for antidepressants in pharmacokinetic drug interactions / T. Suhara, Y. Sudo, K. Yoshida // *Lancet.* — 1998. — Vol. 351. — Pp. 332–335.
17. Zijlstra W. Survival differences in pediatric pulmonary arterial hypertension: Clues to a better understanding of outcome and optimal treatment strategies / W. Zijlstra, J. Douwes, E. Rosenzweig, et al. // *J Am Coll Cardiol.* — 2014. — Vol. 63(20). — Pp. 2159–2169.

ПОСТТРАВМАТИЧЕСКАЯ ПАТОЛОГИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА. СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

POST-TRAUMATIC PATHOLOGY OF THE SHOULDER JOINT. MODERN VIEW ON THE CLINICAL AND DIAGNOSTIC ASPECTS

**A. Orleckiy
D. Timchenko
N. Gordeev**

Summary. . In modern traumatology and sports medicine, post-traumatic pathology of the shoulder joint is very common. At the same time, due to untimely treatment, as well as diagnostic errors, a significant proportion are patients with severe pathological changes of the joint, in connection with which the therapeutic measures become ineffective. Of particular importance in these conditions is the accurate diagnosis of anatomical and topographic disorders in the shoulder region, since it is necessary to eliminate the existing disorders against the backdrop of changes that have occurred as a result of previous injuries.

Keywords: shoulder joint, posttraumatic changes, clinical and diagnostic aspects.

Орleckий Анатолий Корнеевич

Д.м.н., профессор, «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Центр спортивной, балетной травмы и реабилитации им. З. С. Мироновой

Тимченко Дмитрий Олегович

К.м.н., «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Центр спортивной, балетной травмы и реабилитации им. З. С. Мироновой

Гордеев Николай Александрович

*Врач травматолог-ортопед, «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Центр спортивной, балетной травмы и реабилитации им. З. С. Мироновой
d.o.timchenko@mail.ru*

Аннотация. В современной травматологии и спортивной медицине посттравматическая патология плечевого сустава встречается весьма часто. В то же время, ввиду несвоевременного обращения, а также диагностических ошибок, значительную часть составляют пациенты с выраженными патологическими изменениями сустава, в связи с чем лечебные мероприятия становятся малоэффективными. Особое значение в этих условиях имеет точная диагностика анатомо-топографических нарушений в области плечевого сустава, поскольку необходимо устранить имеющиеся нарушения на фоне изменений, возникших в результате предшествующих травм.

Ключевые слова: плечевой сустав, посттравматические изменения, клинико-диагностические аспекты.

Введение

На данный момент большое внимание обращает на себя спортивный травматизм. Так, по данным А.И. Мазур [4] частота травм в различных видах спорта составляет в среднем 2–7%. Из них на травмы верхних конечностей приходится 34,2%. Среди спортивных травм данной локализации значительную часть занимают вывихи плечевого сустава и разрывы вращающей манжеты плеча.

Результаты лечения посттравматической патологии плечевого сустава не всегда характеризуются как положительные в связи с чем в современной медицине идет постоянный поиск новых методов лечения, а также совершенствование существующих. При этом, необходимо

отметить существенную роль ранней и точной диагностики патологических изменений в плечевом суставе, в связи с чем клинико-диагностические аспекты посттравматической патологии плечевого сустава, на наш взгляд, являются залогом успешного лечения.

Клиническая картина посттравматической патологии плечевого сустава

По данным современной литературы посттравматическая болезнь плечевого сустава имеет весьма разнообразную клиническую картину. Для посттравматической нестабильности плечевого сочленения независимо от причины, степени выраженности, плоскости смещения, компенсаторной реакции характерен ряд общих

проявлений. Пациенты с хронической неустойчивостью в суставе предъявляют жалобы на чувство дискомфорта и дислокации при определенном положении плечевого сустава, а также на щелканье и боль. Согласно исследователям, для хронической нестабильности характерен подвывих плечевого сустава (около 95% случаев), носящий моментальный характер. При этом головка плечевой кости смещается кпереди относительно суставного отростка лопатки, а затем самостоятельно возвращается на прежнее место. Особенностью подвывиха посттравматической нестабильности плеча является наличие стертой клинической картины [12].

Еще одной отличительной чертой посттравматической нестабильности плечевого сочленения является то, что его смещение возникает в результате неадекватно малого физического воздействия. Как правило, при внешнем осмотре обращает на себя внимание поведение пациентов. Больные проявляют повышенную осторожность и скованность при движениях в поврежденном суставе, тщательно их продумывая. Характерно, что лица с хронической посттравматической нестабильностью избегают резких отводящих движений с большой амплитудой, энергичных контактных взаимодействий верхней конечностью, размашистых рукопожатий, толкания двери. Отмечается общее напряжение мышц плечевого пояса и прижатие плеча к грудной клетке [10].

При исследовании пассивных движений плечевого сустава для нестабильности свойственно прежде всего беспокойство пациента в отношении определенного положения верхней конечности, в котором может возникнуть подвывих. Тревога больного проявляется в форме напряжения мышц плечевого пояса и сопротивления пассивным движениям. Положительная проба на беспокойство подтверждает возможность возникновения вывиха или подвывиха. При активных движениях нестабильность плечевого сочленения диагностируется в виде бессознательного смещения сустава, которое сопровождается чувством дискомфорта. Также пациенты могут предъявлять жалобы на отсутствие ощущения движения и неприятные ощущения при определенном положении плеча [12].

На сегодняшний день, в клинической практике используется ряд тестов, позволяющих правильно установить диагноз нестабильности плечевого сочленения. В частности, при пассивных движениях сустав считается нестабильным, если в ходе вытяжения верхней конечности по оси легко выявляется подвывих в переднем или заднем направлении [10].

Известно, что посттравматическая нестабильность плечевого сустава является хроническим патологиче-

ским процессом, приводящим к изменениям во всей опорно-двигательной системе. В современной литературе выделяют несколько клинических форм нестабильности:

- ◆ компенсированная форма — анатомические и функциональные параметры плечевого сустава близки к нормальным показателям;
- ◆ субкомпенсированная форма, для которой характерны жалобы больных на боль и ощущение щелчков в суставе; наблюдается невыраженная мышечная атрофия, передняя нестабильность, ограничение наружных вращательных движений, снижение их силы;
- ◆ декомпенсированная форма, при которой больные жалуются на щелчки, хруст и трение в плечевом сочленении; наблюдается мышечная атрофия более чем на 2 см, передняя нестабильность, снижение силы, отвисание верхней конечности [9].

Согласно ряду работ, нестабильность плеча у спортсменов чаще всего проявляется в форме многоплоскостной неустойчивости (более 70% всех случаев). Отличительными особенностями нестабильности плечевого сустава у большинства спортсменов является стёртая клиническая картина. При этом, весьма часто неустойчивость в суставе пациентом субъективно не ощущается. Основными симптомами являются боль в плече при движениях, сопровождаемых максимальной амплитудой и высокой нагрузкой, чувство слабости и ухудшение спортивных результатов. Нередко из анамнеза выясняются семейные случаи посттравматических расстройств двигательной активности плечевого сустава. Стоит также отметить, что при внешнем осмотре плечо у спортсменов неустойчиво в нескольких плоскостях. При нагрузочных пробах диагностируется патологическая подвижность плечевой головки вперед и назад по отношению к суставной впадине. Характерен положительный симптом борозды. Данный симптом может наблюдаться и в здоровом плечевом суставе, однако он обычно исчезает при внешней ротации плечевого сустава, чего не наблюдается у лиц с хронической нестабильностью сустава [12].

Зарубежными исследователями установлено, что атлеты, страдающие посттравматической болезнью плечевого сустава, предъявляли жалобы на постепенно обостряющуюся боль в плече, сохраняющуюся в течение нескольких дней или недель и усугубляемую активностью (70% случаев). В 55% случаев пациенты отмечали приступы ночной боли и дискомфорт в плечевом суставе в состоянии покоя. В большинстве случаев (85%) боль носила глубокий диффузный характер. В 90% спортсмены отмечали снижение функциональной производительности верхней конечности и, соответственно, спортивных результатов [7].

Стоит также отметить, что на ранних этапах развития посттравматической нестабильности диапазон движений не изменяется, однако в ходе клинического осмотра выявляется ограничение при отведении и внутренней ротации плеча. При пальпации плечевого сустава выявляется «размягчение», гиперемия тканей в области акромиального отростка и над длинной головкой сухожилия бицепса, что указывает на признаки местного хронического воспалительного процесса. Кроме того, отмечается слабость и болезненность при движениях надостной мышцы. По мнению В. К. Tisano и соавт. [13] стабильность плечевого сустава следует оценивать, перемещая головку плечевой кости в переднем, заднем и нижнем направлениях относительно суставной впадины (тесты нагрузки и сдвига). Ограничение движений в плечевом сочленении при посттравматической нестабильности, по данным исследования, на начальных стадиях заболевания выявляется при отведении верхней конечности до 90 градусов, при сгибании вперед на 30 градусов и невозможности внутренней ротации. В ходе исследования суставная боль также возникала при abduction, внутреннем вращении и переднем сгибании пораженной верхней конечности (симптомы удара). При передней нестабильности боль и дискомфорт появлялись при отведении и внешней ротации плеча, когда головка плечевой кости перемещается в заднем направлении (тест на перемещение).

В клинической картине повреждений вращательных мышц плеча доминирует болевой синдром, возникающий непосредственно при попытке осуществления движений в суставе. При этом, боль может иррадиировать в локтевой сустав и место фиксации дельтовидной мышцы. Многие больные замечают усиление боли в ночные часы. Необходимо отметить, что на сегодняшний день не установлена связь между степенью и видом разрыва ротаторной манжеты и интенсивностью болевого синдрома. При этом, объективно, практически у всех пациентов наблюдается усиление болевого синдрома при отводящих движениях плечевого сустава до угла в 60 и 120 градусов (симптом дуги болезненного отведения). Кроме того, при пальпации в области фиксации сухожилия к большому бугорку плечевой кости также отмечается усиление боли, хотя дефект в мышечной ткани не удаётся определить даже при полных разрывах. При застарелых и несвежих травмах может диагностироваться крепитация в месте большого бугорка плечевой кости при движениях. Исследование активных движений при разрывах ротаторной манжеты плечевого сустава позволяет установить характерное поднятие надплечья кверху при отведении плеча (симптом Леклерка). Наиболее часто при разрывах ротаторной манжеты плеча встречается симптом «падающей руки», который проявляется в невозможности осуществления отводящих движений верхней конечности

до горизонтального уровня, а также удержания её в данной позиции [3].

Современные принципы диагностики посттравматической болезни плечевого сустава

На сегодняшний день в диагностике посттравматической болезни плечевого сустава применяют весь обширный спектр инструментальных методов исследования. Рентгенологическое обследование посттравматических изменений, по мнению исследователей, необходимо начинать с классических проекций: прямой, боковой и аксиальной. Данные проекции позволяют диагностировать потерю костной ткани, наличие отрывного перелома суставной впадины. Наиболее информативными, согласно различным исследованиям, являются проекции, выполненные под углом. По мнению исследователей, данные снимки способствуют лучшей визуализации поверхности суставной впадины. При этом, наиболее часто используются такие проекции, как верхушечная косая, проекция Дидье, проекция Вест-Пойнт, проекция Страйкер-Ноч, которая также хорошо визуализирует повреждение типа Хилл-Сакса. А. А. Miniaci и соавт. [11] отмечают важность применения компьютерной томографии, которая особенно информативна в режиме 3D, что позволяет полностью оценить ориентацию дефекта, что крайне важно для выработки правильной тактики лечения.

Активно применяется ультразвуковое исследование повреждений плечевого сустава. При этом, по данным литературы, ультразвуковое исследование позволяет выявить повреждение типа Хилл-Сакса и обладает 100% специфичностью и 96% чувствительностью. 100% чувствительность данного метода отмечается и при посттравматической нестабильности плечевого сустава, который позволяет визуализировать ряд патологических изменений в тканях. Согласно исследованию W. R. Dunn и соавт. [6] ультразвуковые признаки повреждения суставной губы определялись в 70% случаев. Также выявлялся разрыв ключично-акромиального сочленения, который определялся в тех случаях, если суставная щель была увеличена более чем на 5 мм. При этом имеется возможность идентифицировать поперечный и продольный разрывы сухожилия двуглавой мышцы. Кроме того, ультрасонография даёт возможность выявить частичный разрыв ротаторной манжеты в виде дефекта в месте расположения сухожилий мышц.

Важным моментом в диагностике посттравматической болезни плечевого сустава является выявление мышечной дисфункции методом электромиографии [5]. Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) позволяет в определенной мере оценивать состояние

мягкотканых структур, в том числе мышц и сухожилий. Некоторые авторы высказывают мнение, что компьютерная томография при массивных разрывах сухожилий позволяет визуализировать дефект сухожилия, гематому в месте его разрыва, ретракцию мышцы. Для расширения диагностических возможностей, другие исследователи применяли дополнительные методики, в том числе рентгеновскую КТ-артрографию и пневмоартрографию, которым свойственны те же недостатки, что и традиционной рентгеновской артрографии. При этом существует достаточно много публикаций о проводимых исследованиях плечевого сустава, осуществляемых при помощи МСКТ с применением КТ-артрографии [8].

Благодаря быстрому усовершенствованию и появлению специальных катушек для суставов, а также возможности использовать поверхностные катушки, магнитно-резонансная томография (МРТ) стала основным методом визуализации опорно-двигательного аппарата при наличии клинических проявлений его поражения. Безусловными плюсами этого метода являются неинвазивность и отсутствие лучевой нагрузки, в отличие от широко применяемых классических рентгенологических исследований и рентгеновской компьютерной томографии. МРТ позволяет визуализировать мягкотканые структуры плечевого сустава, включая мышцы и сухожилия ротаторной манжеты плеча, фиброзную губу, сухожилие длинной головки двуглавой мышцы, отек и скопление жидкости. При проведении МРТ используются различные импульсные последовательности (спин-эхо, инверсия-восстановление, градиентное эхо и др.), которые в зависимости от поставленной задачи определяют вклад того или иного параметра в интенсивность изображения исследуемых структур, что позволяет получать оптимальный контраст между нормальными и измененными тканями. В многочисленных исследованиях изучалась диагностическая ценность МРТ при диагностике повреждений мягкотканых структур плечевого сустава. По данным исследователей, чувствительность МРТ в диагностике полных разрывов сухожилий ротаторной манжеты достигает порядка 95,0%. В то же время, при выявлении частичных разрывов эти показатели значительно ниже. В исследовании А. М. Акимкиной и соавт. [1] проводилось изучение возможностей МРТ в выявлении повреждений анатомических структур плечевого сустава. В результате исследования авторы пришли к выводу, что выполнение МРТ плечевого сустава позволяет визуализировать весь комплекс анатомических структур сустава и определить дальнейшую тактику лечения (консервативное, либо оперативное

Весьма важная роль в диагностике патологии плечевого сустава отводится диагностической артроскопии. Появление артроскопии имело определяющее значе-

ние в понимании этиологии, патогенеза, а также внесло весомый вклад в развитие диагностики и лечения патологии плечевого сустава. Первоначально артроскопию использовали исключительно с диагностической целью. В последующем технология артроскопической диагностики в комплексе с дальнейшей эндоскопической реконструкцией получила широкое распространение в мировой ортопедической практике. По данным исследователей данный метод обладает 100% чувствительностью и специфичностью в отношении повреждений фиброзной губы. Кроме того, диагностическая артроскопия высокоэффективна в выявлении повреждений при исследовании капсульно-связочного аппарата и мышц ротаторной манжеты. Несмотря на это существует ряд недостатков, связанных в первую очередь с инвазивностью метода (наличие длительной предоперационной подготовки, использование наркоза) [2].

Заключение

Для клинической картины посттравматических заболеваний плечевого сочленения характерен определенный набор симптомов, среди которых на первый план выходят болевой синдром и функциональная недостаточность пораженной верхней конечности. Однако многие авторы отмечают, что у большинства спортсменов наблюдается стёртость клинических проявлений, вследствие чего атлеты зачастую не обращают внимания на незначительный дискомфорт при движениях в суставе, списывая всё на усталость. Данный факт способствует поздней диагностике и еще большему усугублению патологического процесса. Таким образом, особую значимость приобретают применение различных инструментальных методов диагностики.

Несмотря на широкую доступность и высокую чувствительность ультразвукового и рентгенографического методов исследования, данные методы обладают относительно низкой информативностью и не позволяют с необходимой достоверностью визуализировать последствия травматических повреждений в плечевом суставе. В результате, золотым стандартом в инструментальной диагностике данных повреждений признано МРТ исследование. Особенно привлекательной оказалась возможность получения с помощью МР-томограмм изображения сустава в разных плоскостях, что позволило более детально оценить состояние структур плечевого сустава. При этом широко внедряется в диагностику и артроскопия, которая практически в 100% случаях позволяет визуализировать все патологические изменения в суставе. Вместе с тем, по нашему мнению, необходимо учитывать, что диагностическая артроскопия является весьма инвазивной процедурой и должна применяться лишь при наличии соответствующих показаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акимкина А. М. Магнитно-резонансная диагностика повреждений плечевого сустава на фоне наличия сопутствующего синдрома прижатия / А. М. Акимкина [и др.] // Здоровье и образование в XXI веке. — 2010. — № 1. — С. 59–61.
2. Гончаров Е. Н. Диагностика нестабильности плечевого сустава на основе комплексной диагностики: автореф. дис. ... канд. мед. наук. — М., 2014. — 25 с.
3. Кондырев Н. М. Способ ранней диагностики повреждений вращающей манжеты плеча / Н. М. Кондырев, С. С. Копенкин, А. В. Скороглядов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. — 2015. — № 4. — С. 69–74.
4. Мазур А. И. Эпидемиология спортивного травматизма в аспекте медицинской реабилитации / А. И. Мазур // Медицинские новости. — 2012. — № 11. — С. 46–50.
5. Скворцов Д. В. Электромиографическое исследование мышц в клиническом анализе движений плечевого сустава / Д. В. Скворцов, С. Н. Кауркин, Г. Е. Иванова // Вестник восстановительной медицины. — 2015. — № 4. — С. 48–58.
6. Dunn W. R. Outcome Measurement Tools for Functional Assessment of the Shoulder. / W. R. Dunn, J. P. Leonard // Springer. — 2014. — Vol. 7. — P. 585–597.
7. Fessa C. K. Posterolateral glenoid internal impingement of the shoulder in the overhead athlete: pathogenesis, clinical features and MR imaging findings / C. K. Fessa [et al.] // J Med Imaging Radiat Oncol. — 2015. — Vol. 59. — P. 182–187.
8. Fritz J. MDCT Arthrography of the Shoulder / J. Fritz, E. K. Fishman, L. M. Fayad // Semin Musculoskelet Radiol. — 2014. — Vol. 18, № 4. — P. 343–351.
9. Lintner S. A. Glenohumeral translation in the asymptomatic athlete's shoulder and its relationship to other clinically measurable anthropometric variables / S. A. Lintner [et al.] // Am J Sports Med. — 1996. — Vol. 24. — P. 716–720.
10. Michael C. Functional Outcome and Risk of Recurrent Instability After Primary Traumatic Anterior Shoulder Dislocation in Young Patients / C. Michael [et al.] // The Journal of Bone and Joint Surgery (American). — 2006. — Vol. 88, № 11. — P. 2326–2336.
11. Miniaci A. Management of anterior glenohumeral instability associated with large Hill-Sachs defects / A. Miniaci, M. Gish // Techniques in Shoulder and Elbow Surgery. — 2004. — Vol. 5. — P. 170–175.
12. Shanley E. Throwing injuries in the adolescent athlete / E. Shanley, C. Thigpen // Int J Sports Phys Ther. — 2013. — Vol. 8. — P. 630–640.
13. Tisano B. K. Overuse Injuries of the Pediatric and Adolescent Throwing Athlete / B. K. Tisano, A. R. Estes // Med Sci Sports Exerc. — 2016. — Vol. 48. — P. 1898–1905.

© Орлецкий Анатолий Корнеевич, Тимченко Дмитрий Олегович, Гордеев Николай Александрович (d.o.timchenko@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННОГО ФАКТОРА ПРИ РАБОТЕ С ЭЛЕКТРОННЫМ ЭКСТРАКТОРОМ: АРГУМЕНТ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ ПРИБОРА В КЛИНИЧЕСКУЮ ПРАКТИКУ

THE STUDY OF THE TIME FACTOR WITH THE USE OF ELECTRONIC EXTRACTOR: THE ARGUMENT FOR IMPLEMENTATION OF THE DEVICE INTO CLINICAL PRACTICE

D. Puiu

Summary. The article is devoted to researching of time costs by the use of new electronic extractor to extraction of fragments of different endodontic instruments from the tooth root canals. The parameter of time is investigated while working with use as manual steel instruments and machine nickel-titanium instruments in different groups of teeth. Data obtained during the experiment allows us to conclude about appropriateness of using electronic extractor for extraction of fragment of instrument from the root canal and recommend this device for using in clinical practice.

Keywords: electronic extractor, fragment of endodontic instrument, complication of tooth root canal treatment, time costs for medical manipulation.

Пую Дарья Анатольевна

*Ассистент, Санкт-Петербургский государственный университет
elis-1989@yandex.ru*

Аннотация. Статья посвящена исследованию временных затрат при использовании нового электронного экстрактора с целью извлечения отломков различных эндодонтических инструментов из корневых каналов зубов. Исследован показатель времени при работе с использованием как ручных стальных, так и машинных никель-титановых инструментов в разных группах зубов. Данные, полученные в процессе эксперимента, позволяют сделать вывод о целесообразности применения электронного экстрактора для извлечения отломка инструмента из корневого канала и рекомендовать данный прибор для использования в клинической практике.

Ключевые слова: электронный экстрактор, отломок эндодонтического инструмента, осложнение лечения корневых каналов зубов, временные затраты на медицинскую манипуляцию.

Современный этап развития науки и техники ознаменовался бурным научно-техническим прогрессом, затронувшим все области знаний. Стоматология является той научной дисциплиной, в которой новейшие разработки всегда должны служить на благо здоровья человека. Современные концепции в стоматологии основываются на том, что необходимо максимально улучшить качество жизни пациентов, сохранив здоровье полости рта [1]. Однако, несмотря на активное внедрение программ профилактики, обращаемость граждан непосредственно за лечением заболеваний полости рта по-прежнему остается на высоком уровне [2]. Количество случаев лечения осложненных форм кариеса пока не имеет тенденции к снижению и занимает большое место в структуре оказания стоматологической помощи населению [3]. Частота возникновения осложнений при лечении пульпитов и периодонтитов свидетельствует о том, что существует большое число трудностей в процессе данного вида лечения, решение которых невозможно проводить без внедрения новейших разработок и технологий в современную стоматологическую практику [1, 4, 5].

Обратив внимание на достаточно высокую частоту встречаемости такого осложнения эндодонтическо-

го лечения, как отлом инструмента в корневом канале, мы изучили имеющиеся современные методики извлечения таких фрагментов. Проанализировав имеющиеся недостатки представленных на рынке технологий в данной области, нами было предложено использование электронного экстрактора, как эффективной отечественной альтернативы в процессе извлечения я отломков инструментов из корневых каналов зубов [6, 7]. Однако немаловажным фактором, влияющим на состоятельность предлагаемых методик, является время. Например, для методик, включающих в себя использование полых микротрубок и цианакрилатного клея, время работы корневым каналом составляло от 5 минут (при хорошем прилегании и образовании достаточной связи между приспособлением для удаления и отломком) до 10 мин (при недостаточном сцеплении с отломком) без учета подготовительного времени [8]. У методик, состоящих из боров-трепанов и специализированных экстракторов, время, затраченное на извлечение отломка, составляло $8,9 \pm 3,5$ минуты. При работе группой ультразвуковых приборов время работы было еще больше и составляло по данным разных авторов уже от $25 \pm 11,9$ минут [9] до 40 минут [10]. Также сообщается о необходимости потратить в среднем 55 минут, чтобы извлечь

Таблица 1. Количество извлеченных инструментов в группе «Резцы/клыки»

Инструмент	Количество использованных инструментов	Количество извлеченных инструментов
К-файл	10	9 (90%)
Н-файл	10	7 (70%)
К-ример	5	5 (100%)
ProTaper	5	3 (60%)
Итого	30	24 (80%)

Таблица 2. Количество извлеченных инструментов в группе «Моляры»

Инструмент	Количество использованных инструментов			Количество извлеченных инструментов		
	Дистальный/ небный	Мед-языч/ Дист-щечн	Мед-щечный	Дистальный/ небный	Мед-языч/ Дист-щечн	Мед-щечный
К-файл	4	3	3	4 (100%)	2 (67%)	3 (100%)
Н-файл	4	3	3	3 (75%)	1 (33%)	1 (33%)
К-ример	2	2	1	2 (100%)	1 (50%)	1 (100%)
ProTaper	2	1	2	1 (50%)	0 (0%)	1 (50%)
Итого	12	9	9	10 (83,3%)	4 (44,4%)	6 (66,7%)

отломок с помощью системы iRS [10] В таких случаях даже отказавшись от попыток извлечь отломок и прибегнув к тактике обхождения отломка («bypass»), временные затраты составляли 0,5–7 минут [11]. Именно временной аспект не всегда позволяет использовать представленные на сегодняшний день методики, так как не только в условиях стоматологических поликлиник, где ввиду различных организационных сложностей ограничено время, выделяемое на прием пациента, но даже в условиях частных клиник зачастую отсутствует возможность проведения многократных длительных вмешательств, направленных на ликвидацию такого осложнения эндодонтического лечения, как отлом инструмента в корневом канале зуба. Это связано как с большой загруженностью медицинских работников [12], техническими сложностями, так и с нежеланием и непониманием со стороны пациента сложности и важности таких процедур.

Цель исследования

Исследование длительности процедуры извлечения отломка эндодонтического инструмента из корневого канала зуба при использовании электронного экстрактора.

Материалы и методы

В данном исследовании использовался электронный экстрактор (ООО «Спектр-Микро», Россия). Принцип действия прибора основан на производстве контактной микросварки между экстрагирующим электродом прибора и имеющимся в отломке инструмента в корневом

канале зуба. Эксперимент проводился на 60 зубах, ранее удаленных на амбулаторном стоматологическом приеме. Зубы были разделены на 2 группы: к первой группе нами было отнесено 30 резцов и клыков как верхней, так и нижней челюсти, ко второй группе — 30 трехканальных моляров обеих челюстей. Корневой канал обрабатывался специально подготовленными эндодонтическими инструментами, после чего производился их преднамеренный отлом в канале. В ходе эксперимента следовало извлечь 10 К-файлов, 10 Н-файлов, 5 К-римеров (Mani, Япония), 5 ProTaper Universal (Densply Maillefer, Швейцария) в первой группе и столько же инструментов во второй группе. Временем, потраченным на извлечение отломка, считалось то время, которое проходило от момента введения экстрагирующего электрода в корневой канал зуба до момента его извлечения из канала вместе с приваренным отломком, что свидетельствовало об удачном завершении процесса извлечения. Те случаи, когда извлечение было невозможно, в расчете времени не учитывались. Время фиксировалось с помощью электронного секундомера «CASIO» HS-6-1 (Япония). Полученные данные заносились в таблицы для последующей статистической обработки результатов исследования.

Результаты

В группе «Резцы/клыки» в последующем расчете времени принимали участие: из 20 использованных К-файлов и Н-файлов (по 10 штук каждого соответственно) — 9 удаленных К-файлов (90%) и 7 удаленных Н-файлов (70%); из 10 использованных К-римеров и ProTaper (по 5 штук каждого соответственно) — 5 удаленных К-римеров (100%) и 3 удаленных ProTaper (60%).

Таблица 3. Время, затраченное на извлечение К-файлов из зубов группы «Резцы/клыки»

№ эксперимента	Значение времени (сек)
1	20,00
2	31,45
3	122,20
4	66,34
5	71,08
6	58,50
7	160,15
8	130,05
9	80,78
Среднее значение	82,28

Таблица 4. Время, затраченное на извлечение Н-файлов из зубов группы «Резцы/клыки»

№ эксперимента	Значение времени (сек)
1	201,22
2	280,40
3	411,35
4	62,12
5	101,78
6	115,60
7	297,33
Среднее значение	209,97

Таблица 5. Время, затраченное на извлечение К-римеров из зубов группы «Резцы/клыки»

№ эксперимента	Значение времени (сек)
1	43,33
2	145,12
3	66,17
4	82,83
5	77,91
Среднее значение	83,07

В группе «Моляры» в последующем расчете времени принимали участие: из 20 использованных К-файлов и Н-файлов (по 10 штук каждого соответственно) — 4 удаленных К-файлов из дистального/небного канала (100%), 2 из медиально-язычного/дистально-щечного (67%), 3 из медиально-щечного (100%) и 3 удаленных Н-файла из дистального/небного канала (70%), 1 из медиально-язычного/дистально-щечного (33%), 1 из медиально-щечного (33%); из 10 использованных К-римеров и ProTaper (по 5 штук каждого соответственно) — 2 удаленных К-римера из дистального/небного канала (100%), 1 из медиально-язычного/дистально-щечного (50%), 1 из медиально-щечного (100%) и 1 удаленный ProTaper из дистального/небного канала (50%), 1 из медиально-щечного (50%). Из медиально-язычного/дисталь-

но-щечного в данном эксперименте извлечь ProTaper не удалось.

Время, затраченное на извлечение К-файлов из зубов первой группы, указано в Таблице 3. Минимальное значение времени в данной группе для инструмента К-файл стало 20,00 сек, а максимальным — 122,20 сек. Среднее значение параметра времени в данном эксперименте составило 82,28 сек.

В Таблице 4 указано время, затраченное на извлечение Н-файлов в зубах группы «Резцы/клыки». При среднем значении параметра времени 209,97 сек был отмечен наилучший результат в 62,12 сек, наибольший — 411,35 сек.

Таблица 6. Время, затраченное на извлечение ProTaper из зубов группы «Резцы/клыки»

№ эксперимента	Значение времени (сек)
1	199,15
2	223,47
3	241,09
Среднее значение	221,24

Таблица 7. Время, затраченное на извлечение К-файлов из зубов группы «Моляры»

№ эксперимента	Значение времени (сек)		
	Дистальный/небный	Медиально-язычный/ дистально-щечный	Медиально-щечный
1	123,55	146,11	141,65
2	64,12	132,05	131,74
3	80,02	-	130,96
4	91,11	-	-
Среднее значение	89,70	139,08	134,79

Таблица 8. Время, затраченное на извлечение Н-файлов из зубов группы «Моляры»

№ эксперимента	Значение времени (сек)		
	Дистальный/небный	Медиально-язычный/ дистально-щечный	Медиально-щечный
1	244,15	252,06	247,77
2	198,80	-	-
3	224,66	-	-
Среднее значение	222,54	252,06	247,77

В процессе извлечения К-римеров в эксперименте с зубами, относящимися к группе «Резцы/клыки» после извлечения 5 инструментов были получены следующие данные, занесенные в Таблицу 5: наилучший результат составил 43,33 сек, а наибольший — 145,12 сек. Средним значение показателя времени было 83,07 сек.

В случае с извлечением машинных никель-титановых инструментов ProTaper показатель затраченного времени колебался от 199,15 сек до 241,09 сек, в среднем составив 221,24 сек. (Таблица 6).

При проведении эксперимента в группе «Моляры» значения времени колебались в зависимости не только от вида эндодонтического инструмента, но также и от того, в каком корневом канале происходил отлом. Наилучшие результаты при извлечении К-файлов в данной группе были получены при работе в дистальном/небном корневом канале (от 64,12 сек до 123,55 сек при среднем значении 89,70 сек). Различия во времени при работе в медиально-язычном/дистально-щечном и медиально-щечном канале были незначительны: среднее значение составило 139,08 сек и 134,79 сек соответственно (Таблица 7).

При работе с электронным экстрактором в зубах второй группы в процессе извлечения Н-файлов показатель времени увеличился ввиду большей агрессивности используемого эндодонтического инструмента. Минимальное значение параметра времени (198,80 сек) было отмечено при извлечении отломка из дистального/небного канала, а максимальное — из медиально-язычного/дистально-щечного канала (252,06 сек) (Таблица 8).

В процессе извлечения К-римеров из корневых каналов зубов в группе «Моляры» на извлечение потребовалось не менее 88,80 сек (извлечение инструмента из дистального/небного канала). Однако при работе в более узких медиально-язычных/дистально-щечных и медиально-щечных каналах затраченное время увеличилось и составило 112,23 сек и 107,25 сек соответственно (Таблица 9).

При проведении эксперимента во второй группе наибольшие показатели времени во всех корневых каналах были получены в процессе извлечения машинных никель-титановых инструментов (ProTaper). Значения времени были получены только при работе в дисталь-

Таблица 9. Время, затраченное на извлечение К-римеров из зубов группы «Моляры»

№ эксперимента	Значение времени (сек)		
	Дистальный/небный	Медиально-язычный/ дистально-щечный	Медиально-щечный
1	92,16	112,23	107,25
2	88,80	-	-
Среднее значение	90,48	112,23	107,25

Таблица 10. Время, затраченное на извлечение инструментов ProTaper из зубов группы «Моляры»

№ эксперимента	Значение времени (сек)		
	Дистальный/небный	Медиально-язычный/ дистально-щечный	Медиально-щечный
1	251,54	-	302,86
Среднее значение	251,54	-	302,86

Таблица 11. Среднее значение времени, затраченного на извлечение инструмента

Инструмент	Группа «Резцы/клыки»	Группа «Моляры»		
		Дистальный/ небный	Мед-язычн/ Дист-щечн	Медиально-щечный
К-файл	82,28	89,70	139,08	134,79
Н-файл	209,97	222,54	252,06	247,77
К-ример	83,07	90,48	112,23	107,25
ProTaper	221,24	251,54	-	302,86
Среднее значение	149,14	163,57	167,79	198,17

ном/небном канале (251,54 сек) и в медиально-щечном канале (302,86 сек) (Таблица 10).

Таким образом, был рассчитан средний показатель времени для каждой группы зубов и средние значения для каждой из 3 групп каналов в группе «Моляры». Наилучший временной результат был достигнут в группе «Резцы/клыки» и составил 149,14 сек. В группе «Моляры» меньше всего времени потребовалось для извлечения инструментов из дистального/небного корневого канала (163,57 сек), а дольше всего (198,17 сек) проводилась работа в медиально-щечном корневом канале (Таблица 11).

Выводы

Существующие на сегодняшний день методики извлечения отломков эндодонтических инструментов

не только достаточно трудоёмки, но и занимают много времени, что зачастую не позволяет провести процедуру извлечения за 1, а иногда и несколько приемов врача-стоматолога. После исследования временных затрат в процессе извлечения отломка из корневых каналов различных зубов при использовании электронного экстрактора нами сделан вывод о целесообразности его применения в таких ситуациях, так как даже максимальные показатели времени (полученные в процессе проведения эксперимента), затраченного на извлечение отломка, позволяют осуществить данный процесс в течение одного посещения пациентом кабинета врача-стоматолога. Это позволит значительно улучшить качество лечения корневых каналов зубов, а также снизит необходимость повторных визитов пациента для лечения зуба, имеющего отломок эндодонтического инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смольянинова Е. Ю. Ошибки и осложнения эндодонтического лечения при механической обработке корневого канала // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2017. Т. 7. № 4. С. 656–660.
2. Гринин В. М., Ерканян И. М., Саркисян М. С., Борзов М. Р., Николаев С. В., Дашкова О. П. Обращаемость населения за стоматологической помощью в государственные и частные медицинские организации в современных условиях // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н. И. Пирогова. 2014. Т. 9. № 2. С. 72–74.
3. Алямовский В. В., Дуж А. Н., Соколова О. Р., Кан В. В. Анализ обращаемости населения различных возрастных групп в стоматологическую поликлинику // В мире научных открытий. 2013. № 7.3 (43). С. 92–109.
4. Луцкая И. К. Ошибки и осложнения, возникающие на этапах эндодонтического лечения // Dental Magazine. 2016. № 9 (153). С. 32–39.
5. Гутман Дж.Л., Думша Т. С., Ловдэл П. Э. Решение проблем в эндодонтии. Профилактика, диагностика и лечение. М.: МЕДпресс-информ. —2016. 592 с.
6. Пую Д. А. Электронный экстрактор: новое слово в ликвидации осложнений эндодонтического лечения зубов // Здоровье — основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2014. Т. 9. № 2. С. 761–762.
7. Александровский В. Л., Цыганов А. Б. Извлечение отломков стальных эндодонтических инструментов с помощью нового электронного прибора-экстрактора // Эндодонтия. 2007. № 1–2. С. 92–95.
8. Frota L. M., Aguiar B. A., Aragão M. G., de Vasconcelos B. C. Removal of separated endodontic K-File with the aid of hypodermic needle and cyanoacrylate // Case reports in dentistry. 2016; 2016: 3970743
9. Yang Q, Shen Y, Huang D, Zhou X, Gao Y, Haapasalo M. Evaluation of Two Trepine Techniques for Removal of Fractured Rotary Nickel-titanium Instruments from Root Canals // Journal of endodontics. 2017. Vol. 43. Iss.1. pp. 116–120.
10. Alomairy K. H. Evaluating two techniques on removal of fractured rotary nickel-titanium endodontic instruments from root canals: an in vitro study // Journal of endodontics. 2009. Vol. 35. Iss.4. pp. 559–562.
11. Adl A., Shahravan A., Farshad M., Honar S. Success rate and time for bypassing the fractured segments of four NiTi rotary instruments // Iran endodontic journal. 2017. Vol. 12. Iss. 3. pp. 349–353.
12. Шкатова Е. Ю., Бездетко Г. И., Бессонова Т. И., Оксюзян А. В. Хронометражные исследования в стоматологии, как условие формирования безопасной больной среды // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 6.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23617>

© Пую Дарья Анатольевна (elis-1989@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Санкт-Петербургский государственный университет

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ИНФЕКЦИИ *H. PYLORI* И МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЖЕЛУДКА У ЖИТЕЛЕЙ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ

THE PREVALENCE OF *H. PYLORI* INFECTION AND GASTRIC MUCOSAL MORPHOFUNCTIONAL CONDITION OF THE INHABITANTS OF THE REPUBLIC OF BURYATIA

*T. Spasova
E. Naydanova
E. Grigoryeva*

Summary. The incidence of *H. pylori* infection, the clinical variants of dyspepsia, the frequency of atrophy and intestinal metaplasia, and the level of pepsinogenes 1 and 2 in outpatients with symptoms of dyspepsia were studied.

Keywords. *H. Pylori* infection, pepsinogen 1, pepsinogen 2, atrophy, intestinal metaplasia.

Спасова Татьяна Евгеньевна

К.м.н., Бурятский государственный университет
tspasova@inbox.ru

Найданова Эржена Гармаевна

К.м.н., Бурятский государственный университет

Григорьева Елена Владимировна

К.м.н., Бурятский государственный университет

Аннотация. Изучена частота встречаемости инфекции *H. Pylori*, клинические варианты диспепсии, частота атрофии и кишечной метаплазии, уровень пепсиногенов 1 и 2 у амбулаторных пациентов с симптомами диспепсии. Установлено, что частота инфекции *H. pylori* среди обследованных составила 75,2%, наибольшие показатели отмечены в возрасте 50–59 лет, у мужчин (85,5%, $p=0,052$), сельских жителей (81,1%, $p0,028$), европейской расы (83,3%, $p=0,031$); у бурят в 2 раза чаще выявлялся *SagA*, по сравнению с европейцами; снижение P1/P2 менее 2,5 достоверно чаще отмечалось у мужчин, бурят, в возрасте старше 60 лет; частота атрофии слизистой желудка в исследовании составила 26,6%, эффективность эрадикационной терапии составила 81,5%.

Ключевые слова. Инфекция *H. Pylori*, пепсиноген 1, пепсиноген 2, атрофия, кишечная метаплазия.

Нelicobacter pylori (*Hp*) выявляется у половины населения Земли. Распространенность инфекции очень вариабельна по отношению к географическому положению, этнической принадлежности, возрасту и социоэкономическим факторам — она высока в развивающихся странах и ниже в развитых. В целом, тем не менее, в последние годы во многих регионах наблюдается тенденция к снижению инфицированности *HP*.

Возраст, этническая принадлежность, пол, географическое и социоэкономическое состояние — это факторы, влияющие на частоту и распространенность инфекции *HP*. Общая частота распространения выше в развивающихся странах и ниже в развитых, а также различается по различным регионам государств. Между более богатой городской популяцией и деревенской может также наблюдаться различие.

Установлено, что имеются два наиболее часто встречающихся варианта распространенности *HP*-инфекции. Согласно первому варианту, характерному в основном для развивающихся стран (Нигерия, Чили, Бразилия, Перу, Таиланд, Саудовская Аравия и др.), *HP* выявляется с высокой частотой — до 90% уже в детском возрасте, а к 30 годам инфицировано почти все население [4,5,6].

Тогда как при другом варианте распространенности *HP* имеет место постепенное нарастание инфицированности с возрастом человека [7].

Целью исследования явилось изучить распространенность инфекции *H. pylori* и ее клинических вариантов среди городских и сельских жителей республики Бурятия.

Материал и методы исследования

В исследование были включены 652 пациента с симптомами диспепсии, обратившихся за консультацией к гастроэнтерологу Республиканской клинической больницы и Городской поликлиники № 2 г. Улан-Удэ.

Всем пациентам проведены исследования: ЭФГДС, ИФА на наличие в сыворотке крови специфических антигеликобактерных антител класса Ig G. («БИОНИТ» (Финляндия)). У *HP*-позитивных пациентов иммуноферментным анализом определяли IgG к белку *SagA*.

У 143 человек проведена диагностическая биопсия слизистой оболочки желудка, оценка уровня ПГ1, ПГ2 с помощью коммерческого набора — GastroPanel БИОНИТ

Таблица 1. Частота выявления белка CagA в зависимости от национальности

Всего 652 чел.	Буряты, всего 305 чел	Европейцы, 347 чел.
Выявление IgG к белку CagA, 62,3% (321 чел.)	171 (56,1%)	150 (43,2%)

Таблица 2. Частота инфекции H.pylori среди обследованных

Группы	HP +	
Мужчины, 248 чел. (38%)	237 чел. (95,6%)	
Женщины, 404 чел. (62%)	278 чел (68,8%*)	P=0,052
Городские жители, 287 чел.(44%)	219 чел. (76,3%)	
Сельские жители, 365 чел.(56%)	296 чел.(81,1%)	
Буряты, 305 чел.(46,8%)	211 чел. (69,2%)	
Европейской национальности, 347 чел. (53,2%)	304 чел. (87,6%***)	P=0,031

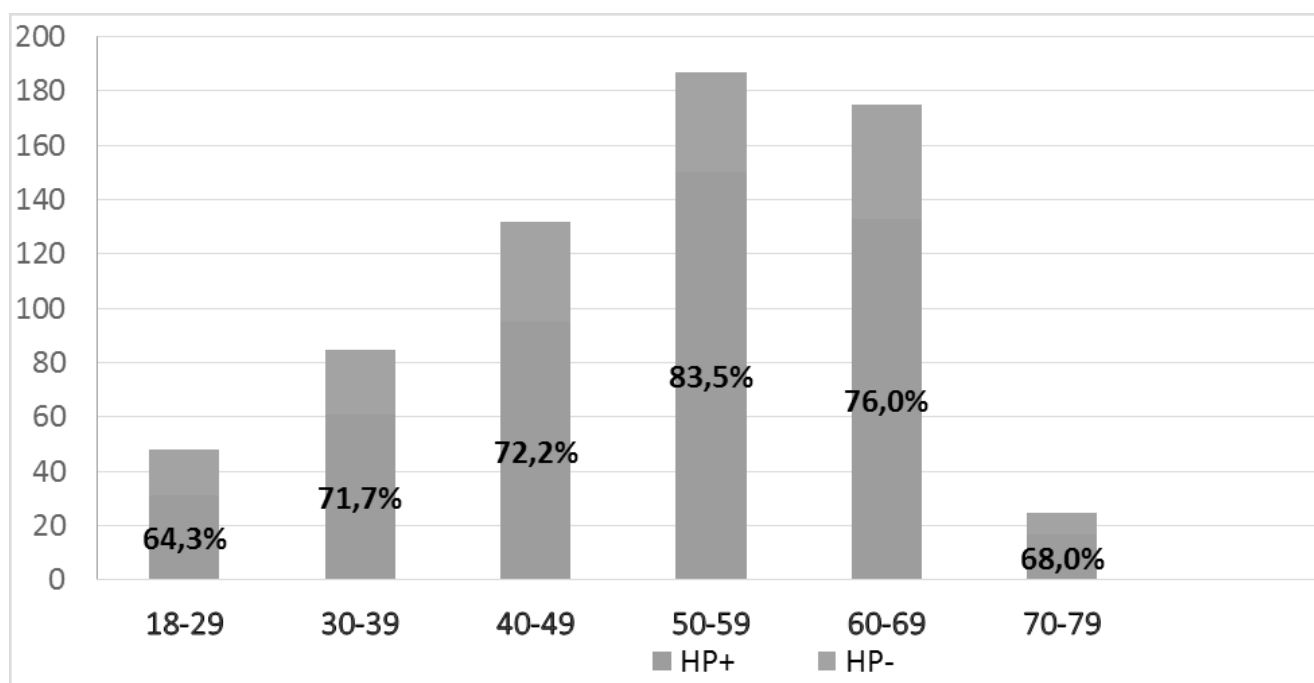


Рис. 1. Распределение частоты инфекции HP по возрасту

(Финляндия) иммуноферментным методом ELISA. Забор крови для исследования ПГ1 и ПГ2 осуществляли утром натощак.

Статистическую обработку проводили с помощью компьютерной программы «Statistica 6,0» с использованием t-критерия Стьюдента, значения считали достоверными при $P \leq 0,05$

Результаты исследования

Общая инфицированность H.pylori составила 79% (515 чел.), из них IgG к белку CagA выявлен у 62,3%

(321 чел.), из них буряты — 171 человек (56,1% от общего числа бурят), европейцы — 150 человек (43,2% от общего числа европейцев) (таблица 1).

Достоверно чаще инфекция HP выявлялась у мужчин и лиц европейской национальности, отмечалось некоторое преобладание сельских жителей (таблица 2).

Также выявлено, что максимальное число инфицированных наблюдалось в возрастной группе 50–59 лет (рис. 1). А у сельских жителей, по сравнению с городским населением, достоверно чаще инфицированы лица в молодом возрасте (рис. 2).

Таблица 3. Клинические варианты инфекции НР

Язвенная болезнь желудка 9,2% (42чел.)
Язвенная болезнь двенадцатиперстной кишки 14,3% (65чел.)
НПВС-гастропатии 33,5% (153 чел.)
Эрозивные поражение гастродуоденальной зоны 17,4% (79 чел.)
Функциональная диспепсия 14,7% (67 чел.)
Симптомы ГЭРБ 11% (50 чел.)

Таблица 4. Частота встречаемости атрофии слизистой желудка и кишечной метаплазии у исследуемых

Всего 143 биопсии	Атрофия есть		Атрофии нет		
	38 чел (26,6%)		105чел		
	Кишечная метаплазия есть				Кишечной метаплазии нет
	23 чел (16,1%*), p=0,014				15чел (10,5%)
	тонкокишечная	толстокишечная			
11 (7,7%)	12 (8,4%)				

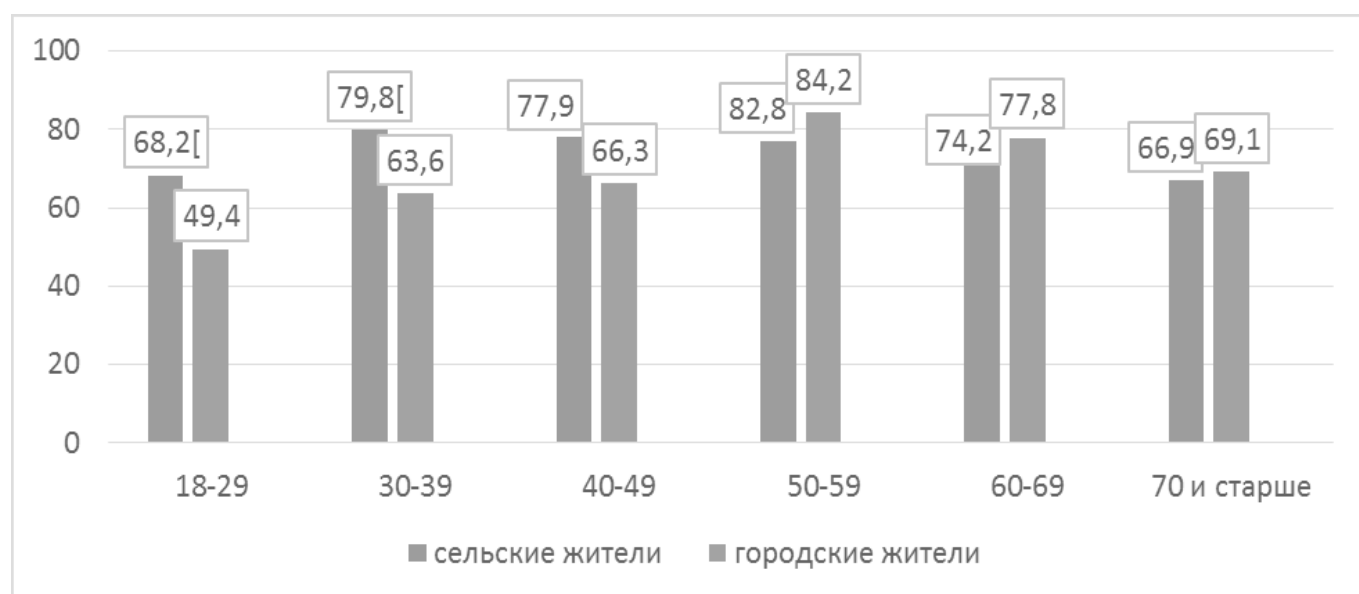


Рис. 2. Частота инфекции НР в зависимости от возраста у городских и сельских жителей

Самыми частыми клиническими вариантами инфекции НР оказались НПВС-гастропатии и другие эрозивные повреждения гастродуоденальной области (таблица 3).

Гистологическое исследование проведено у 143 человек, частота выявления атрофии слизистой при этом составила 26,6% (38 человек) (таблица 4). Обращает на себя внимание большая доля случаев выявления кишечной метаплазии: среди случаев с атрофией слизистой она составила 60,5%, а от всех результатов биопсий — 16,1%. Случаев атрофии без метаплазии было достоверно меньше.

Достоверной разницы между частотой атрофии и метаплазии у бурят и европейцев не установлено. Однако, среднее значение пепсиногена 1 было достоверно ниже у бурят, чем у европейцев, также как и значение соотношения P1/P2. Количество лиц со значениями пепсиногена 1 менее 30 мг/л было достоверно ниже у бурят, чем у европейцев.

Таким образом

- ♦ распространенность инфекции *H. pylori* среди обследованных составила 75,2%, наибольшие показатели отмечены в возрасте 50–59 лет, у муж-

Таблица 5. Частота встречаемости атрофии слизистой и кишечной метаплазии в зависимости от национальности

	Буряты, 69чел.		Европейцы, 74 чел.	
Атрофия слизистой	18 (26,1)		21(28,4%)	
Атрофия с кишечной метаплазией	13 (18,8%)		12 (16,2%)	
Значения пепсиногенов 1 и 2 в зависимости от возраста и национальности				
Всего 143 чел.	Буряты, 69чел.	Европейцы, 74чел	До 40лет, 54чел.	более 40 лет, 89 чел.
P1 (N40–130мг/л)	68,2±1,23*, p=0,014	94,1±2,54	98,4±0,87*, p=0,023	52,6±1,14
P2 (N3–19 мг/л)	9,2±0,32	11,1±0,97	12,5±0,75*, p=0,024	6,4±0,65
P1/P2 (N4/1)	3,31±0,054*, z=0,018	4,02±0,097	4,28±0,147*, z=0,095	3,05±0,181
P1<30мг/л, всего 29чел. (20,3%)	18 (26,1%)*, p=0,017	11 (14,9%)	10 (18,5%)	19(21,3%)

- ◆ частота атрофии слизистой желудка в исследовании составила 26,6%, в большинстве случаев она (86,1%) ассоциирована с инфекцией Нр.
 - ◆ отмечена высокая эффективность схем эрадикационной терапии (тройная с кларитромицином — 81,5%, квадротерапия — 79,8%).
- чин(85,5%, p=0,052), сельских жителей (81,1%, p=0,028), европейской расы (83,3%, p=0,031);
- ◆ у бурят в 2 раза чаще выявлялся СаgА, по сравнению с европейцами;
 - ◆ снижение P1/P2 менее 2,5 достоверно чаще отмечалось у мужчин, бурят, в возрасте старше 60 лет;

- ◆ частота атрофии слизистой желудка в исследовании составила 26,6%, в большинстве случаев она (86,1%) ассоциирована с инфекцией Нр.
- ◆ отмечена высокая эффективность схем эрадикационной терапии (тройная с кларитромицином — 81,5%, квадротерапия — 79,8%).

ЛИТЕРАТУРА

1. Всеобщие Рекомендации Всемирной Гастроэнтерологической Организации «Helicobacter pylori в развивающихся странах», 2010<http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/helicobacter-pylori-russian-2010.pdf>
2. О.В. Решетников, С. А. Курилович, С. А. Кротов, А. В. Белковец. Физиологическое и клиническое значение пепсиногенов желудка /Клиническая медицина. 2014; 3: 26–30
3. Маев И.В., Самсонова А. А., Андреев Д. Н., Гречушникова В. Б., Коровина В. Б. Клиническое значение инфекции Helicobacter pylori / Клиническая медицина. 2013; 8: 4–12
4. Алдиярова М. А. Распространенность и особенности проявления инфекции, обусловленной Helicobacter pylori, у коренного населения южного региона Казахстана / Эпидемиология и инфекционные болезни. 2011; 1: 24–27
5. Forman D. The prevalence of Helicobacter pylori infection in gastric cancer. Aliment Pharmacol. Ther. 1995; 9 (Suppl. 2): 71–76.
6. Locke C.R., Talley N. J., Nelson D. K. Helicobacter pylori and dyspepsia: a population-based study of the organism and host. Am. J. Gastroenterol. 2000; 95(8): 1906–1913.
7. Thoreson A.C., Hosseini N., Svennerholm A. M. Different HP strains colonize the antral and duodenal mucosa of duodenal ulcer patients. Helicobacter. 2000; 5(2): 69–78.
8. Исаков В.А., Домарадский И. В. Хеликобактериоз. М.: ИД Медпрактика. 2003.

© Спасова Татьяна Евгеньевна (tspasova@inbox.ru), Найданова Эржена Гармаевна, Григорьева Елена Владимировна.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПУЛЬСОВАЯ ДИАГНОСТИКА ИСТЕРИЧЕСКОГО НЕВРОЗА У ЖЕНЩИН

PULSE-DIAGNOSIS THE HYSTERICAL NEUROSIS AT WOMEN

N. Tkachenko

Summary. pulse-diagnosis characterizes a power level of internal bodies and systems. She allows to choose their tactics of therapy with a acupuncture: tonic or sedation. It is informed about the pulse-diagnosis of 2763 women, suffering by a hysterical neurosis in the age of 18–75 years. Middle age ill — $43,9 \pm 0,76$ years. The basic method of treatment was акупунктура. The pulse-diagnosis has revealed the following picture of a power condition of internal bodies and systems at a hysterical neurosis at women. Pulses of meridians of a heart, lung, heart-constrictor, kidneys, bladder, large and small intestine, «three heaters» were not palpated, i.e. were in energy «emptiness». Pulses of meridians of a gall bladder and a liver were considerably weakened; pulses of a stomach and a pancreas (spleen) — are moderately weakened.

Keywords: hysterical neurosis, pulse-diagnosis, women.

Ткаченко Николай Тимофеевич

*К.м.н., врач-психотерапевт высшей квалификационной категории, МБУЗ «Темрюкская центральная районная больница Краснодарского края»
tkachenko.nikolay2015@ayndex.ru*

Аннотация. Пульсовая диагностика характеризует энергетический уровень внутренних органов и систем. Она позволяет выбрать тактику их терапии акупунктурой: тонизирование или успокоение. Сообщается о пульсовой диагностике 2763 женщин, страдавших истерическим неврозом в возрасте 18–75 лет. Средний возраст больных — $43,9 \pm 0,76$ лет. Основным методом лечения была акупунктура. Пульсовая диагностика выявила следующую картину энергетического состояния внутренних органов и систем при истерическом неврозе у женщин. Пульсы меридианов сердца, лёгких, перикарда, почек, мочевого пузыря, тонкой и толстой кишок, «трёх обогревателей» не пальпировались, т.е. были в энергетической «пустоте». Пульсы меридианов желчного пузыря и печени были значительно ослаблены; пульсы желудка и поджелудочной железы (селезёнки) — умеренно ослаблены.

Ключевые слова: истерический невроз, пульсовая диагностика, женщины.

Точная диагностика психических заболеваний лежит в основе всех лечебно-профилактических мероприятий и является главным показателем квалификации врача [1]. Однако психиатрические диагнозы, по данным отечественных и зарубежных авторов, во многих случаях ненадёжные [7, 12]. Совпадение психиатрических диагнозов у психиатров одной и той же национальной школы не превышают 65% [7]. Неправильная диагностика приводит к многочисленным ненужным, часто дорогостоящим методам обследования, а больного обрекает на длительные мучения из-за безуспешного лечения. От 60 до 80% больных невротическими расстройствами лечатся у терапевтов и неврологов с другими диагнозами ежемесячно совершают «многолетний марафон» по медицинским учреждениям, загружают прием врачей поликлиник и стационаров, пополняют ряды «трудных больных», которым проводятся многочисленные повторные необоснованные и дорогостоящие обследования, консультации разных специалистов, не получая адекватного лечения [2, 8, 11, 13]. На материале нашей больницы за последние десять лет доля таких больных повысилась до 92–98%

Больные истерическим неврозом, по нашим данным, поздно обращаются к врачу-психотерапевту: только 8,0% больных впервые обратились в срок до 1 года, а остальные 92,0% имели затяжное течение невроза. Средняя первичная обращаемость больных истериче-

ским неврозом к врачу-психотерапевту была поздней и составила на нашем материале $4,9 \pm 0,2$ года [10].

Главный метод диагностики истерического невроза — клинический. Наличие у женщин симптомов невротических (диссоциативных, астенических, депрессивных, тревожных, фобических, ипохондрических), соматоформных расстройств, а также признаков сексуальной неудовлетворённости свидетельствует об истерическом неврозе.

После установления клинического диагноза возникает вопрос: какие органы и системы больного нуждаются в лечении и каким способом: тонизирующим или седативным. Все без исключения инструментальные способы диагностики не в состоянии определить функцию внутренних органов и систем человека с точностью, близкой к 100,0%. Опыт нескольких тысячелетий древней восточной медицины показал, что только пульсовая диагностика способна обеспечить стопроцентную или очень близко к ней диагностику функционального состояния внутренних органов и систем. С её помощью возможно установить не только нарушение функции внутренних органов и систем, но и расстройства в стадии предболезни, которые могут проявиться в виде болезни через несколько лет. Это качественно отличает пульсовую диагностику от всех остальных, поэтому она является самым надёжным диагностическим способом в лечении и профилактике различных заболеваний.

Знание пульсов позволяет определить соразмерность функционирования всех органов и систем, интенсивность энергии для каждого органа и в соотношении «избыток» — «недостаток». Это нужно врачу любой специальности, чтобы лечить больного не вслепую, а по объективным данным пульсовой диагностики. Научиться пульсовой диагностике сложно, но при большом желании можно. Пульсовая диагностика особенно нужна врачам-рефлексотерапевтам. По утверждению врачей древнего Китая, тот, кто использует при акупунктуре пульсовую диагностику — настоящий мастер. Тот, кто её игнорирует — обыкновенный ремесленник [5].

Известен способ определения 27 типов патологического пульса, описанный в древнем учебнике о пульсах «Биньхоу мосюе» [4]. Недостатком данного способа для современного западного врача является лишь его сложность, требующая для овладения им опытного учителя на протяжении нескольких лет учебы.

Малоинформативным является способ E. Stiefvater [4], который выделяет следующие пульсы: 1) пульс полный и твердый — гиперфункция (ян); 2) пульс мягкий, тонкий, мелкий — недостаточность, гипофункция (инь); 3) пульс мягкий и сильный — воспалительный процесс (ян); 4) пульс малый, твердый, заостренный — спазмы, контрактуры, сильная боль (ян); 5) пульс обильный, большой — полнота, наличие воспалительного процесса, боль (ян); 6) пульс слабый, едва ощутимый — истощение жизненных сил, жизненной энергии, пустота инь.

Таким образом, исключительно важное значение пульсовой диагностики для оптимального лечения больных нервно-психическими заболеваниями с одной стороны и отсутствие высокоинформативного, адаптированного для западных врачей способа пульсовой диагностики, с другой стороны, обусловили актуальность проблемы и явились основанием для проведения настоящего исследования.

Цель исследования

Разработать простой, доступный врачу любой специальности способ диагностики функционального состояния органов и систем человека методом пульсовой диагностики с целью повышения эффективности лечения и социально-трудовой адаптации, снижения сроков лечения, повышения качества жизни больных истерическим неврозом и другими нервно-психическими расстройствами.

Материалы и методы исследования

Объектом настоящего исследования явились 2763 больных женщин, страдавших истерическим невро-

зом. Они были нами обследованы во время лечения в дневном психотерапевтическом стационаре муниципального бюджетного учреждения здравоохранения «Центральная районная больница муниципального объединения Темрюкский район» Краснодарского края в 1990–2017 гг.

Сущностью настоящего исследования является способ определения функционального состояния внутренних органов и систем человека, включающий изучение поверхностных и глубоких пульсов на лучевых артериях в нижней трети обоих предплечий, в сегментах Чи, Гуань, Цунь [3, 5].

В зависимости от степени наполнения пульса ему присваивают показатель наполнения (Н) в баллах:

Н = 1 балл — пульс в «пустоте», не прощупывается;

Н = 2 балла — пульс значительно ослаблен, т.е. еле прощупывается;

Н = 3 балла — пульс умеренно ослаблен;

Н = 4 балла — пульс слегка ослаблен;

Н = 5 баллов — нормальный пульс;

Н = 6 баллов — пульс слегка усилен;

Н = 7 баллов — пульс умеренно усилен;

Н = 8 баллов — пульс значительно усилен;

Н = 9 баллов — пульс в «полноте», т.е. чрезвычайно усилен, «твёрдый»;

Показатели наполнения пульсов Н = 1–4 балла свидетельствуют о степени гипофункции акупунктурного меридиана и соответствующего ему внутреннего органа или системы; показатель Н = 5 баллов характеризует нормальный пульс, указывает на нормальное функционирование меридиана и соответствующего органа или системы; показатели Н = 6–9 баллов указывают на степень гиперфункции меридианов и соответствующих им органов или систем.

Способ осуществляют следующим образом. В течение 5–10 минут пациент отдыхает, лежа на кушетке или сидя на стуле. Рука пациента согнута в локтевом суставе под прямым углом. Исследование пульса производят на лучевых артериях в нижней трети обоих предплечий. Пульсы пациента на левой руке определяются правой рукой врача, пульсы пациента на правой руке определяются левой рукой врача. Средний палец врача ложится на шиловидный отросток нижней трети предплечья пациента (точка Гуань). При этом указательный палец врача будет указывать на точку Цунь, расположенную дистально, а безымянный палец — на точку Чи, расположенную проксимально. Подушечками указанных пальцев поочередно нажимают на лучевые артерии в точках Цунь, Гуань, Чи до исчезновения пульса, а затем плавно уменьшают степень нажатия вплоть до легкого прикосновения [3, 5].

Таблица 1. Пульсовая диагностика по Н. Т. Каченко

Сегмент лучевой артерии	Уровень пульса	Энергетические (акупунктурные) меридианы	
		Левая рука	Правая рука
I а	Поверхностный	Тонкая кишка	Толстая кишка
I б	Средний	Сердце	Лёгкие
	Поверхностный	Желчный пузырь	Желудок
II	Средний	Печень	Поджелудочная железа
	Глубокий	Артериальное давление	Селезёнка
	Поверхностный	Мочевой пузырь	Три обогревателя
III	Средний	Почки (филтрация)	Перикард
	Глубокий	Почки (секреция)	Половые органы

На левой руке в точке Цунь при глубокой пальпации лучевой артерии определяют функциональное состояние акупунктурного меридиана сердца, при поверхностной пальпации — меридиана тонкой кишки. В точке Гуань при глубокой пальпации определяют функциональное состояние меридиана печени при поверхностной пальпации — меридиана желчного пузыря. В точке Чи при глубокой пальпации определяют функциональное состояние меридиана почек; при поверхностной пальпации — функцию меридиана мочевого пузыря.

На правой руке при глубокой пальпации в точке Цунь определяют функциональное состояние меридиана легких, при поверхностной пальпации — меридиана толстой кишки. В точке Гуань при глубокой пальпации определяют функциональное состояние меридиана селезенки, на среднем уровне пальпации определяют функциональное состояние меридиана поджелудочной железы; при поверхностной пальпации — определяют функциональное состояние меридиана желудка. В точке Чи при глубокой пальпации определяют функциональное состояние меридиана перикарда и функцию половых органов (сексуальную функцию), при средней степени пальпации определяют функцию меридиана перикарда, а также функцию сердца, артерий и вен; при поверхностной пальпации — функцию меридиана «трёх обогревателей».

Меридиан перикарда (МС), Управитель сердца, Магистр сердца, сердечно-сосудистый и сексуальный меридиан является многофункциональным меридианом. Он управляет сердцем, влияет на его ритм, частоту, наполнением кровью, кровоснабжением сердца. По сравнению с меридианом сердца, меридиан перикарда имеет более широкий диапазон влияния на кровообращение. Кроме сердца он активно влияет на сосуды (артерии и вены) и половые органы и их функцию [6].

Меридиан «трёх обогревателей» хотя существует материально, но не соответствует никакому материально-

му органу. Верхний обогреватель контролирует дыхание и энергию внешнего действия. Центральный обогреватель отвечает за распределение по другим меридианам энергии, полученной из продуктов питания и напитков. Нижний обогреватель управляет мочеполовыми органами и распределением сексуальной энергии [6].

Одинаковый со всеми глубокими пульсами (в избытке или в недостатке), пульс «трёх обогревателей» указывает на энергетическое состояние симпатической нервной системы. Если он одинаковый со всеми поверхностными пульсами, то он характеризует состояние энергии Ян. При тонизировании меридиана «трёх обогревателей» он тонизирует желчный пузырь, мочевой пузырь и половые органы. При седативном воздействии на него он оказывает такое же действие на селезёнку, поджелудочную железу и лёгкие [6].

Кроме того, меридиан «трёх обогревателей» воздействует на органы чувств (глаза — воспалительные заболевания, боль в глазах, птоз верхнего века, снижение остроты зрения); на уши (отит, глухота, немота, глухонмота, шум в ушах); на язык (трещины языка); на горло, глотку (фарингиты, ларингиты); на нос (риниты, полипы носа, носовое кровотечение); на тонус нервной системы (парезы, контрактуры верхних конечностей, периферический паралич лицевого нерва, тризм, зубная боль, гемиплегия, головокружение, головная боль, мигрень, обмороки, обмороки после родов, артериальная гипотония, кровоизлияние в мозг, повышенная потливость, паркинсонизм с мышечной ригидностью); на психику (неврозы, психозы, эпилепсия, деменция, депрессия, тоска, грусть, отчаяние, сожаление, нервная бессонница, раздражительность, эмоциональная лабильность, страхи, астения, апатия, психомоторное возбуждение); на чувствительность к влиянию погодных факторов (ветер, дождь, магнитные бури, жара, холод); на функцию желез внутренней секреции (зоб, сахарный диабет); на суставы рук; на склонность к простудным заболеваниям [6, 9].

Врачи древнего Китая установили, что артерии разделены на отдельные независимые сегменты (отрезки) длиной 15 мм. Французский исследователь Рене Лериш [5] экспериментально подтвердил существование этих взаимно независимых сегментов артерий, управляемых вегетативной нервной системой. Эти данные подтверждены также французским учёным, выдающимся врачом китайской медицины, Жорж Сулье де Мораном [5,6] (таблица 1)..

I а — локтевой край поверхностного уровня сегмента Цунь на левой руке соответствует тонкой кишке; на правой руке — толстой кишке. Ладонная (дистальная) часть пульса характеризует функцию прямой кишки и анального отверстия; средняя часть пульса — поперечно-ободочной кишки; верхняя (проксимальная) часть пульса — восходящей ободочной и слепой кишки.

I б — локтевой край глубокого уровня сегмента Цунь на левой руке соответствует сердцу; на правой руке — лёгким. Верхняя (проксимальная) часть пульса отражает функциональное состояние правого лёгкого; нижняя (дистальная) — левого лёгкого.

II а- поверхностный уровень сегмента Гунь на левой руке соответствует желчному пузырю; на правой руке характеризует функцию желудка.

II б — средний уровень сегмента Гуань левой руки соответствует печени; на правой руке — поджелудочной железе.

II в-глубокий уровень сегмента Гуань левой руки характеризует артериальное давление; на правой руке соответствует селезёнке.

III а — поверхностный уровень сегмента Чи на левой руке отражает функциональное состояние мочевого пузыря. На правой руке — функцию трёх обогревателей. Нижняя (дистальная) часть сегмента Чи правой руки отражает функцию нижнего обогревателя, средняя часть сегмента — функцию центрального обогревателя, верхняя (проксимальная) часть сегмента — функцию верхнего обогревателя.

III б — средний уровень сегмента Чи левой руки характеризует фильтрационную функцию почек: нижняя (дистальная) часть сегмента соответствует левой почке, верхняя (проксимальная) часть сегмента соответствует правой почке. На правой руке — характеризует функцию перикарда: нижняя часть сегмента соответствует артериям, верхняя часть — венам.

III в-глубокий уровень сегмента Чи левой руки отражает секреторную и экскреторную функцию почек.

Нижняя (дистальная) часть сегмента соответствует канальцам левой почки, верхняя (проксимальная) часть сегмента соответствует канальцам правой почки. На правой руке — характеризует функцию половых органов (нижняя часть сегмента соответствует у женщин матке, у мужчин — головке полового члена; средняя часть сегмента соответствует у женщин фаллопиевым трубам, у мужчин — кавернозным телам; верхняя часть пульса у женщин характеризует функцию яичников, у мужчин — яичек и придатков яичек).

Результаты исследования и обсуждение

Предлагаемым методом пульсовой диагностики нами установлено [10], что истерический невроз у женщин характеризовался выраженным снижением энергетического потенциала органов и систем.

Наибольшие изменения энергетического потенциала выявлены в акупунктурных меридианах (и в соответствующих им органах) сердца, лёгких, перикарда, почек, тонкой и толстой кишок, мочевого пузыря, «трёх обогревателей» (энергетическая «пустота», $P < 0,001$). Значительное уменьшение энергетического потенциала установлено в меридианах печени и желчного пузыря и соответствующих им органах ($P < 0,001$). Умеренное снижение энергетического потенциала наблюдалось в акупунктурных меридианах желудка и поджелудочной железы-селезёнки ($P < 0,001$).

Технический результат нашего метода исследования следующий.

Во-первых, с помощью авторского метода пульсовой диагностики разработан способ лечения неврозов (патент РФ на изобретение № 2178287 от 20.01.2002 г.), обеспечивавший высокий терапевтический эффект (клиническое выздоровление 72,3%, значительное улучшение — 27,7%). В дальнейшем с помощью пульсовой диагностики разработаны и внедрены в клиническую практику лечебных учреждений Краснодарского края и других регионов России методы лечения расстройств, входящих в структуру истерического невроза и имеющих высокую эффективность лечения. Эти методы лечения обеспечили полное восстановление социально-трудовой адаптации у 100,0% больных, клиническое выздоровление у 100,0% больных при терапии вегетативно-сосудистых кризов (патент РФ № 2202331 от 20.04.2003 г.), диффузного токсического зоба (патент РФ № 2203020 от 27.04.2003 г.), хронической ежедневной головной боли (патент РФ № 2321387 от 10.04.2006 г.). При невротической депрессии (патент РФ № 2327443 от 05.10.2006 г.) клиническое выздоровление составило 93,6%, значительное улуч-

шение — 6,4%, полное восстановление социально-трудовой адаптации — 100,0%. Высокие результаты лечения отдельных расстройств в структуре истерического невроза обеспечили лучшие в современной мировой психиатрии результаты данной патологии: в настоящее время клиническое выздоровление составляет 93,6%, значительное улучшение — 6,4%, полное восстановление социально-трудовой адаптации (100,0%).

Во-вторых, сравнительные данные финансовых затрат при лечении больных с пограничной психической патологией методами психотерапии и фармакотерапии в отделении пограничных состояний Краснодарской краевой клинической психиатрической больницы и при лечении истерического невроза у женщин комплексным авторским методом в дневном психотерапевтическом стационаре Темрюкской ЦРБ показали:

1. Средняя стоимость лечения одной больной неврозом за один день комплексным авторским методом в дневном психотерапевтическом стационаре Темрюкской ЦРБ в **11,8** раза меньше, чем в отделении пограничных состояний Краснодарской краевой клинической психиатрической больницы (КККПБ).
2. Средняя длительность курса лечения одной больной в Темрюкской ЦРБ в **2,9** раза меньше, чем в КККПБ.
3. Средняя стоимость 1-го курса лечения в Темрюкской ЦРБ в **35,4** раза меньше, чем в КККПБ.
4. Экономическая эффективность от использования малозатратных технологий лечения одной больной истерическим неврозом за 1 год в Темрюкской ЦРБ ежегодно составляет 2,5 миллиона рублей на одного врача (на период 2004 года).

Клинический пример: пациентка К-да, 47 лет. Жалобы на повышенную раздражительность, мнительность, головную боль, головокружение, боль в сердце, боль в пояснице, пониженное артериальное давление (90/60 мм РТ. ст.), пониженное настроение, плаксивость, расстройство сна, тревогу, страхи, ком в горле, отсутствие аппетита, похудание, общую слабость, повышенную утомляемость, «тяжесть на душе», запоры, частое ночное мочеиспускание, горечь во рту, боль в правом тазобедренном суставе, в правом бедре по наружной поверхности в форме лампаса, боль в пояснично-крестцовой области, половую неудовлетворённость.

Пальпация специфических диагностических акупунктурных точек VB-21, VM-75, MC-1 резко болезненна. Физиологическая потребность организма в половой жизни пациентки составляет два раза в день ежедневно. Мастурбацией не занимается. Половая жизнь 1–2 раза в неделю, оргазм в 50–80% случаев интимной жизни.

Пульсовая диагностика: пульсы акупунктурных меридианов сердца, легких, перикарда, почек, тонкой и толстой кишок, «трёх обогревателей», мочевого пузыря — в «пустоте»; пульсы меридианов печени и желчного пузыря значительно ослаблены; пульсы меридианов желудка и поджелудочной железы-селезёнки умеренно ослаблены.

Диагноз: истерический невроз (F44), диссоциативное, астеническое, депрессивное расстройства, хроническое соматоформное болевое расстройство, соматоформная вегетативная дисфункция сердца и сердечно-сосудистой системы.

Обоснование диагноза

С точки зрения рефлексотерапии (акупунктуры), наличие боли в поясничном отделе позвоночника, в правой ягодичной области, в правой нижней конечности по наружной поверхности в форме «лампаса», горечь во рту, боль в эпигастрии и в правом подреберье, свидетельствует об умеренной функциональной недостаточности акупунктурного меридиана желчного пузыря (H = 3 балла). Гипофункции меридиана желчного пузыря явилась также причиной возникновения у данной больной следующих психопатологических и соматических симптомов: повышенной раздражительности, бессонницы, головной боли, снижения остроты зрения, понижения артериального давления.

«Пустота» меридиана сердца (H = 1 балл) проявилась следующими клиническими симптомами: пониженное настроение, мнительность, плаксивость, утрата интереса ко всему окружающему, отвращение к половой жизни, комок в горле, «боль на душе», боль в сердце, тахикардия, боль в межлопаточной области и в левой верхней конечности, пониженная работоспособность, общая слабость, повышенная утомляемость.

«Пустота» меридиана легких (H = 1 балл) выражалась повышенной зябкостью, дрожью, повышенной потливостью, бессонницей, болью в области сердца, тревожным состоянием, одышкой при физической нагрузке, онемением и мурашками по всему телу.

Симптомами «пустоты» меридиана перикарда (H = 1 балл) были: «боль на душе», значительное снижение настроения, снижение интереса ко всему окружающему, отвращение к половой жизни, неверие в возможность выздоровления, боль в области сердца, тахикардия, боль в межлопаточной области, понижение артериального давления, значительное нарушение сексуальной функции.

«Пустота» меридиана почек (H = 1 балл) выражалась депрессией, тревожным состоянием, астенией, отвращением

к половой жизни, учащенным ночным мочеиспусканием, болью в пояснице, головной болью, снижением зрения.

«Пустота» меридиана тонкой кишки (Н = 1 балл) характеризовалась понижением аппетита, запорами, слабостью и ощущением холода в конечностях.

«Пустота» меридиана толстой кишки (Н = 1 балл) проявлялась запорами, вздутием живота, болью в эпигастрии, внизу живота, понижением артериального давления.

«Пустота» меридиана «трёх обогревателей» (Н = 1 балл) выражалась повышенной зябкостью, диспептическими расстройствами, понижением зрения, депрессией.

«Пустота» меридиана мочевого пузыря (Н = 1 балл) характеризовалась учащенным ночным мочеиспусканием, головной болью, болью в пояснице, крестце, повышенной потливостью.

Умеренная функциональная недостаточность меридиана печени (Н = 3 балла) проявлялась раздражительностью, депрессией, болью в правом подреберье, снижением аппетита, запорами, головной болью, снижением зрения.

Выводы

1. Истерический невроз у женщин характеризуется значительным снижением энергетического потенциала всех акупунктурных меридианов и соответствующих им органов и систем.
2. Пульсовая диагностика является самым точным методом определения функционального состояния больного и здорового человека.
3. Пульсовая диагностика истерического невроза у женщин — быстрый и малозатратный метод диагностики, позволяющий значительно повысить эффективность терапии и профилактики этого заболевания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородин В. И. Некоторые проблемы диагноза в пограничной психиатрии // Российский психиатрический журнал. — 2002. — № 6. — С. 4–7.
2. Вишневская Э.С., Корнилов А. А. Диссоциативные (конверсионные) расстройства у больных неврологических стационаров // Сибирский вестник психиатрии и наркологии — 2004. — № 4. — С. 30–31.
3. Вогралик В. Г., Вогралик М. В. Иглорефлексотерапия: Пунктационная рефсотерапия. — Горький, 1978. — 295 с.
4. Гаваа Лувсан Традиционные и современные аспекты восточной рефлексотерапии: 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1992. — 575 с.
5. Жорж Сулье де Моран Китайская акупунктура: Пер. с франц. — М.: «Валбе», 2005. Т. I–III. — 536 с.
6. Жорж Сулье де Моран Китайская акупунктура: Пер. с франц. — М.: «Валбе», 2005. Т. IV. — 384 с.
7. Морозов Г. В., Шумский Н. Г. Введение в клиническую психиатрию (пропедевтика в психиатрии). — Н. Новгород. — 1998.
8. Петраков Б. Д., Цыганов Б. Д. Эпидемиология психических расстройств. — Москва, 1996. — 135 с.
9. Табеева Д. М. Руководство по иглорефлексотерапии: 2-е изд. испр. и доп. — М.: ФАИР-ПРЕСС, 2006. — 752 с.
10. Ткаченко Н. Т. Истерический невроз у женщин: системный анализ в изучении. — Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. — 471 с.
11. Чайкина А. Е., Вобленко О. В., Колобова Л. И. О «масках» неврозов // Проблемы неврологии Дальнего Востока. — Владивосток, 1991. — С. 97–103.
12. Шостакович Б. В. Расстройства личности (психопатии) в судебно-психиатрической практике. — М.: ООО «Издательство МБА», 2006. — 369 с.
13. Lecrubier Y. Depression in medical practice // WPA Teaching Bulletin on Depression. — 1993. — Vol. 1. — Suppl. 1. — P. 1–2.

ЭПИЛЕПСИЯ: МЕДИКО-ЭКСПЕРТНЫЙ АСПЕКТ

EPILEPSY: MEDICAL AND EXPERT ASPECTS

N. Tokareva

Summary. The article deals a rare event about complexity of the forensic medical expertise of poisoning with drugs in epileptic patients. The interdependence of the symptoms of epilepsy with drug is analyzed in detail. The algorithm of actions of the forensic medical expert on revealing the cause of death of the subject of expertise is given in the presence of two stages of illnesses, including acquaintance with the medical map of the corpse, expertise of its internal organs and conducting additional laboratory studies.

Keywords: forensic medical expertise, poisoning, drugs, narcotic substances, epilepsy.

Токарева Наталья Геннадьевна

К.м.н., доцент, Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева, г. Саранск
tokareva-1@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается довольно редкое явление, выражающееся в сложности процесса проведения судебно-медицинской экспертизы при отравлении наркотическими веществами у больных эпилепсией. Подробно анализируется взаимообусловленность симптомов эпилепсии с наркотической зависимостью. Приводится алгоритм действий судебно-медицинского эксперта по выявлению причины смерти субъекта экспертизы при наличии двух данных заболеваний, включающий в себя ознакомление с медицинской картой трупа, осмотр его внутренних органов и проведение дополнительных лабораторных исследований.

Ключевые слова: судебно-медицинская экспертиза, отравление, наркотические вещества, эпилепсия.

Ввиду широкой распространенности и сравнительно легкой доступности наркотиков в современном обществе участились случаи отравления наркотическими веществами, приводящие к расстройству здоровья или к летальному исходу. Число смертельных отравлений наркотическими веществами в России ежегодно составляет около 70000 человек. При этом, зарегистрировано всего 0,3% случаев отравления наркотиками от общего числа, так как этот вид отравления выявляется не всегда и в подавляющем большинстве заносится в графу неустановленных ядов [1]. В связи с этим, проблема диагностики отравления наркотиками стала особенно актуальной для судебной медицины.

Судебно-медицинская экспертиза при подозрении на отравление наркотическими веществами, в первую очередь, связана с его распознаванием — установлением причины расстройства здоровья или смерти.

В случае подтверждения факта отравления эксперту предстоит ответить на ряд вопросов, в частности какой наркотик и в какой дозе был принят; каким путем наркотическое вещество оказалось в организме человека; в течении какого времени наступило отравление; каковы условия действия наркотика; не страдал ли объект экспертизы какими-либо заболеваниями, которые потенциально могли повлиять на течение отравления, а также поспособствовать наступлению летального исхода.

В этом случае, ключевым фактором, осложняющим процесс проведения судебно-медицинской экспертизы служит наличие у объекта экспертизы такого заболева-

ния как эпилепсия, которая может являться следствием наркотического поражения мозга. В обратном случае, эпилепсия может являться катализатором наркотической зависимости и в этом ключе причиной смерти человека может послужить взаимообусловленность этих двух видов заболевания.

В свою очередь, хроническое течение данного заболевания приводит к формированию разнообразных вариантов нарушений клинических, психологических, социальных характеристик у данной категории больных. Негативные показатели у больных эпилепсией преобладают при неблагоприятном течении болезни [2,5]. Также, у больных формируется психопатоподобный синдром как стойкая, резко выраженная аномалия личности, преимущественно в сфере темперамента и характера, который ведет к значительной социально-психологической дезадаптации индивида [3].

Более того, при длительном течении болезни происходят эпилептические изменения личности человека, вследствие которых больной потенциально может склоняться к употреблению наркотиков, что приводит к осложнениям основной болезни. И одной из причин смерти таких больных может стать наркотическая зависимость.

Примеры смерти от употребления наркотических веществ при наличии эпилепсии редки, встречаются лишь единичные случаи. По этой причине затронутая тема мало освещена в современной судебно-медицинской литературе, однако этим обуславливается ее безусловная актуальность на сегодняшний день.

Судебно-медицинская экспертиза при отравлении наркотическими веществами у больных эпилепсией является мультидисциплинарной темой, т.е. представляет особый интерес ее изучения как с точки зрения юриспруденции, так и с медицинской позиции в отношении особенностей течения двух болезней в совокупности и взаимозависимости.

Принимая во внимание и то, что отравление наркотическими веществами является одним из сложных видов судебно-медицинского исследования, при условии наличия у объекта эпилепсии, эксперт не составляет заключение преждевременно, опираясь лишь на клиническое исследование. Ведь возникновение эпилептических приступов может провоцироваться регулярным приемом наркотиков. А летальный исход может наступить вследствие эпилептического статуса.

В психиатрической практике существует понятие «симптоматической эпилепсии», при которой судорожные расстройства представляют собой только симптом основного заболевания — в данном случае интоксикации наркотиками. Поэтому необходимо обстоятельно производить полный сбор всей существенной информации по делу для составления выводов.

Конкретизируя процесс проведения судебно-медицинской экспертизы при отравлении наркотическими веществами у больных эпилепсией, отметим, что эксперт в своей работе следует определенным этапам.

В первую очередь, важное значение для составления заключения имеет ознакомление эксперта как с материалами следствия, так и с медицинской картой объекта экспертизы. Это позволяет эксперту более детально изучить и соотнести клиническую картину отравления наркотическим веществом с материалами медицинских документов, в том числе с историей болезни.

Стоит отметить, что в экстремальных случаях при отравлении наркотическими веществами выделяют несколько основных синдромов нарушения жизненных функций: нарушение дыхания — при коматозных состояниях или поражениях центральной нервной системы; нарушение гемодинамики — при коллапсах, отеках легких, гипотонии; острая почечная недостаточность [1]. В то же время при регулярном употреблении определенного вида наркотиков у наркомана могут периодически случаться приступы, схожие с приступами эпилепсии: возникают судороги и потеря сознания. Однако, к эпилепсии подобные приступы не относятся.

Переходя к следующему этапу судебно-медицинской экспертизы — исследованию трупа — отметим, что этот этап, как правило, имеет первостепенное значение. Со-

гласно п. 33.14 главы IV Приказа Минздравсоцразвития РФ от 12.05.2010 г. № 346н «Об утверждении порядка организации и производства судебно-медицинских экспертиз в государственных судебно-экспертных учреждениях РФ» при осмотре трупа эксперт отмечает наличие характерных запахов в помещении, от трупа (при надавливании на грудь и живот) и его одежды; наличие рвотных масс, следов мочеиспускания и дефекации, следы действия едких ядов на коже (особенно вокруг рта) и одежде; цвет кожи, необычный цвет трупных пятен, диаметр зрачков, следы инъекций [4].

При проведении судебно-медицинской экспертизы трупов при отравлении наркотическими веществами из ряда морфологических признаков можно наблюдать цианоз (синюшность) кожи и слизистых оболочек, а при вскрытии желудка — специфический запах, в некоторых случаях наблюдается миоз.

Особенностью судебно-медицинской экспертизы при отравлении наркотическими веществами является то, что эксперту необходимо тщательно следить за недопущением удаления из трупа наркотического вещества, а также попадание в труп извне химических реагентов. Ввиду этого, до начала вскрытия важное значение имеет чистота секционного стола, инструментов и перчаток. Исключается использование воды и других жидкостей непосредственно в течении вскрытия. Также в целях предотвращения смытия наркотических веществ органы не обмывают водой.

Исследование внутренних органов эксперт начинает с осмотра грудной и брюшной полостей. Предваряя извлечение органокомплекса, посредством вскрытия исследуется перикард и сердце, из которых производится забор крови. Далее эксперт накладывает лигатуру на пищевод, кишечник и желудок, а затем вскрывается сам желудок. В случае несоблюдения экспертом изложенных требований результаты экспертизы не могут считаться в полной степени достоверными.

На стадии дополнительных лабораторных исследований определяющее значение имеет судебно-химическое исследование тканей и органов трупа, промывных вод желудка, рвотных масс на предмет остатков наркотических веществ.

В конкретном рассматриваемом случае отравления наркотическими веществами в обязательном порядке на экспертизу предоставляется комплекс внутренних органов, в частности содержимое желудка, одна трети печени, желчь, одна почка, а также вся моча (не более 200 мл) и 200 мл крови. Из мест введения наркотических веществ эксперт изымает на экспертизу кожу с подкожной жировой клетчаткой и мышцами. Каждый отдельно

взятый орган, кровь, моча помещается в чистые и сухие стеклянные банки.

В то же время, в рамках производства экспертизы при подозрении на отравление наркотическими веществами необходимо произвести гистологическое исследование внутренних органов. Для этого кусочки органов и тканей трупа вырезают толщиной 0,5–1,0 см, при этом длина и ширина может быть различной (обычно 1,0 x 1,5 см или 1,5 x 2,0 см) с таким расчетом, чтобы получаемый срез поместился под стандартное покровное стекло и погружают кусочки в фиксирующую жидкость в марлевом мешочке [4].

Кроме обязательных вышеперечисленных исследований при судебно-медицинской экспертизе трупа при отравлении наркотическими веществами возможно применение рентгенологического, ботанического, бактериологического, хроматографического, фармакологического и других видов исследования.

Результаты исследований анализируются экспертом с учетом всех обстоятельств дела, результатов исследования трупа и иной медицинской документации.

При положительном результате судебно-химического и гистологического исследований необходимо достоверно определить потенциальную возможность попадания наркотика в организм умышленно для симуляции суицида или симуляции смерти человека вследствие эпилептического припадка (при заглатывании языка и других неподконтрольных человеку действий во время припадка). Данный факт определяется посредством изучения желудка и других органов. Крайне важны количественные показатели выявленного наркотического вещества и анализ воздействия такого количества наркотика на организм с учетом наличия заболеваний у объекта экспертизы — эпилепсии.

При отрицательном результате исследований эксперту необходимо дать ответ на ряд вопросов, в частности не выделилось ли из организма наркотическое вещество до наступления смерти; не разложилось ли оно при жизни объекта экспертизы, преобразовавшись в продукты распада и т.д. Причинами отрицательного результата исследования может послужить факт того, что с момента вскрытия и изъятия материала до исследования прошло чересчур много времени; позднее обнаружение трупа, вследствие чего от момента смерти до вскрытия труп был подвержен гниению, что разлагает гормоны, ускоряет диффузии из желудка, кишечника, а также изменяет распределение наркотического вещества. Однако, ряд наркотических веществ способны довольно продолжительное время сохраняться в трупе, что также необходимо учитывать эксперту.

В то же время, при составлении заключения нужно учитывать степень влияния методов реанимационной и интенсивной терапии при оказании врачебной помощи человеку при отравлении наркотиками либо при приступе эпилепсии. Примененные медиками методы способны изменять результаты судебно-химического исследования, именно поэтому эксперту важно полное изучение истории болезни объекта экспертизы — какие препараты вводились в организм, а какие напротив — выводились. Зачастую в подобных случаях возникает вопрос — не мог ли повлиять тот или иной метод оказания помощи на преждевременное наступление смерти.

Таким образом, основываясь лишь на полном анализе всех материалов эксперт может сформулировать научно обоснованное, грамотное заключение об отравлении наркотическими веществами объекта экспертизы при условии наличия у него такого заболевания как эпилепсия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акопов В. И. Судебная медицина. — М.: Юрайт, 2017. — 368 с.
2. Железнова Е. В., Токарева Н. Г. Клинико-психологические характеристики расстройств функционирования при эпилепсии / Е. В. Железнова, Н. Г. Токарева // Российский психиатрический журнал. — 2017. — № 3. — С. 19–24.
3. Лекомцев В. Т., Лаптева И. В. Медико-социальная экспертиза при эпилепсии: психиатрический аспект / В. Т. Лекомцев, И. В. Лаптева // Вестник психиатрии и психологии Чувашии. — 2011. — № 7. — С. 65–80.
4. Об утверждении порядка организации и производства судебно-медицинских экспертиз в государственных судебно-экспертных учреждениях РФ: Приказ Минздравсоцразвития РФ: [от 12.05.2010 г. № 346н] // Российская газета. — 2010. — № 186.
5. Токарева Н. Г. Эпилепсия и внутренний конфликт: клинико-психологический аспект / Н. Г. Токарева // Современные проблемы науки и образования. — 2017. — № 3. — С. 26.

© Токарева Наталья Геннадьевна (tokareva-1@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕФЛЕКСОТЕРАПИИ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ОСТЕОАРТРОЗОМ КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ

LONG-TERM RESULTS OF THE USE OF ACUPUNCTURE IN COMPLEX TREATMENT OF PATIENTS WITH OSTEOARTHRITIS OF THE KNEE

*P. Tyrnov
A. Levin*

Summary. The social significance of osteoarthritis of the knee joints is determined by the growth associated with disability and decreased quality of life. Assessment of remote methods application of acupuncture in the treatment of patients with this pathology has shown its high efficiency compared to drug therapy.

Keywords: osteoarthritis of the knee, reflexology, acupuncture microacupuncture in the area of hand and foot in the F. B. Kandarov, long-term results.

Тырнов Петр Вячеславович

Аспирант, «Медицинский университет «РЕАВИЗ»
Минздрава России

Левин Александр Владимирович

Д.м.н., доцент, «Медицинский университет «РЕАВИЗ»
Минздрава России
doktorirt@yandex.ru

Аннотация. Социальная значимость остеоартроза коленных суставов определяется ростом связанной с ним нетрудоспособности и снижением качества жизни людей. Проведенная оценка отдаленного применения методов рефлексотерапии в лечении пациентов с данной патологией показала, их высокую эффективность по сравнению с медикаментозной терапией.

Ключевые слова: остеоартроз коленных суставов, рефлексотерапия, иглоукалывание в микроакупунктурные зоны кисти и стопы по Ф. Б. Кандарову, отдаленные результаты.

Введение

По данным ВОЗ, за последние десятилетия изменилась структура заболеваемости населения. Произошел существенный сдвиг в сторону хронической патологии, в том числе увеличилась частота и удельный вес дегенеративно-дистрофических заболеваний, среди которых особое место занимает остеоартроз (ОА). Одна треть дегенеративно-дистрофических заболеваний суставов приходится на коленные суставы [1]. Остеоартроз коленных суставов приводит к существенному снижению работоспособности и инвалидизации людей трудоспособного возраста. ОА в возрасте от 60 до 70 лет встречается практически у каждого, и в последнее десятилетие распространенность его неуклонно увеличивается [3, 4, 5]. Утрата трудоспособности у больных ОА коленных суставов у пациентов в пожилом возрасте сравнима с таковой у страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями [4].

Лечение остеоартроза коленных суставов до сих пор остается трудной задачей. Традиционно такое лечение включает в себя медикаментозные методы, а именно назначение нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП), которые оказывают симптоматическое действие, уменьшая болевой синдром и проявление воспаления в суставах. Основным недостатком НПВП является частое развитие побочных эффектов, особен-

но со стороны желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системы. Более того, некоторые из них отрицательно влияют на метаболизм суставного хряща [6,7,8,9,10].

Социальная значимость данной болезни определяется ростом связанной с ним нетрудоспособности, а также снижением качества жизни людей [11]. По снижению качества жизни больных остеоартрозом коленных суставов далеко опережают желудочно-кишечные, респираторные и сердечнососудистые заболевания. Вместе с ишемической болезнью сердца, алкоголизмом, депрессией и диабетом, ОА коленных суставов входит в число факторов, наиболее часто обуславливающих продолжительное нарушение здоровья, кроме того он оказывает негативное психологическое и экономическое воздействие не только на лиц, им страдающих, но и на их близких, а также на все общество в целом [12].

Таким образом, эффективное лечение остеоартроза коленных суставов приобретает значимое значение, что в свою очередь диктует необходимость поиска новых, как медикаментозных, так и немедикаментозных методов лечения данного заболевания.

Одним немедикаментозных методов лечения остеоартроза коленных суставов является метод рефлексотерапии. Эффективность рефлексотерапии при остео-

Таблица 1. Сводная таблица результатов лечения пациентов с остеоартрозом коленного сустава, находящихся под динамическим наблюдением

Показатели		I группа (классическая иглорефлексотерапия)		II группа (иглокальвание в микроакупунктурные зоны кисти и стопы по Ф. Б. Кандарову)		III группа (медикаментозная терапия)	
Тензоалгометрия, кг/см ²		2,9±0,04 3,9±0,05*	+34%	3,5±0,06 5,1±0,05*	+46%	2,0±0,03 2,3±0,04*	+15%
Визуально аналоговая шкала боли, баллы		2,5±0,01 1,4±0,02*	-44%	1,7±0,03 0,8±0,01*	-53%	4,7±0,04 4,2±0,03*	-11%
Электромиография мышц шеи, мкВ		449±0,01 542±0,02*	+21%	498±0,03 654±0,04*	+31%	321±0,04 332±0,01*	+3%
Опросник Мак-Гилла	Слова-дескрипторы	7,3±0,06 5,9±0,05*	-19%	5,9±0,04 4,2±0,03*	-29%	9,8±0,08 9,1±0,10*	-7%
	Сумма рангов	20,5±0,07 16,1±0,04*	-21%	16,8±0,04 11,3±0,05*	-33%	30,4±0,12 28,8±0,10*	-5%

артрозе коленных суставов подтверждается данными зарубежных и отечественных авторов [13,14,15].

Рефлексотерапия целенаправленно влияет на измененную реактивность центральной нервной системы, способствует восстановлению нормальных корково-подкорковых взаимоотношений и подвижности нервных процессов, стимулирует адаптивно — трофические влияния нервной системы [16,17,18]. При остеоартрозе коленных суставов рефлексотерапия обеспечивает купирование болевого синдрома, нормализует регионарное кровообращение и мышечный тонус [19,20,21,22].

Цель исследования

Анализ отдаленных результатов применения различных методов рефлексотерапии в комплексном лечении пациентов с остеоартрозом коленных суставов.

Материал и методы исследования

Под динамическим наблюдением находились 67 пациентов (55,8% от всех пролеченных больных) в возрасте от 45 до 68 лет (средний возраст составил — 65±0,4 года), с диагнозом остеоартроз коленных суставов, находившихся в 2014–2017 годах на амбулаторном лечении в кабинетах рефлексотерапии ООО «Центр адаптивной и восстановительной физической культуры Куватова» (г. Уфа) и ООО «Санаторий Зеленая Роща» Республики Башкортостан» (г. Уфа), в течение 12 месяцев, после проведенных четырех курсов лечения методами рефлексотерапии. Анализ отдаленных результатов проводился по динамике следующих параметров: по показателям тензоалгометрии, динамике выраженности болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале боли и болевому опроснику МакГилла, ЭМГ мышц бедра, ди-

намике показателей качества жизни с использованием опросника SF-36.

Всем пациентам, находящимся под динамическим наблюдением проводились поддерживающие курсы классической иглорефлексотерапии и иглокальвание в микроакупунктурные зоны кисти и стопы по Ф. Б. Кандарову, 4 раза в год (1 раз в квартал) по 15 ежедневных процедур. Рефлексотерапия проводилась на фоне приема всеми пациентами нестероидного противовоспалительного препарата «Мелоксикам» в суточной дозе 15 мг.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась на персональном компьютере в среде Windows вариационно-статистическим методом с использованием программы STATISTIKA 6.0. По критерию Стьюдента оценивали значимость отличий средних арифметических в сравниваемых группах при постоянно заданном уровне значимости (p=0,05).

Результаты и обсуждение

При сравнении отдаленных результатов комплексного лечения пациентов с остеоартрозом коленных суставов с применением различных методов рефлексотерапии через 12 месяцев были установлены следующие результаты.

Примечание: в каждой клетке таблицы верхние значения — сразу после лечения, нижние — через 12 месяцев после лечения. Звездочкой отмечены достоверная динамика показателей в процессе лечения; жирным шрифтом выделена достоверность различия динамики показателей по сравнению с группой контроля (группа III).

Так в отдаленном периоде было установлено, что повышение порога боли, по данным тензоалгометрии,

Таблица 2. Динамика показателей качества жизни пациентов с остеоартрозом коленных суставов с использованием опросника SF-36

Компонент здоровья	Показатель	I группа (классическая иглорефлексотерапия)		II группа (иглокальвание в микроакупунктурные зоны кисти и стопы по Ф. Б. Кандарову)		III группа (медикаментозная терапия)	
		До лечения	После лечения	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
Физическое здоровье	Общее здоровье (GH)	67,5±0,69 74,7±0,71*	+11%	72,2±0,52 85,3±0,71*	+18%	45,7±0,43 48,2±0,41*	+5%
	Физическая активность (PF)	67,4±0,65 74,2±0,78*	+10%	69,2±0,71 79,4±0,78*	+15%	47,2±0,46 49,3±0,53*	+4%
	Роль физических проблем в ограничении жизнедеятельности (RF)	72,1±0,69 80,4±0,76*	+12%	74,5±0,81 88,3±0,87*	+19%	41,7±0,52 43,4±0,64*	+4%
	Боль (BP)	68,6±0,72 78,2±0,83*	+14%	69,8±0,82 85,4±0,89*	+22%	44,7±0,51 47,4±0,63*	+6%
Психическое здоровье	Роль эмоциональных проблем в ограничении жизнедеятельности (RE)	70,4±0,68 77,2±0,80*	+10%	72,2±0,74 85,4±0,82*	+18%	49,1±0,44 51,2±0,51*	+4%
	Социальная активность (SF)	68,5±0,51 75,7±0,43*	+11%	70,2±0,71 81,4±0,85*	+16%	46,4±0,51 48,1±0,62*	+4%
	Жизнеспособность (VT)	68,3±0,54 76,4±0,72*	+12%	72,5±0,63 85,4±0,72*	+18%	47,1±0,54 49,5±0,68*	+5%
	Психическое здоровье (MH)	69,8±0,65 77,3±0,72*	+11%	71,4±0,67 85,1±0,85*	+19%	47,8±0,52 51,2±0,67*	+7%

увеличение ЭМГ-активности мышц бедра, выраженности болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) и по опроснику МакГилла достоверно улучшались в I и II группах пациентов, в сравнении с пациентами которым проводилась только традиционная медикаментозная терапия остеоартроза коленных суставов. При сравнении двух методов рефлексотерапии, в отдаленном периоде, было отмечено, что наиболее результаты лечения наблюдались во II группе пациентов, которым проводилось иглокальвание в микроакупунктурные зоны кисти и стопы по Ф. Б. Кандарову (табл. 1).

Кроме того, нами было установлено, что частота повторных обострений заболевания пациентов с остеоартрозом коленных суставов сократились в исследуемых группах по сравнению с лицами которым проводилась только традиционная медикаментозная терапия: в 2,5 раза в I группе, где применялась классическая иглорефлексотерапия и 3,8 раза во II группе, где проводилось иглокальвание в микроакупунктурные зоны кисти и стопы по Ф. Б. Кандарову.

Следовательно, применение методов рефлексотерапии проводимой на фоне нестероидного противовоспалительного препарата «Мелоксикам» в лечении пациентов с остеоартрозом коленных суставов дает хороший и длительный эффект.

Оценивая качество жизни наших пациентов с использованием русской версии опросника Medical Outcomes Study (MOS) SF36 по окончании курсов лечения и через 12 мес., можно отметить, что результаты, полученные у пациентов которым проводилась рефлексотерапия, превосходили данные полученные в III (контрольной) группе. Результаты проведенных исследований так же показали, что иглокальвание в микроакупунктурные зоны кисти и стопы по Ф. Б. Кандарову, превосходили результаты, полученные у пациентов в контрольной группе, по показателям физического и психического здоровья, в среднем в 3,7–4 раза (табл. 2).

Примечание: в каждой клетке таблицы верхние значения — сразу после лечения, нижние — через 12 месяцев после лечения. Звездочкой отмечена достоверная динамика показателей в процессе лечения; жирным шрифтом выделена достоверность различия динамики показателей по сравнению с группой контроля (группа III).

Заключение

Результаты проведенных исследований и сопоставление динамики таких показателей, как купирование болевого синдрома и изменения показателей тензоалгометрии, выраженности болевого синдрома по визуально аналоговой шкале боли, опросника МакГилла, анализу ЭМГ-активности мышц бедра, динамики пока-

зателей качества жизни с использованием опросника SF-36 показали, что применение методов рефлексотерапии и особенно иглокальвания в микроакупунктурные зоны кисти и стопы по Ф. Б. Кандарову проводимой на фоне нестероидного противовоспалительного пре-

парата «Мелоксикам» характеризуются определенными преимуществами по сравнению с медикаментозной терапией, что позволяет рекомендовать их к использованию в комплексном лечении пациентов с остеоартрозом коленных суставов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Травматизм, ортопедическая заболеваемость и состояние травматолого-ортопедической помощи в России (2004 г.). / Т. М. Андреева, П. Е. Новиков, Е. В. Огрызко; под общ. ред. С. П. Миронова. М.: Медицина, 2005. — 59 с.
2. Тарасенко Л. Л., Гарайс Д. А., Тарасенко Т. С. Анализ отдаленных результатов после комплексной лечебно-диагностической артроскопии при патологии суставного хряща. // Материалы VII конгресса Российского артро-скопического общества, Москва, 17–19 декабря 2007 г. М., 2007. -С. 43.
3. Матвеев Р. П., Брагина С. В. Артроз коленного сустава: проблемы и социальная значимость. // Экология человека. -09.-2012. -С.53–62.
4. Чичасова Н. В. Клиническое обоснование применения различных форм препарата Терафлекс при остеоартрозе. // Современная ревматология. 2010. -№ 4. — С. 59–64.
5. Hammond A. Rehabilitation in musculoskeletal diseases. // Best Pract. Res. Clin. Rheumatol. 2008. — Vol. 22, — N3.-P. 435–449.
6. Бадочкин В. В. Целесообразность применения нестероидных противовоспалительных препаратов в терапии остеоартроза. // Трудный пациент. 2010. -Т. 8. — № 11. — С. 25–30.
7. Насонова В. А., Фоломеева О. М., Амирджанова В. Н. Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани в России: Динамика статистических показателей за 5 лет (1994–1998 гг.). // Научно-практическая ревматология. 2000. -№ 2. -С. 4–12.
8. Маколкин В. И., Меньшикова И. В. Остеоартроз коленного сустава: современный подход к проблеме лечения. // Терапевтический архив, 2005.-№ 5.— С. 83–90.
9. Болезни суставов: руководство для врачей. / под ред. В. И. Мазурова. СПб.: СпецЛит, 2008.-397 — С. 8.
10. Берглезов М. А., Андреева Т. М. Остеоартроз (этиология, патогенез). // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. 2006. — № 4. — С. 79–86.
11. Багирова Г. Г. Избранные лекции по ревматологии. М.: Медицина, 2008. — 256 с.
12. Мазуров В. И., Онущенко И. А. Остеоартроз. СПб.: СПб МАПО, 1999. — 116 с.
13. Авакян Г. Н. Рефлексотерапия заболеваний нервной системы: Руководство для врачей. — М., 1999. — 298 с.
14. Лувсан Г. Традиционные и современные аспекты восточной медицины. — М., 2000. — 400 с.
15. Медведева Л. А., Загоруйко О. И., Шевцова Г. Е. Возможности рефлексотерапии хронической боли с позиций доказательной медицины. // Рефлексотерапия и комплементарная медицина. — 2016. — № 4(18). — С. 55–59.
16. Василенко А. М., Захарова Л. А. Нейроэндокринноиммунная система контроля боли. // Боль. — 2004. — № 1(2). — С. 51–56.
17. Василенко А. М., Осипова Н. Н., Шаткина Т. В. Лекции по рефлексотерапии: Учебное пособие. — М.: Су Джок Академия, 2002. — 374 с.
18. Гончаров Д. И., Загоруйко О. И., Медведева Л. А., Гнездилов А. В. Возможности рефлекторного воздействия в терапии вертеброгенного болевого синдрома. // Рефлексотерапия и комплементарная медицина. — 2014. — № 4(10). — С. 35–39.
19. Киргизова О. Ю., Ушаков В. В. Боль в спине: современные возможности немедикаментозной терапии. // Сибирский медицинский журнал. — 2013. — № 6. — С. 8–10.
20. Самосюк И. З., Лысенюк В. П. Акупунктура. Энциклопедия. «АСТ-ПРЕСС», 2004 — С. 509.
21. Табеева Д. М. Руководство по иглорефлексотерапии. -2010. -560с.
22. Клинические рекомендации по диагностике и лечению остеоартроза. // Общероссийской Общественной Организации «Ассоциация ревматологов России». — Москва, 2013.

© Тырнов Петр Вячеславович, Левин Александр Владимирович (doktorirt@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ БОЛЬНЫМ С ПЕРЕЛОМАМИ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ

IMPROVE THE MEDICAL CARE FOR PATIENTS WITH FRACTURES OF THE MANDIBLE

I. Fisher

Summary. mandibular Fractures are the most common among all the fractures of the facial skeleton [1,2,4,6].

The algorithm of provision of assistance tailored to a comprehensive assessment of the patient's condition, allowing to judge about efficiency of rehabilitation treatment. A comprehensive assessment involves the study of clinical and anamnestic and instrumental data [3,5,7].

Analyzing the above, we can conclude that the actual problem today is the development of an individual rehabilitation plan, including the restoration of anatomical integrity of the lower jaw on the basis of individual indicators of the local status, local hemodynamics, indicators of psychological status.

Keywords: mandibular fractures, rehabilitation, physiotherapy.

Фишер Ирина Игоревна

Ассистент, Самарский Государственный Медицинский Университет, г. Самара
Fisheririna3310@yandex.ru

Аннотация. Переломы нижней челюсти являются наиболее распространенными среди всех переломов костей лицевого скелета [1,2,4,6].

Алгоритм оказания помощи составлен с учетом комплексной оценки состояния больного, позволяющий судить об эффективности восстановительного лечения. Комплексная оценка предполагает изучение клинико-anamnestических и инструментальных данных [3,5,7].

Анализируя вышесказанное, можно сделать вывод, что актуальной проблемой на сегодняшний день является составление индивидуального плана реабилитации, включая восстановление анатомической целостности нижней челюсти исходя из индивидуальных показателей локального статуса, локальной гемодинамики, показателей психологического статуса.

Ключевые слова: перелом нижней челюсти, реабилитация, физиотерапия.

Нами была разработана программа реабилитации пациентов с переломами нижней челюсти. Все реабилитационные мероприятия были разделены на 4 группы:

- ◆ Проведение неотложных мероприятий и подготовка больного к операции.
- ◆ Период выбора метода лечения — лечение функциональным методом.
- ◆ Послеоперационный период или период максимального использования сохраненных функций для восстановления нарушенных.
- ◆ Период перед выпиской или период полного восстановления

Клинический пример

Больной З., 23 года, история болезни № 5664/266 с диагнозом: открытый перелом угла нижней челюсти слева со смещением отломков.

На рисунке 1 общий вид пациента после получения травмы, данные рентгенографии, реографии, термографии.

На первом этапе реабилитации были проведены неотложные мероприятия (иммобилизация отломков, для

предупреждения вторичного смещения отломков, снятия болевого синдрома, предупреждения развития шока). Проведена диагностика функциональных нарушений: были проведены рентген, реография и термография.

На рентгенограмме в трех проекциях отмечается нарушение непрерывности костной ткани в области угла нижней челюсти слева со смещением отломков.

На реограмме отмечается смешанный тип кровообращения, пульсовое кровенаполнение снижено слева, выявлена асимметрия кровенаполнения (слева меньше на 47%), регионарное сосудистое сопротивление снижено во всех сегментах. Реографический индекс (РИ) справа <49%, слева <62%. Регионарное сосудистое периферическое сопротивление (ДИК) справа <68%, слева <56%. Тонус артериальных сосудов (ДИА) справа <50%, слева <26%.

На термограмме отмечается асимметрия между подчелюстными областями в симметричных участках до 1,2 °С. (разница температур образуется вследствие различного кровообращения в тканях).

Проведен осмотр специалистами (анестезиолог и психолог).



Рис. 1

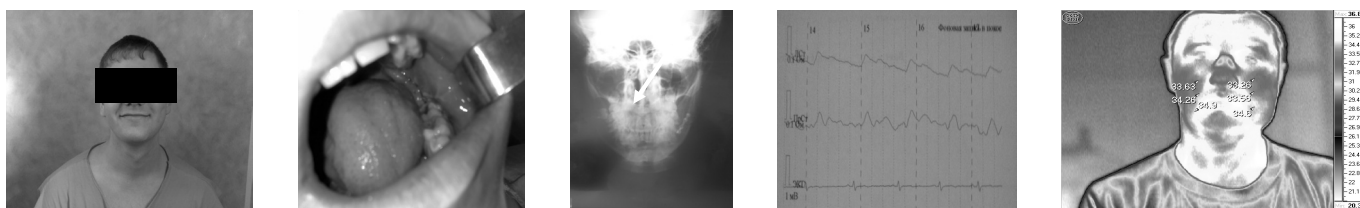


Рис. 2

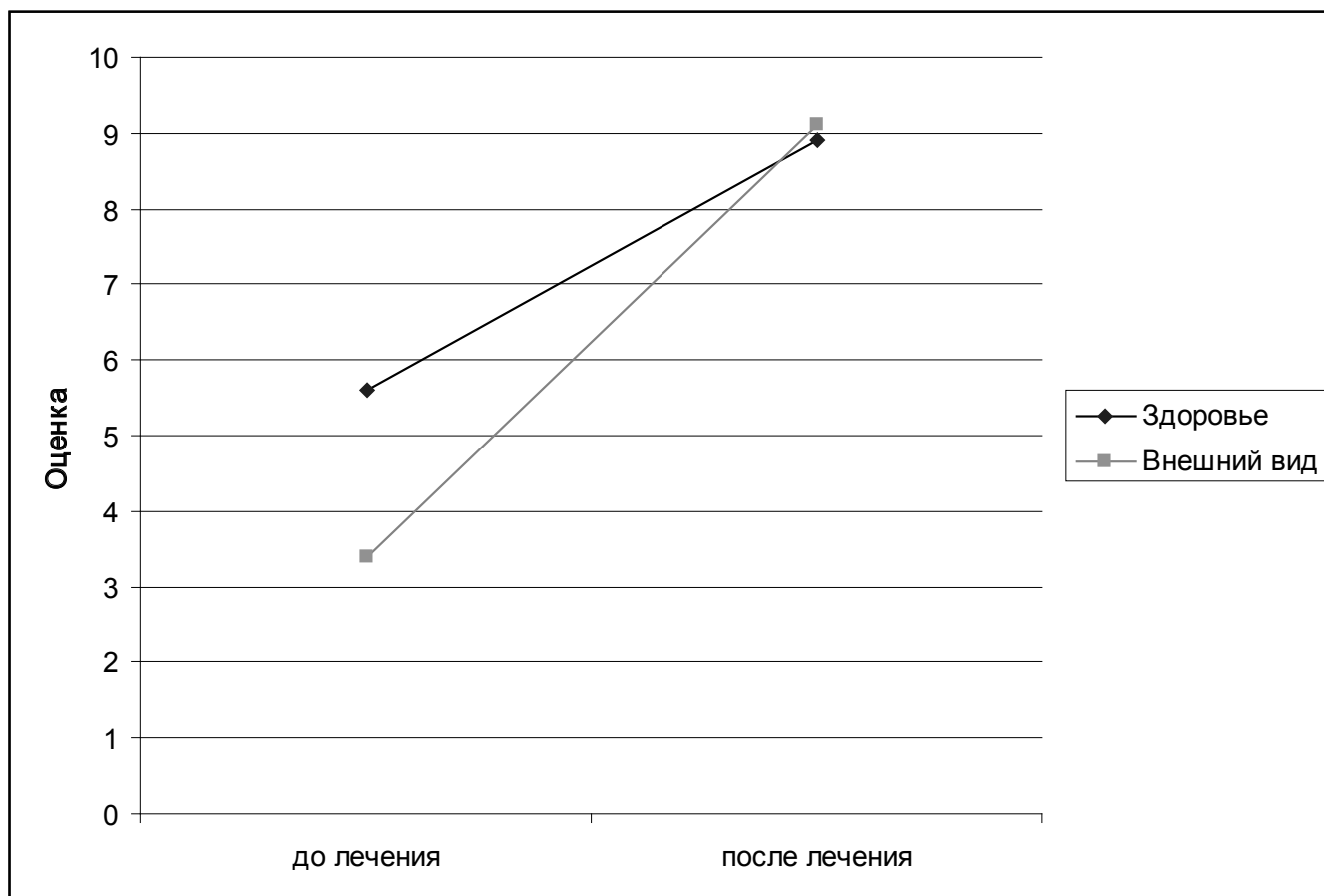


Рис. 3. Графическое отображение самооценки здоровья и внешнего вида в динамике

Заключение психолога: проведено тестирование. Установлен тип отношения к болезни анозогнозический. Отмечен высокий уровень ситуативной тревожности и ригидности. Отмечаются низкие оценки внешнего вида и здоровья.

Проведено тестирование по методике Дембо-Рубинштейн. Выявлено снижение уровня здоровья и низкая оценка внешнего вида.

На втором этапе реабилитации проведено оперативное вмешательство: остеосинтез титановыми минипластинами (Stryker) внутриворотным доступом.

На третьем этапе реабилитации была назначена физиотерапия под контролем реографии и лечебная гимнастика с элементами психомиогимнастики.

На четвертом этапе была проведена: контрольная рентгенография, реография, термография, проведена встреча с психологом.

На рисунке 2 внешний вид больного З. на момент выписки, состояние в полости рта, контрольная рентгенография, реография и термография.

На рентгенограмме сопоставление отломков удовлетворительное.

На реограмме отмечается магистральный тип кровообращения, асимметрия кровенаполнения не выявлена, регионарное сосудистое сопротивление в норме во всех сегментах. Реографический индекс (РИ) справа <41%, слева <40%. Регионарное сосудистое периферическое сопротивление (ДИК) справа в норме, слева в норме. Тонус артериальных сосудов (ДИА) справа в норме, слева в норме.

На термограмме: асимметрия между подчелюстными областями до 0,3 °С.

Проведено повторное тестирование по методике Дембо-Рубинштейн. Выявлено повышение оценки здоровья и внешнего вида. На рисунке 3 представлен график оценки здоровья и внешнего вида больного З., история болезни № 5664/266.

В процессе комплексной реабилитации пациента нами были проанализированы объективная картина заболевания, послеоперационный период, назначенное лечение динамика показателей реографии.

Клинически обосновано назначение физиотерапии, механотерапии и психомиогимнастики в процессе реабилитации пациентов с переломами нижней челюсти за счет использования дополнительных методов исследования (реографии, термографии), методов диагностики психологического профиля пациентов и оценки качества жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев В. В. Травматология челюстно-лицевой области. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016 г. — 256 с.
2. Байриков И. М., Имбрыков К. В., Савельев А. Л., Самуткина М. Г., Фишер И. И. Реабилитация больных с травматической болезнью при переломах нижней челюсти // Вестник Российской Военно-Медицинской Академии. Приложение, 2011. — № 1. — с. 66.
3. Еремушкин М. А. Основы реабилитации: учеб. пособие для студ. учреждений сред. мед. проф. образования / М. А. Еремушкин. — 3-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2013. — 208 с. ISBN978-5-7695-9971-2
4. Изосимов А. А. Оптимизация комплексного лечения переломов нижней челюсти (клинико-экспериментальное исследование): автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Пермь, 2007. — 23–24 с.
5. Медицинская реабилитация. /Под ред. В. М. Боголюбова. Книга 1. — Изд. 3-е, испр и доп. — М.: Издательство БИНОМ, 2012. — 416с., ил. ISBN978-5-9518-0408-2
6. Мирсаева Ф. З., Изосимов А. А. Оптимизация комплексного лечения переломов нижней челюсти // Институт стоматологии. Газета для профессионалов, 2016. — № 2. — с. 6–7.
7. Оптимизация реабилитационного процесса при оперативном лечении переломов дистального конца плеча. Солод Э. И. Лазарев А. Ф. Цыкунов М. Б. Джанибеков М. Х. Вестник восстановительной медицины № 3 (67) июнь 2015 с. 29–33.

© Фишер Ирина Игоревна (Fisheririna3310@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РЕЗУЛЬТАТЫ СОЧЕТАННЫХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОМ ПОРАЖЕНИИ СОННОЙ И ПОДКЛЮЧИЧНОЙ АРТЕРИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ ЕДИНОГО МОДИФИЦИРОВАННОГО ДОСТУПА

RESULTS OF SIMULTANEOUS PROCEDURES OF THE CONCOMITANT CAROTID AND SUBCLAVIAN ARTERY STENOSIS PERFORMED VIA MODIFICATED APPROACH

**A. Fokin
A. Nadvikov
V. Vladimirskiy
A. Serazhitdinov
A. Gasnikov**

Summary. The article describes the modified surgical approach to the atherosclerotic lesion of the carotid and subclavian arteries. The main advantage of this approach is the possibility of the connection of both carotid and subclavian arteries through the single incision. The immediate and long-term results have been evaluated. There was no death or myocardial infarction during the early postoperative period. One (3.3%) stroke was registered in 30 days after surgery. One death of the patient with generalized atherosclerosis was registered in the long-term period (the average follow up — 26.1 months) Total patency is 90%.

Keywords: carotid artery, subclavian artery, carotid endarterectomy, subclavian carotid transposition, carotid subclavian bypass grafting.

Фокин Алексей Анатольевич

Д.м.н., профессор, заслуженный врач РФ, Южно-Уральский государственный медицинский университет Минздрава, г. Челябинск; Челябинская областная клиническая больница, г. Челябинск

Надвиков Алексей Игоревич

Врач, Евпаторийская ГБ, г. Евпатория nadvikov-a@mail.ru

Владимирский Владимир Владимирович

Д.м.н., врач, заведующий отделением, Челябинская областная клиническая больница, г. Челябинск

Серажитдинов Алик Шавкатович

К.м.н., врач, Челябинская областная клиническая больница, г. Челябинск

Гасников Анатолий Владимирович

К.м.н., врач, Евпаторийская ГБ, г. Евпатория

Аннотация. В статье описан модифицированный доступ к сонным и подключичной артериям при открытых операциях по поводу атеросклеротического поражения. Основным преимуществом является то, что способ позволяет выполнить пластику сонной и подключичной артерии из одного доступа. Оценены непосредственные и отдаленные результаты симультанных операций, выполненных посредством предлагаемого способа. В раннем послеоперационном периоде не зарегистрировано ни одного случая смерти или инфаркта миокарда. У одного пациента (3.3%) ОНМК по типу ишемического инфаркта головного мозга. В отдаленном периоде (средний срок наблюдения 26.1 мес) один случай смерти (3.3%) у больного с генерализованным атеросклерозом через 1 год после операции. Суммарная проходимость выполненных реконструкций составила 90%.

Ключевые слова: сонная артерия, подключичная артерия, каротидная эн-дартерэктомия, подключично-сонная транспозиция, сонно-подключичное шунтирование.

Введение

В настоящее время много внимания посвящено теме атеросклероза брахиоцефальных артерий (БЦА). В большинстве случаев внимание сфокусировано на тактике лечения стеноза внутренней сонной артерии (ВСА), как основной причины нарушений мозгового кровообращения. В то же время, до 29% пациентов со стенозом устья ВСА имеют гемодинамически значимый стеноз унилатеральной подключичной артерии (ПКА) [1]. В такой ситуации происходит взаимное отягощение сосудистой мозговой недостаточности. С одной

стороны значимый стеноз сонной артерии, компрометирующий кровообращение в каротидном бассейне и несущий риск инсульта. С другой стороны стеноз или окклюзия подключичной артерии, приводящий к обкрадыванию кровообращения головного мозга и развитию вертебрально-базилярной недостаточности (ВБН).

На сегодняшний день нет единой тактики лечения пациентов с сочетанным стенозом ВСА и ПКА. Специалисты придерживаются принятой в их клинике тактики лечения данной группы пациентов, основываясь на собственном опыте. Чаще всего выполняется этапное лече-



Рис. 1. Общий вид. Линия предполагаемого разреза — синий цвет
Ножки кивательной мышцы — красный цвет



Рис. 2. Этап выделения бифуркации общей сонной артерии

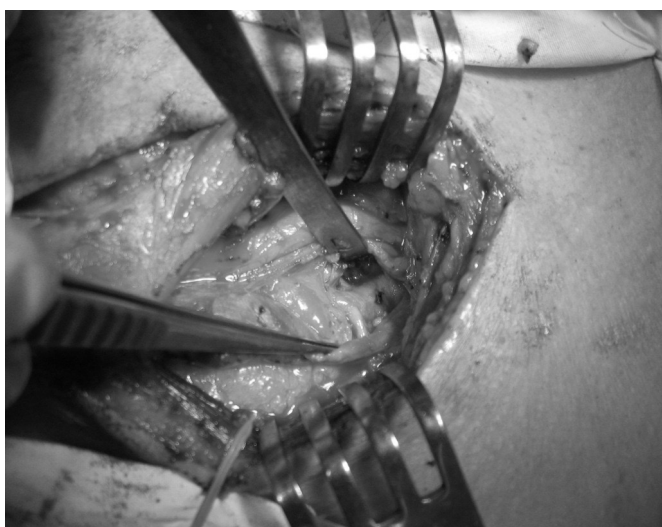


Рис. 3. Этап выделения подключичной артерии



Рис. 4. Общий вид после выполнения обоих этапов операции

ние. Технически при выполнении симультанных операций на ВСА и ПКА используется два различных доступа: к сонным артериям — общепринятый классический доступ по внутреннему краю кивательной мышцы, к подключичной артерии — надключичный доступ [2; 3; 4]. Мы придерживаемся тактики одномоментной коррекции таких поражений.

Нами предложен модифицированный доступ к сонным и подключичной артериям, который позволяет выполнить оба этапа симультанной операции из одного разреза.

Цель

Оценить непосредственные и отдаленные результаты одномоментных операций, выполненных из одного доступа, при одностороннем атеросклеротическом стенозе ВСА и ПКА.

Материалы и методы

В центре хирургии сердца и сосудов челябинской областной клинической больницы с марта 2007 по декабрь 2012 года было оперировано 807 пациентов с поражен-

Таблица 1. Гендерная характеристика

Мужчины	82,8%
Женщины	17,2%
Средний возраст (лет)	60,9

Таблица 2. Сопутствующая патология

ГБ	94,3%
СД	5,7%
ИБС 2 ф.к.	28,6%
ИБС 3 ф.к.	34,3%
ИБС ПИК	22,9%
Атеросклероз артерий нижних конечностей	60,0%
Стеноз сонной артерии на противоположной стороне	74,3%

ГБ — гипертоническая болезнь; СД — сахарный диабет 2 типа; ИБС — ишемическая болезнь сердца; ПИК — постинфарктный кардиосклероз

Таблица 3. Классификация хронической сосудистой мозговой недостаточности

ХСМН1	34,3%
ХСМН2	11,4%
ХСМН3	5,7%
ХСМН4	48,6%

ями БЦА. 30 пациентов (3,7%) с сочетанным поражением ВСА и ПКА были оперированы симультанно с помощью предлагаемого доступа.

Сущность доступа заключается в том, что посредством косо-продольного разреза вдоль внутреннего края кивательной мышцы, начиная от грудино-ключичного сочленения и по направлению к сосцевидному отростку, послойно рассекаются мягкие ткани (рис. 1).

В верхней трети раны ранорасширителем кивательная мышца отводится вместе с внутренней яремной веной кнаружи, выделяется дистальный отдел общей сонной артерии, внутренняя и наружная сонные артерии, как и при классическом доступе к сонным артериям (рис. 2).

Далее ранорасширителем в нижней трети раны разводятся ножки кивательной мышцы без пересечения. Передняя лестничная мышца вместе с диафрагмальным нервом и внутренней яремной веной остаются латерально вне зоны операции. Выделяется подключичная артерия, позвоночная и внутренняя грудная артерии. Артерии берутся на держалки (рис 3).

Далее после наложения зажима на ВСА поэтапно выполняется каротидная эндартерэктомия и пластика

подключичной артерии (подключично-сонная транспозиция (ПСТ) или сонно-подключичное шунтирование (СПШ)) (рис. 4).

Завершается операция послойным ушиванием раны с оставлением дренажей для активной аспирации.

Гендерная характеристика представлена в таблице 1.

Сопутствующая патология представлена в таблице 2.

Степень хронической сосудистой мозговой недостаточности (ХСМН) оценивалась в соответствии с классификацией А.В. Покровского 1978 г., и представлена в таблице 3

Как видно из представленного анализа данная группа пациентов имеет довольно отягощенный предоперационный фон, что связано с генерализованной формой атеросклероза и наличием нарушением мозгового кровообращения в анамнезе.

Предоперационное обследование, кроме общеклинических, включало в себя ультразвуковое дуплексное сканирование магистральных артерий шеи (УЗДС), мультиспиральную компьютерную томографию или ангиографию БЦА, обязательный осмотр невролога

и кардиолога во всех случаях. Пациенты с сахарным диабетом осматривались эндокринологом и были переведены на подкожные инъекции инсулина. По показаниям в ряде случаев выполнялась коронарангиография. Пациенты со значимым поражением коронарного русла не были включены в исследование. Показания к операции включали в себя сочетание недостаточности каротидного и подключичного бассейнов, а именно: при поражении ПКА — стеноз последней 70% и более, наличие позвоночно-подключичного синдрома обкрадывания, а так же клинические проявления ВБН либо ишемии верхней конечности; при поражении ВСА — асимптомный стеноз 70% и более и любой симптомный стеноз. Так же уделялось большое внимание характеристике бляшки и в ряде случаев выполнялась операция при асимптомном стенозе ВСА менее 70% при неблагоприятной характеристике бляшки.

Были выполнены следующие виды симультанных операций. Подключично-сонная транспозиция (ПСТ) и каротидная эндартерэктомия (КЭАЭ) у 14 пациентов. Сонно-подключичное шунтирование (СПШ) и КЭАЭ у 16 пациентов. При этом в 10 случаях СПШ выполнялось с применением дакроновых протезов, в 6 случаях использовались протезы из политетрафторэтилена (ПТФЭ). 11 операций под регионарной анестезией шейного сплетения (РАШС), 19 под общей анестезией (ОА). Все КЭАЭ выполнялись по эверсионной методике. У одного пациента использовался внутрипросветный шунт. У 12 пациентов с двухсторонним поражением ВСА, первым этапом выполнялась изолированная КЭАЭ на противоположной стороне.

Результаты

Были оценены непосредственные и отдаленные результаты. Оценивали по следующим показателям: количество инсультов головного мозга (ОНМК), количество инфарктов миокарда (ИМ), количество смертельных исходов, а так же другие послеоперационные осложнения.

В раннем послеоперационном периоде не зарегистрировано ни одного случая смерти или ИМ. У одного пациента (3.3%) ОНМК по типу ишемического инфаркта головного мозга на стороне операции. Данные осложнения носили неинвалидизирующий характер. Среди других осложнений у пациентов были зарегистрированы гематома мягких тканей у одного пациента (3.3%), потребовавшая повторной операции на третьи сутки. Явления лимфорреи у двух пациентов. Из них, в одном случае приведшая к повторной операции, в другом — купировалась на фоне консервативного лечения.

В отдаленном периоде на данном этапе исследования отслежены результаты у 26 больных. Срок наблю-

дения составил от 3 до 116 месяцев (средний 26.1 мес). Один случай смерти (3.3%) у больного с генерализованным атеросклерозом через 1 год после операции. Причиной смерти являлось прогрессирование атеросклероза, развитие критической ишемии нижних конечностей на фоне синдрома Лериша. ИМ в одном случае (3.3%). ОНМК в вертебрально-базиллярном бассейне у 1 пациента. У 1 пациента после ранее выполненной сонно-подключичной транспозиции слева выявлен тромбоз ОСА и ВСА на стороне операции, без развития неврологического дефицита, на сроке 116 месяцев. Однако, данный пациент перенес ОНМК в контрлатеральном бассейне (правая СМА), что потребовало выполнение КЭАЭ справа в отдаленном периоде. Ипсилатеральных ОНМК в отдаленном периоде не наблюдалось. У 1 пациента тромбоз сонно-подключичного шунта слева на сроке 25 месяцев. В дальнейшем пациенту выполнялось резонно-подключичное протезирование с реимплантацией позвоночной артерии. У одного больного после ранее выполненной эверсионной КЭАЭ и сонно-подключичной транспозиции слева выявлен рестеноз до 80% в области бифуркации ОСА на сроке 11 месяцев, без развития неврологического дефицита. Таким образом, суммарная проходимость выполненных реконструкций составила 90%

Обсуждение

Существует два полярных мнения относительно этапности лечения одностороннего поражения подключичной и сонной артерий. С одной стороны авторы делают акцент на необходимости симультанного лечения каротидного и вертебрально-базиллярного бассейнов для предотвращения каротидного синдрома обкрадывания, а так же чтобы избежать развитие клиники ишемии головного мозга в каждом соответствующем бассейне [2; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13]. В то же время существуют мнения, что симультанные операции повышают риск послеоперационных осложнений, включая инсульт. Указанное обстоятельство связывают с повышением риска развития в послеоперационном периоде гиперперфузионного синдрома вплоть до кровоизлияния в мозг при одномоментной операции [14; 15]. Однако, доказано, что в развитии гиперперфузионного синдрома играет важную роль не столько увеличение объема крови притекающего к головному мозгу после снятия зажима, сколько артериальная гипертензия во время операции и в раннем послеоперационном периоде. И именно агрессивная коррекция артериальной гипертензии снижает риск развития гиперперфузионного синдрома [16].

Что касается доступа к подключичной артерии, то большинство используют классический надключичный доступ. [17; 18; 19]. Данный доступ является более травматичным по сравнению с предлагаемым на этапе

выделения подключичной артерии. Данный недостаток связан с необходимостью пересечения латеральной головки кивательной мышцы и передней лестничной мышцы, что может привести к снижению подвижности головы (повороты в сторону, наклоны) в послеоперационном периоде. Кроме того, пересечение передней лестничной мышцы связано с риском повреждения диафрагмального нерва с развитием паралича диафрагмы и гиповентиляции, что может, в свою очередь, привести к пневмонии. Так же, при данном доступе существует риск повреждения купола диафрагмы и грудного лимфатического протока с развитием лимфорреи в послеоперационном периоде [17].

Известен передне-латеральный доступ. Разрез кожи осуществляется по внутреннему краю грудино-ключично-сосцевидной мышцы с переходом латерально параллельно ключице («клюшкообразный» или «Г-образный»). Доступ к подключичной артерии осуществляется между грудино-ключично-сосцевидной мышцей латерально и внутренней яремной веной медиально. [20]. Данный способ больше используется в хирургии позвоночной артерии. Недостатком является ограничение манипуляционного поля только первым сегментом подключичной артерии ввиду формирования узкого канала и расположения грудино-ключично-сосцевидной мышцы в зоне визуализации.

Описан так же медиальный доступ к ПКА. Разрез кожи проводится параллельно ключице как при классическом доступе, однако разрез проводят медиально на уровне головок кивательной мышцы (рис. 10,11). [21] Непосредственно доступ к ПКА осуществляется между ножек кивательной мышцы, что очень схоже с нашим доступом. Это позволяет более свободно манипулировать с первым и вторым сегментами ПКА. Однако, в отличие от предлагаемого доступа, он не позволяет выделить ОСА на протяжении до бифуркации.

В настоящее время выгодной альтернативой открытым операциям является эндоваскулярное лечение патологии ПКА. Однако, несмотря на явные преимущества,

эндоваскулярные методики имеют некоторые ограничения в лечении ПКА. Это протяженные окклюзии более 4 см, выраженный кальциноз, окклюзии близкие к устью позвоночной артерии [22]. Осложняет выполнение эндоваскулярного лечения наличие самой по себе окклюзии ПКА. В современной литературе технический успех эндоваскулярной реканализации окклюзии ПКА колеблется в широких пределах от 30 до 100% [23]. Частота осложнений при выполнении стентирования ПКА составляет от 4.5% до 10% [24]. Правосторонняя локализация несет больший риск развития ОНМК во время эндоваскулярных манипуляций ввиду близкого расположения устья ОСА. Кроме того, отдаленные результаты стентирования ПКА уступают открытым операциям, особенно в случае когда выполняется ПСТ [25]. Мировые тенденции складываются таким образом, что у стабильных неотягощенных пациентов при стенозе ПКА следует отдавать предпочтение эндоваскулярным методикам как первой линии, а при окклюзиях ПКА — открытой хирургии.

ВЫВОДЫ

Ввиду того, что пациенты с сочетанными стенозами ВДА, представляют собой группу с тяжелым тактическим выбором, разработка подходов к лечению таких пациентов необходима и актуальна. Возможность безопасного выполнения симультанных операций при одностороннем поражении ПКА и ВСА снижает риски послеоперационных осложнений у данной категории пациентов. Проводя коррекцию обоих стенозов, мы проводим профилактику осложнений, связанных с каждым соответствующим бассейном в отдельности. С одной стороны это профилактика инсульта в каротидном бассейне. С другой — ликвидация обкрадывания мозгового кровообращения за счет устранения синдрома обкрадывания и устранения ВБН. В связи с тем, что послеоперационные риски симультанных операций сопоставимы с рисками изолированных вмешательств, считаем, что при одностороннем поражении ПКА и ВСА одномоментные операции являются эффективными и безопасными, и могут быть рекомендованы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Brontzos E. N., Petersen B., Binkert C., Panagiotou I., Kaufman J. A. Primary stenting of subclavian and innominate artery occlusive disease: a single center experience // *CardioVascular and Interventional Radiology*, 2004, vol. 27, pp. 616–623, <http://dx.doi.org/10.1007/s00270-004-0218-y>
2. Ciná C. S., Safar H. A., Lagan A., Arena G., Clase C. M. Subclavian carotid transposition and bypass grafting: consecutive cohort study and systematic review // *Journal of Vascular Surgery*, 2002, vol. 35, pp. 422–429, <http://dx.doi.org/10.1067/mva.2002.120035>
3. Defraigne J. O., Remy D., Creemers E., Limet R. Carotid-subclavian bypass with or without carotid endarterectomy // *ActaChirBelg*, 1990, vol. 90, pp. 248–254
4. Отдаленные результаты хирургического лечения больных с окклюзией 1 сегмента подключичной артерии, Казанчан П. О. [и др.] // *Журнал «Ангиология и сосудистая хирургия»*, 2002, Т. 8, № 4, С. 94
5. Levien L. J., Benn C. A., Veller M. G., Fritz V. U. Retrograde balloon angioplasty of brachiocephalic or common carotid artery stenoses at the time of carotid endarterectomy // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 1998, vol. 15, pp. 521–527, [http://dx.doi.org/10.1016/s1078-5884\(98\)80113-5](http://dx.doi.org/10.1016/s1078-5884(98)80113-5)

6. Law M. M., Colburn M. D., Moore W. S., Quinones-Baldrich W.J., Machleder H. I., Gelabert H. A. Carotid-subclavian bypass for brachiocephalic occlusive disease. Choice of conduit and long-term follow-up // *Stroke*, 1995, vol. 26, № 9, pp. 1565–71.
7. Mingoli A., Feldhaus R. J., Farina C., Naspetti R., Schultz R. D., Cavallaro A. Concomitant subclavian and carotid artery disease: the need for a combined surgical correction // *The journal of cardiovascular surgery*, 1992, vol. 33, pp. 593–598.
8. William H. Edwards, S. Scott Tapper, William H. Edwards, Joseph L. Mulherin, Raymond S. Martin, Judith M. Jenkins Subclavian revascularization: a quarter century experience // *Annals of Surgery*, 1994, vol. 219, pp. 673–678, <http://dx.doi.org/10.1097/00000658-199406000-00010>
9. Michael J. Vitti, Bernard W. Thompson, Raymond C. Read, Paul J. Gagne, Gary W. Barone, Robert W. Barnes, John F. Eidt Carotid-subclavian bypass: a twenty-two year experience // *Journal of Vascular Surgery*, 1994, vol. 20, pp. 411–418, [http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214\(94\)90140-6](http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214(94)90140-6)
10. Wittwer T., Wahlers T., Dresler C., Haverich A. Carotid-subclavian bypass for subclavian artery revascularization: long-term follow-up and effect of antiplatelet therapy // *Angiology*, 1998, vol. 49, pp. 279–287, <http://dx.doi.org/10.1177/000331979804900406>
11. Moore J. D., Schneider P. A. Management of simultaneous common and internal carotid artery occlusive disease in the endovascular era // *Seminars in Vascular Surgery*, 2011, vol. 24, pp. 2–9, <http://dx.doi.org/10.1053/j.semvasc.2011.03.001>
12. Linni K., Aspalter M., Ugurluoglu A., Holzenbein T. Proximal common carotid artery lesions: endovascular and open repair // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 2011, vol. 41, pp. 728–734, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2011.02.024>
13. Takach T. J., Reul G. J., Cooley D. A., Duncan J. M., Livesay J. J., Gregoric I. D., Krajcer Z., Cervera R. D., Ott D. A., Frazier O. H. Brachiocephalic reconstruction I: operative and long-term results for complex disease // *Journal of Vascular Surgery*, 2005, vol. 42, pp. 47–54, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2005.03.027>
14. Risty G. M., Cogbill T. H., Davis C. A., Lambert P. J. Carotid-subclavian arterial reconstruction: concomitant ipsilateral carotid endarterectomy increases risk of perioperative stroke // *Surgery*, 2007, vol. 142, pp 393–397, <http://dx.doi.org/10.1016/j.surg.2007.03.014>
15. Покровский А. В., Клиническая ангиология. Руководство для врачей // М.: Медицина, 2004, Т. 1, С. 778
16. Newman J. E., Ali M., Sharpe R., Bown M. J., Sayers R. D., Naylor A. R. Changes in middle cerebral artery velocity after carotid endarterectomy do not identify patients at high-risk of suffering intracranial haemorrhage or stroke due to hyperperfusion syndrome // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 2013, vol. 45, pp. 562–571, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2013.02.019>
17. Покровский А. В., Клиническая ангиология. Руководство для врачей // М.: Медицина, 2004, Т. 1, С. 784
18. Henry Haimovici, Haimovici's vascular surgery, 5th edition // Blackwell Publishing, 2004, p. 309
19. Белов Ю. В., Руководство по сосудистой хирургии с атласом оперативной техники // М.: ДеНово, 2000, С. 64
20. Bruneau M., Cornelius J. F., Bernard G. Anterolateral Approach to the VI Segment of the Vertebral Artery // *Neurosurgery*, 2006, vol. 58, № 4, pp. 215–219
21. Domenig C. M., Linni K., Mader N., Kretschmer G., Magometschnigg H., Hölzenbein T. J., Subclavian to carotid artery transposition: medial versus lateral approach // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 2008, vol. 35, № 5, pp.:551–557, doi:10.1016/j.ejvs.2007.12.009. Epub 008 Feb 6. PubMed PMID: 18258460
22. Babic S., Sagic D., Radak D., Antonic Z., Otasevic P., Kovacevic V., Initial and long-term results of endovascular therapy for chronic total occlusion of the subclavian artery // *Cardiovascular and Interventional Radiology*, 2012, vol.35, pp. 255–262
23. Müller-Hülsbeck S., Subclavian and vertebral arterial interventions // *Seminars in Interventional Radiology*, 2007, vol. 24, № 2, pp. 258–267, doi: 10.1055/s-2007-980047. PubMed PMID:21326803; PubMed Central PMCID: PMC3036408.
24. De Vries J. P., Jager L. C., Van den Berg J. C., Durability of percutaneous transluminal angioplasty for obstructive lesions of proximal subclavian artery: long-term results // *Journal of Vascular Surgery*, 2005, vol. 41, pp. 19–23
25. Linni K., Ugurluoglu A., Mader N., Hitzl W., Magometschnigg H., Hölzenbein T. J., Endovascular management versus surgery for proximal subclavian artery lesions // *Annals of Vascular Surgery*, 2008, vol. 22, № 6, pp. 769–775, doi: 10.1016/j.avsg.2008.08.001. Epub 2008 Sep 21. PubMed PMID: 1880928.

© Фокин Алексей Анатольевич, Надвиков Алексей Игоревич (nadvikov-a@mail.ru), Владимирский Владимир Владимирович,
 Серажитдинов Алик Шавкатович, Гасников Анатолий Владимирович.
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НАШИ АВТОРЫ

Ageev A. — Russian New University
ageev49@bk.ru

Antonov V. — Postgraduate student, North-Caucasian Federal University, city of Stavropol
Ant.vl.02@gmail.com

Arunyants G. — Dr. Sci. Tech., The professor, FSBEI HE «Kaliningrad State Technical University»
suro99@mail.ru

Ayrapetov S. — Graduate student, FGBOU VPO «Kaliningrad State Technical University (KSTU)»
sergey@kit39.com

Bilalova D. — Kazan state medical University

Burmistrov A. — Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Novosibirsk State University
burm@osmf.ssc.ru

Dolgikh A. — Graduate student, Don State Technical University, Rostov-on-Don

Fajzenger A. — post-graduate student, Far Eastern Federal University, Vladivostok

Fisher I. — Assistant, Samara State Medical University, Samara
Fisheririna3310@yandex.ru

Fokin A. — Doctor of Medical Sciences (Advanced Doctor), Professor, Honored doctor of the Russian Federation, Chelyabinsk, South Ural State Medical University; Chelyabinsk Region Hospital

Fokin A. — Doctor of Medical Sciences (Advanced Doctor), Professor, Honored doctor of the Russian Federation, Chelyabinsk, South Ural State Medical University; Chelyabinsk Region Hospital

Gasnikov A. — Candidate of Medical Sciences (Ph.D.), Doctor, Evpatoria, Evpatorian city Hospital

OUR AUTHORS

Gasnikov A. — Candidate of Medical Sciences (Ph.D.), Doctor, Evpatoria, Evpatorian city Hospital

Gilmanov A. — Perm State National Research University
arturinhog@yandex.ru

Gordeev N. — Doctor the traumatologist-orthopedist, National medical research center of traumatology and orthopedics named after N. N. Priorov» of the Ministry of health of the Russian Federation, The centre of sports and ballet injuries and rehabilitation of them. Z. S. Mironova
d.o.timchenko@mail.ru

Granitov V. — Altai State Medical University (Barnaul, Russia)
granit@agmu.ru

Grigoryeva E. — Candidate of medical sciences, Buryat State University

Grunin A. — Candidate of physico-mathematical sciences, engineer of REC «Functional nanomaterials», Immanuel Kant Baltic Federal University
agrunin@innopark.kantiana.ru

Gurchinsky M. — North-Caucasian Federal University, city of Stavropol

Gusev A. — Perm State National Research University
aguseval@mail.ru

Hein Min Zaw — Postgraduate, Kursk State University
heinminnzaw13@gmail.com

Jurakulov Sh. — PhD of medical Sciences, GKB them. D. D. Pletnev, Moscow
Dzhurakulov.1982@mail.ru

Kamyshov G. — Institute of Living Systems Immanuel Kant Baltic Federal University
gv.kamyshov@mail.ru

Kasparov E. — Doctor of medical Sciences, Professor, Director of Institute of medical problems of the North, FITS KSC SB RAS

Klyuev A. — Postgraduate student, Far Eastern Federal University, Vladivostok
kozerog1991@gmail.com

Kuprienko V. — Candidate of engineering sciences (PhD), docent, Orenburg State University
ogu15210@mail.ru

Kurakin E. — Candidate of medical Sciences, associate Professor, Tula state University
kes195@yandex.ru

Lubskaya N. — Altai State Medical University (Barnaul, Russia)
ninula6@mail.ru

Lukianov E. — Ph.D. in Engineering sciences, Associate Professor, Don State Technical University, Rostov-on-Don

Magomedov Sh. — PhD of medical Sciences, GBU RKB Makhachkala
shamil_magomedov@mail.ru

Mal'chevskij Ju. — Candidate of medical Sciences, senior researcher, Institute of medical problems of the North, FITS KSC SB RAS
malchevskiy@mail.ru

Matros O. — Altai State Medical University (Barnaul, Russia)
olga-matros@yandex.ru

Mustafin A. — Kazan state medical University

Nadvikov A. — Doctor, Evpatoria, Evpatorian city Hospital
nadvikov-a@mail.ru

Nadvikov A. — Doctor, Evpatoria, Evpatorian city Hospital
nadvikov-a@mail.ru

Naydanova E. — Candidate of medical sciences, Buryat State University

Nigmatullina R. — Kazan state medical University

Nikonorova M. — Altai State Medical University (Barnaul, Russia)
ma.nikulina@mail.ru

Novikov A. — Digital Ecosystems, Novosibirsk
allex.novikov@digital-ecosystems.ru

Okunev A. — Perm State National Research university
alexander2510@mail.ru

Orleckiy A. — Doctor of medical Sciences, Professor, National medical research center of traumatology and orthopedics named after N. N. Priorov» of the Ministry of health of the Russian Federation, The centre of sports and ballet injuries and rehabilitation of them. Z. S. Mironova

Patrushev M. — Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Institute of Living Systems Immanuel Kant Baltic Federal University
maxpatrushev@gmail.com

Pavlova V. — PhD, Senior Researcher, Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences
verasmi@mail.ru

Petrenko V. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, North-Caucasian Federal University, city of Stavropol

Prokopovich P. — Deputy Director of Engineering Center, Immanuel Kant Baltic Federal University
pprokopovich@innopark.kantiana.ru

Puiu D. — Assistant, Saint Petersburg State University
elis-1989@yandex.ru

Ragimov A. — Doctor of medical Sciences, Professor, IAT First MSMU n. a. I. M. Sechenov

Sapunov V. — PhD student, Institute of Living Systems Immanuel Kant Baltic Federal University
wallowind@gmail.com

Semenov O. — Surgut State University
ous.tutor.phinma@mail.ru

Semenov V. — Post-graduate student, Robotics and mechatronics, «Don State Technical University», Rostov-on-Don
vsemenov@donstu.ru

Serazhitdinov A. — Candidate of Medical Sciences (Ph.D.), Doctor, Chelyabinsk, Chelyabinsk Region Hospital

Serazhitdinov A. — Candidate of Medical Sciences (Ph.D.), Doctor, Chelyabinsk, Chelyabinsk Region Hospital

Shoshin E. — Surgut State University
shoshin6@mail.ru

Shusharina N. — Candidate of pedagogical sciences, associate professor, Institute of Living Systems Immanuel Kant Baltic Federal University
nnshusharina@gmail.com

Spasova T. — Candidate of medical sciences, Buryat State University
tspasova@inbox.ru

Tebuueva F. — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, North-Caucasian Federal University, city of Stavropol

Timchenko D. — Candidate of medical Sciences, National medical research center of traumatology and orthopedics named after N. N. Priorov» of the Ministry of health of the Russian Federation, The centre of sports and ballet injuries and rehabilitation of them. Z. S. Mironova

Tkachenko N. — The candidate of medical sciences, the doctor-psychologist of the supreme quality category; municipal budgetary establishment of public health services «The Temryuksky central regional hospital of Krasnodar region»
tkachenko.nikolay2015@ayndex.ru

Tokareva N. — Candidate Medical Sciences, Associate Professor, National Research N.P. Ogarev Mordovia State University
tokareva-1@mail.ru

Tyrnov P. — Postgraduate student, «Medical University «REAVIZ» of Minzdrav of Russia

Levin A. — Doctor of medical Sciences, associate Professor, «Medical University «REAVIZ» of Minzdrav of Russia
doktorirt@yandex.ru

Ukuev B. — Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture n.a. N. Isanov (Bishkek)

Vasiliev D. — PhD of technical Sciences, Ramensky instrument-making plant JSC
vasiliev1969@yandex.ru

Vladimirskiy V. — Doctor of Medical Sciences, (Advanced Doctor), Doctor, Branch Manager, Chelyabinsk, Chelyabinsk Region Hospital

Vladimirskiy V. — Doctor of Medical Sciences, (Advanced Doctor), Doctor, Branch Manager, Chelyabinsk, Chelyabinsk Region Hospital

Volkov V. — Russian State University named after A.N. Kosygin
vav36@mail.ru

Volosova A. — Ph. D., associate Professor, Moscow technical University (MIREA), Moscow
sas32sa@yandex.ru

Weizman I. — Altai State Medical University (Barnaul, Russia)
inna_veits@mail.ru

Xenofontov D. — Senior lecturer, applicant, Military Telecommunication Academy named after the Soviet Union Marshal Budienny S. M.
Xenofontov-dm@mail.ru

Yuriev D. — Graduate student, Far Eastern Federal University, Vladivostok

Zhigunova L. — International University in Moscow
zhigunovalk@mail.ru

Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакционная коллегия оставляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением “.doc”, или “.rtf”, шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускаются.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Литература составляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0-11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные - 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф-редактору научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» (e-mail: redaktor@nauteh.ru).