

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№8 2020 (АВГУСТ)

Учредитель журнала
Общество с ограниченной ответственностью
«НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Журнал издается с 2011 года.

Редакция:

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

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

Издатель:

Общество с ограниченной ответственностью
«Научные технологии»

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

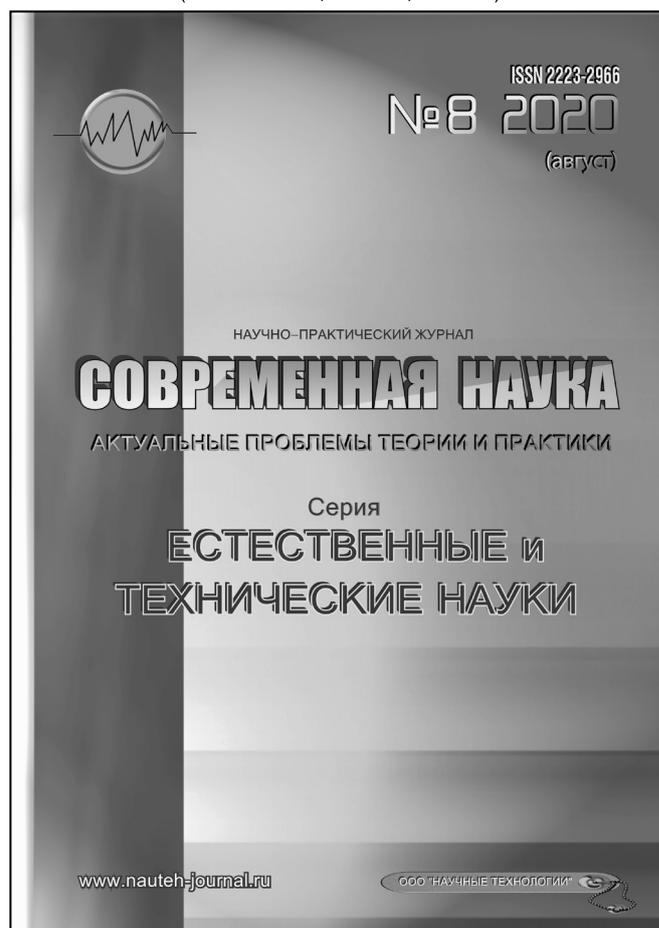
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(БАК 05.13.00, 03.02.00, 14.01.00)



В НОМЕРЕ:

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

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

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

Журнал отпечатан в типографии
ООО «КОПИ-ПРИНТ» тел./факс: (495) 973-8296
Подписано в печать 25.08.2020 г. Формат 84x108 1/16
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.

ISSN 2223-2966



Редакционный совет

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Общая биология

Барсукова М. В., Глазунова И. В., Король Т. С., Лагутина Н. В. — Экологическая безопасность сельского хозяйства и сельскохозяйственной продукции — реальные шаги
Barsukova M., Glazunova I., Korol T., Lagutina N. — Environmental safety of agriculture and agricultural products are real steps7

Гончаренко Е. Е., Ксенофонтов Б. С., Березина С. Л., Борисов Ю. А. — Исследование коагуляции в процессах очистки сточных вод с применением компьютерной технологии
Goncharenko E., Ksenofontov B., Berezina S., Borisov U. — The research of the coagulation with the application of computer technology tu the process of wasterwater treatment. 11

Гумерова О. В., Давыдова Ю. Д., Галикеева Г. Ф. — Взаимосвязь аллельных вариантов генов серотонинергической системы с уровнем тревожности у студентов
Gumerova O., Davydova Yu., Galikeeva G. — The relationship between allelic variants of serotonergic system genes and anxiety level among studens 16

Ефремова Г. В., Зотова Е. Ю. — Повышение эффективности возделывания льна-долгунца в биологизированной системе земледелия
Efremova G., Zotova E. — Increasing the efficiency of flax cultivation in a biologized farming system 20

Соловых Г. Н., Шостак Е. И., Осинкина Т. В. — Кадмий и свинец в илах реки Урал: валовое содержание и распределение
Solovykh G., Shostak E., Osinkina T. — Cadmium and lead in sludge deposits Ural rivers: gross content, distribution and enrichment 25

Информатика, вычислительная техника и управление

Берецкий И. С., Ирбитский И. С., Егорова Е. К., Мокряков А. В. — Алгоритмы восстановления k-однородных гиперграфов по вектору степеней своих вершин
Beretskiy I., Irbitskiy I., Egorova E., Mokryakov A. — Algorithms for restoring k-homogeneous hypergraphs by the vector of degrees of their vertices 31

Берецкий И. С., Ирбитский И. С., Егорова Е. К., Мокряков А. В., Чернова Т. А. — Программный комплекс нахождения результатов операций над экстремальными гиперграфами
Beretskiy I., Irbitskiy I., Egorova E., Mokryakov A., Chernova T. — Software package for finding the results of operations on extreme hypergraphs 37

Будько М. Б., Малько А. Д., Стародубова Д. Д., Стародубов Р. Д. — Обнаружение аномалий сетевого трафика: основные аспекты, проблемы и методы
Budko M., Malko A., Starodubova D., Starodubov R. — Detecting network traffic anomalies: main aspects, problems and methods 46

Васильев А. В. — Моделирование нейронной сети на примере персептрона в исследовании классификации объектов
Vasiliev A. — Neural network modeling on the example of the perceptron in the study of the classification of objects 50

Дёмко А. И., Семенов О. Ю. — Инфокоммуникационная система управления режимами работы нефтепровода
Dyomko A., Semenov O. — Infocommunication management system oil pipeline operating modes 55

Жданов И. А., Бригаднов И. А. — Исследование области применимости псевдодвумерной модели пласта KARAT	Симанков В. С., Дриленко М. В. — Методические основы выбора платформ представления информации в интеллектуальном ситуационном центре
<i>Zhdanov I., Brigadnov I.</i> — Study of the field of applicability of the pseudo-two-dimensional reservoir model KARAT 63	<i>Simankov V., Drilenko M.</i> — Methodological foundations for selecting platforms for presentation of information in the intellectual situation center 108
Лебедев А. С. — Проблемы интеграции корпоративных информационных систем – методы и технологии	Суздальский Д. А. — Обеспечение безопасности удаленной работы сотрудников в условиях режима повышенной готовности к ЧС
<i>Lebedev A.</i> — <i>Problems of integration of corporate information systems</i> — methods and technologies 73	<i>Suzdalsky D.</i> — Ensuring the safety of remote work of employees in conditions of high emergency preparedness 113
Мансуров А. В., Ладыгин П. С. — Способ формирования цифрового отпечатка аудиофайла на основе вектора признаков, получаемого с использованием Constant-Q и Фурье преобразований	Шилина Н. В. — Применение гетерогенных вычислительных систем к задачам финансовой математики
<i>Mansurov A., Ladygin P.</i> — An approach to calculate a feature vector using Fourier and Constant-Q transforms for audio fingerprinting 79	<i>Shilina N.</i> — Application of heterogeneous computing systems to problems of financial mathematics 119
Насыров Н. Ф., Горлушкина Н. Н., Валитова Ю. О., Тартыньских П. С. — Автоматизация организации взаимопроверки работ обучающихся с использованием разработанного плагина для LMS Moodle	Шилина Н. В. — Система численного прогнозирования погоды
<i>Nasyrov N., Gorlushkina N., Valitova Yu., Tartynskikh P.</i> — Automation of organization of mutual verification of student work using the developed plugin for LMS Moodle 88	<i>Shilina N.</i> — Numerical weather forecasting system 127
Поленок М. В., Бондаренко С. В., Казаков О. Д., Юркова О. Н. — Разработка специального программного обеспечения систем управления и механизмов принятия решений в организационных системах с целью повышения эффективности их функционирования	Юров Н. О. — «Сквозные» технологии в современном музейно-выставочном пространстве
<i>Polenok M., Bondarenko S., Kazakov O., Yurkova O.</i> — Development of special software for management systems and decision making mechanisms in organizational systems in order to improve the efficiency of their functioning 95	<i>Yurov N.</i> — «End-to-end» technologies in modern museum and exhibition space 131
Рожкова Н. В. — Алгоритм формирования планов действий по ликвидации чрезвычайных ситуаций	Янь Чжэнцзе, Ростов Н. В. — Модель адаптивной нейронной схемы управления нелинейными динамическими системами манипуляционного робота
<i>Rozhkova N.</i> — The structure of the algorithm of formation of plans for combat operations during rescue operations in emergencies 103	<i>Yan Zhengjie, Rostov N.</i> — Model of adaptive neural control circuit of nonlinear dynamic systems of a manipulating robot 135
	Клиническая медицина
	Акопян К. С., Литвинцев С. В. — Первичная инвалидность взрослого населения Алтайского края вследствие психических расстройств
	<i>Hakobyan K., Litvintsev S.</i> — Primary disability of adults in the Altai region due to mental disorders. ... 141

- Бурцева М. А., Яшнов А. А., Коновалова О. Г., Ханина Ю. С.** — Желчнокаменная болезнь. Мультидисциплинарный подход к решению проблемы (обзор)
Burtseva M., Yashnov A., Konovalova O., Hanina Yu. — Cholelithiasis a multidisciplinary approach to solving the problem (review) 147
- Виноградова Н. А., Плеханова С. В., Плеханов А. Ф.** — Анализ биоцидных препаратов и методов их придания тканям медицинского назначения
Vinogradova N., Plekhanova S., Plekhanov A. — Analysis of biocidal preparations and methods of their application to medical tissues. 152
- Джибилов А. Ю., Хамгокова И. У., Тлапшокова Л. Б.** — Когнитивные нарушения и деменция как осложнение цереброваскулярной недостаточности в период ишемического инсульта
Dzhibilov A., Khamgokova I., Tlapshokova L. — Cognitive disorders and dementia as a complication of cerebrovascular insufficiency during the period of ischemic stroke. 157
- Жуцзыгули Абудувайли, Рухляда Н. Н., Айли Иминьяцзы** — Роль активин-подобной рецепторной киназы-5 в имплантации бластоцисты и развитии плаценты
Ruziguli Abuduwalli, Rukhlada N., Aili Yiminniyazi — Role of activin-like receptor kinase-5 in blastocyst implantation and placental development. 163
- Карсанов А. М., Маскин С. С., Хасиева А. А., Дербенцева Т. В.** — О проблемах лечения распространенного гнойного перитонита
Karsanov A., Maskin S., Khasieva A., Derbentseva T. — On the problems of treatment of disseminated purulent peritonitis 168
- Карсанов А. М., Маскин С. С., Дербенцева Т. В.** — Распространенный гнойный перитонит: актуальные вопросы трактовки тяжести состояния пациентов и выбора хирургической тактики
Karsanov A., Maskin S., Derbentseva T. — Disseminated purulent peritonitis: topical issues of transporting the severity of patients and the selection of surgical tactics. 173
- Кудаев Д. М.** — Клиническая характеристика обследованных групп и методы исследования
Kudaev D. — Clinical characteristics of the surveyed groups and research methods 179
- Ловпаче З. Н., Теувов А. А.** — Иммунокоррекция в комплексном лечении гнойно-некротических осложнений сахарного диабета
Lovpache Z., Teuvov A. — Immunocorrection in the complex treatment of purulent-necrotic complications of diabetes mellitus. 183
- Мухина О. В., Кузнецов А. В., Древаль О. Н.** — Синдром кубитального канала: диагностика и выбор тактики лечения
Mukhina O., Kuznetsov A., Dreval O. — Cubital tunnel syndrome: diagnosis and treatment tactics 187
- Розенфельд И. И.** — Пластика больших и гигантских грыж пищеводного отверстия диафрагмы с использованием полипропиленовых сетчатых имплантатов
Rosenfeld I. — Plasty of large and giant esophageal hernia of the diaphragm with the use of polypropylene mesh implants. 194
- Ромиш С. К.** — Применение керамических вкладок в ортопедической стоматологии при восстановлении дефектов в коронковой части зуба
Romish S. — Application of ceramic inlays in orthopedic dentistry in restoring defects in the crown part of the tooth 201
- Руина О. В., Коньшклина Т. М., Борисов В. И., Пятунин К. В., Папушина Н. О., Земскова С. Е., Москаева Е. А., Лузина Е. А., Мельниченко О. В.** — Сравнительный анализ возбудителей хронического пиелонефрита у пациентов терапевтического отделения и отделения амбулаторного гемодиализа
Ruina O., Konishkina T., Borisov V., Pyatunin K., Papushina N., Zemskova S., Moskaeva E., Luzina E., Melnichenko O. — Comparative analysis of pathogens of chronic pyelonephritis in patients of therapeutic department and department of ambulatory hemodialysis 205

Сагинбаев У. Р., Рукавишникова С. А., Ахмедов Т. А., Потемкин В. В., Добрица Т. А., Гольцман Е. В. — Организация лабораторного прогнозирования исхода операций при глаукоме у пациентов старших возрастных групп <i>Saginbaev U., Rukavishnikova S., Akhmedov T., Potemkin V., Dobritsa T., Goltsman E.</i> — Organization of laboratory forecasting of surgery outcome in glaucoma in older age patients 210	Шустова О. В. — Обзор хирургических и консервативных методов, применяемых в лечении бесплодия <i>Shustova O.</i> — Review of surgical and conservative methods applicable in the treatment of infertility 230
Фадеева Т. С. — Схема ведения беременности женщин с недифференцированной дисплазией соединительной ткани <i>Fadeeva T.</i> — The scheme of management of pregnancy in women with undifferentiated connective tissue dysplasia. 216	Шустова О. В. — Риски и осложнения ЭКО, способы их профилактики и лечения <i>Shustova O.</i> — Risks and complications of IVF, methods for their prevention and treatment 236
Фадеева Т. С. — Методы исследования течения беременности у женщин с синдромом недифференцированной дисплазии соединительной ткани <i>Fadeeva T.</i> — Methods of investigation of pregnancy in women with undifferentiated connective tissue dysplasia syndrome 223	Информация Наши авторы. Our Authors. 241 Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале 245

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ – РЕАЛЬНЫЕ ШАГИ

ENVIRONMENTAL SAFETY OF AGRICULTURE AND AGRICULTURAL PRODUCTS ARE REAL STEPS

**M. Barsukova
I. Glazunova
T. Korol
N. Lagutina**

Summary. The theory of environmental risk is the basis on which the entire construction of the concept of environmental safety is strung, and the definition of the level of acceptable risk is already an applied part of it.

Ensuring environmental safety is carried out through a certain system of measures, which is called the concept of sustainable development.

Today, the world is actively looking for ways to ensure the environmental safety of both agriculture and agricultural products.

The article presents the measures that are being implemented in our country, in this area, applying and processing the experience of advanced countries.

Keywords: ecological safety, ecological safety of agriculture, ecological safety of agricultural products, best available technologies, organic products.

Барсукова Мария Васильевна

Старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К. А. Тимирязева»
gribovaa@rambler.ru

Глазунова Ирина Викторовна

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К. А. Тимирязева»
ivglazunova@mail.ru

Король Татьяна Степановна

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К. А. Тимирязева»
tskorol@gmail.com

Лагутина Наталия Владимировна

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К. А. Тимирязева»
Oie@rgau-msha.ru

Аннотация. Теория экологического риска является той основой, на которую нанизывается вся конструкция концепции экологической безопасности, а уже определение уровня приемлемого риска является прикладной ее частью.

Обеспечению экологической безопасности, осуществляется за счет определенной системы мер, которая носит название концепция устойчивого развития. Экологическая безопасность, понятие многоплановое, в него включаются, как усилия по ликвидации в случае возникновения чрезвычайных ситуаций, так и определенные механизмы по управлению и регулированию, способные, не только прогнозировать, но и не допускать ЧС.

Сегодня в мире активно ищутся пути, способные обеспечить экологическую безопасность, как сельского хозяйства, так и сельскохозяйственной продукции.

В статье представлены те меры, которые реализуются в нашей стране, в рассматриваемой области, применяя и перерабатывая опыт передовых стран.

Ключевые слова: экологическая безопасность, экологическая безопасность сельского хозяйства, экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции, наилучшие доступные технологии, органическая продукция.

Экологическую безопасность в соответствии с Указом Президента РФ от 31 декабря 2015 г. № 683 «О стратегии национальной безопасности Российской Федерации» отнесена к национальной безопасности Российской Федерации.

Термин «экологическая безопасность» на федеральном уровне закреплён в Федеральном законе от 10.01.2002 № 7-ФЗ

В ФЗ — № 7 «Об охране окружающей среды», введено определение этого термина, которое фиксируется на жизненных интересах человека и природной среды от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий [10].

«Процессом обеспечения защищенности жизненно важных интересов личности, общества, природы и государства от реальных и потенциальных угроз, создаваемых, как естественным способом, так и техногенными воздействиями является экологическая безопасность» [1] — определение применяется в ходе заседаний Совета Безопасности Российской Федерации.

Фактически в данном определении представлен действенный механизм, в виде процесса обеспечения, позволяющий активно осваивать бюджетные средства и при этом ни за что не отвечать.

Вторая часть данного определения, так же отправляет нас к балансированию для поиска равновесия, то есть отсутствует хотя бы в принципе решение конкретных экологических проблем.

Большинство определений, данных в учебниках по экологии, являются перепелкой в той или иной мере выше приведенных определений.

Наиболее адекватное и системное определение экологическая безопасность представлено в монографии ряда ученых-экологов, под руководством В.И. Данилов-Данильян, в которой фиксируется внимание на способности государства не только устранять возникающие экологические опасности, но и контролировать, а также посредством научных методов прогнозировать их и фактически осуществлять обеспечения благосостояния общества и здоровья людей [2].

Здесь можно фактически прочувствовать тот результат, который от государства ожидает социум. Результат, может проявляться как в виде улучшения экологической обстановки, так и посредством понижения отрицательного воздействия негативных факторов.

Особенностью здесь является тот факт, что появляется возможность на конкретных цифрах, показать динамику процесса, как положительного, так и отрицательного. При этом, при положительной динамике, можно говорить о количественных характеристиках, которые показывают улучшении качества, прежде всего земельных, водных и лесных ресурсов и т.д.

При обнаружении отрицательной динамики, следует активнее проводить мониторинг, особенно в том случае, если анализируется системы экологической безопасности сельского хозяйства. Тем более, что она как за рубежом, так и в нашей стране базируется на его результатах, полученных за определенный период времени. Следует отметить, что на многих предприятиях агропромышленного комплекса принимаются меры, направленные на охрану окружающей среды [3].

В свою очередь, для того, чтобы преломить отрицательную динамику, одного мониторинга не достаточно. Положительный эффект в сельском хозяйстве может быть достигнут только от комплексного подхода, который на сегодня активно применяется в передовых зарубежных странах. Он включает в себя, налаживание эффективной системы управления всей структурой экологической безопасности сельского хозяйства. Сюда входит, прежде всего, как производство соответствующих технических средств, так и разработки новых экологически безопасных технологий. Кроме того, она включает элементы, жесткого контроля, который предназначен для слежения за качеством отбора и эффективности применяемых технологий и востребованных для их внедрения технических средств.

Улучшение экологической обстановки, которое наблюдается во многих странах ЕС, связано с проводимой в этих сельскохозяйственной политики. Вопросам продовольственной и экологической безопасности, в зарубежных экономически развитых странах уделяется пристальное внимание уже достаточно давно, в результате была сформирована действенная система по использованию Best Available Techniques (BAT), что переводиться как наилучшие доступные технологии. В основу ее функционирования положены

экономически обоснованные затраты, направляемые на рациональное природопользование. При этом на регулярной основе формируются справочники BAT, получившие своё название Best Available Techniques REference Document (BREF), что переводиться как справочный документ по наилучшим доступным методам.

Данную методику планируется перевести на российскую почву и начать создавать подобные справочники наилучших доступных технологий (НДТ) [9].

В нашей стране, хоть и с существенным запаздыванием, но также активно взялись за обеспечение решение рассматриваемых вопросов и проблем [4].

В этой связи, в настоящий момент уже реализуется национальный проект «Экология», содержащего 11 федеральных проектов, в то числе и «Внедрение наилучших доступных технологий».

ГОСТ Р 54097–2010, дает четкое определение НДТ, в нем, в частности, рассматриваемые технологии представлены как технологический процесс и/или технический метод, основная задача которого за счет новейших достижений науки и техники снизить отрицательный эффект, получаемый от хозяйственной деятельности.

Область применения НДТ весьма разнообразна, и в распоряжении Правительства РФ от 24.12.2014 № 2674-р [8], представлен исчерпывающий список тех направлений, в которых могут быть применены новейшие технологии.

ТК-113, так обозначается технический комитет в котором созданы рабочие органы и сформирована действенная структура, включающая в себя действенные технические рабочие группы, основной задачей которых является разработка по каждой конкретной отрасли соответствующих информационно-технических справочников НДТ [7].

Условия ведения сельского хозяйства, климатические факторы и географические просторы российской территории, не только превосходит европейские страны, но и обладают разно векторными принципами его осуществления, при этом кардинально отличаясь в разных регионах страны. Эти положения должны постоянно учитываться при разработке справочников НДТ, при наполнения соответствующими сельскохозяйственными технологиями.

Механизм действия НДТ базируется на определенных принципах и требует пересмотра существующего подхода. Новый подход, в основе которого лежит НДТ, в качестве ключевого элемента своей деятельности определил мониторинг экологического состояния окружающей среды, который, проводится в определенном цикле и улавливает положительные, либо отрицательные эффекты от применения соответствующих технологий.

Особенность методики НДТ заключена в получении сельскохозяйственной продукции, в первую очередь за счет синтеза, как средств, так и методов, её получения, при этом, она обладает заданными как качественными, так и с количественными характеристиками.

При этом, особенностью здесь является тот факт, что в данном случае при использовании технологий учитываются региональные особенности, это прежде всего природно-климатические его условия.

Таким образом, справочники НДТ, выполняют, в том числе и охранительную функцию, на их основе происходит выдача комплексных природоохранных разрешений.

Следует напомнить, что бюджет национального проекта «Экология» составляет около 4 трлн. рублей, эти финансовые вливания приведут к улучшению качества жизни людей по всей стране. И в качестве основного механизма выбрано внедрение НДТ, на них планируется выделить 2,5 трлн. рублей из внебюджетных источников и это станет ключевой составляющей проекта.

В настоящий момент уже создана нормативная база, способствующая переходу на НДТ. Таким образом, Правительством осуществлено регулирование на основе НДТ, и данное положение он образно назвал, новыми «правилами игры» [5].

Все основные направления деятельности РСПП и ключевых министерств и ведомств работают в этом направлении.

В частности, в недрах Министерства сельского хозяйства Российской Федерации разработан законопроект об экологически чистой сельскохозяйственной продукции, сырье и продовольствии, он может вступить в силу с 1 января 2021 года.

Его создатели отмечают, что основная задача, заключается в решение таких проблем, как избавление от фальсификации экологически чистой продукции, с одной стороны, введение в заблуждение потребителей по поводу качества выпускаемой продукции, с другой и ряд подобных правовых коллизий.

С 1 января 2020 года вступил в силу, принятый еще в 2018 году Федеральный закон «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 03.08.2018 № 280-ФЗ, в нем в частности определяется понятие органической сельскохозяйственной продукции. Инициатором данного законодательного акта также выступил Минсельхоз РФ.

Так, согласно документу, на сегодняшний день наиболее экологичным является органический способ производства. Его использование означает существенное уменьшение номенклатуры, как ветеринарных препара-

ратов, так и удобрений, для их применения. Кроме того, имеет место также запрет на применение генетически модифицированных ингредиентов, предназначенных для улучшения почвы и средств защиты растений. Регламент предусматривает особые условия по размещению данного вида производства, как на значительном расстоянии, как от промышленных объектов, так и от иных источников загрязнения.

Если рассмотреть понятие «фермерской» и «эко» продукции то вышеприведенные требования не имеют к ним никакого отношения, так как данные виды продукции не закреплены в правовом поле.

АНО «Российская система качества» и/или Роскачество предусматривает разделить всю сельскохозяйственную продукцию на три основных вида, «зеленую», «экологическую» и «органическую» разработав на неё соответствующие стандарты [6].

Верхний уровень в иерархии займут органические продукты, в то время, как экологические продукты будут соответствовать одному либо нескольким критериям. К экологическим продуктам будут предъявляться менее строгие требования, по сравнению с органическими,

Особенностью, является, также и то, что не только само производство и хранение, но даже транспортировка данного вида продукции должны осуществляться отдельно.

Кроме того, имеется четкое ограничение по применению, технологий и методов генной инженерии и клонирования, использовании в производстве, либо хранении ионизирующего излучения, а также трансгенных организмов.

Существенным ограничениям подвергнется тара, как транспортная, так и потребительская, а также и упаковка, которые могут оказать негативное влияние на экологически чистую продукцию.

Проверка соответствия представленным нормативам будет осуществляться через единый государственный реестр, а производители, после внесения их продукции в реестр смогут размещать соответствующую маркировку на упаковке.

Таким образом, обеспечение качества продуктов питания, начинают играть ведущую роль при осуществлении комплексного подхода в обеспечении экологической безопасности в сельском хозяйстве.

В этой связи, сертификация готовой продукции сельского хозяйства, которая реализуется сегодня, практически ничего не дает, так как отсутствует сертификация удобрений и средств защиты растений. Отсутствуют сертификация применяемых почв и тех технологий, которые учитывают экологическое благополучие региона. Все это, на сегодняшний день не может гарантировать нам качество, ни безопасность продуктов питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захаров, В. «Зеленая» экономика и модернизация. Эколого-экономические основы устойчивого развития / С. Бобылев // На пути к устойчивому развитию России. — 2012. — № 60. — С. 7–15.
2. Данилов-Данильян В.И., Залиханов М. Ч., Лосев К.С Экологическая безопасность. Общие принципы и российский аспект. М., 2001.
3. Фурман И.В., Барсукова М. В. Пути решения проблем охраны труда и экологии в организациях АПК //Охрана и экономика труда. 2014. № 3 (16). С. 72–77.
4. Барсукова М.В., Лагутина Н. В. Сохранение биоразнообразия на Земле — необходимое условие выживания человека. // Охрана и экономика труда. 2017. № 1 (26). С. 19–22.
5. «Экология» вызвала резонанс. // http://ok51.ru/smi-centre/?page_id=1108&print=13030
6. Поднять планку: в России появится стандарт экологической продукции. // <https://radiosputnik.ria.ru/20190628/1556011088.html?in=t>
7. Распоряжение Правительства РФ от 19 марта 2014 г. № 398-р и Постановление Правительства РФ от 23.12.2014 № 1458. // Информационно-правовая система КонсультантПлюс.
8. Распоряжению Правительства РФ от 24.12.2014 № 2674-р «Об утверждении Перечня областей применения наилучших доступных технологий». // Информационно-правовая система КонсультантПлюс
9. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC): Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs. July, 2003.
10. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». // Информационно-правовая система КонсультантПлюс

© Барсукова Мария Васильевна (gribovaa@rambler.ru), Глазунова Ирина Викторовна (ivglazunova@mail.ru),
Король Татьяна Степановна (tskorol@gmail.com), Лагутина Наталия Владимировна (Oie@rgau-msha.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИССЛЕДОВАНИЕ КОАГУЛЯЦИИ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

THE RESEARCH OF THE COAGULATION WITH THE APPLICATION OF COMPUTER TECHNOLOGY TU THE PROCESS OF WASTERWATER TREATMENT

E. Goncharenko
B. Ksenofontov
S. Berezina
Yu. Borisov

Summary. The following material suggests a computational method which allows assess the efficiency of the industrial coagulants used for water treatment. Tu intensify the process of wasterwater treatment in the work we studied the use flocculants microorganisms of activated sludge.

Keywords: water treatment, coagulants, computer technology, activated sludge, flocculants.

Гончаренко Евгения Евгеньевна

К.хим.н., доцент, МГТУ им.Н.Э. Баумана г. Москва
eeg84@mail.ru

Ксенофонтов Борис Семенович

Д.т.н., профессор, МГТУ им.Н.Э. Баумана г. Москва

Березина Светлана Львовна

К.хим.н., доцент, МГТУ им.Н.Э. Баумана г. Москва

Борисов Юрий Александрович

К.т.н., доцент, МГТУ им.Н.Э. Баумана г. Москва

Аннотация. В работе рассмотрено применение методики, разработанной авторами, с компьютерным вариантом выполнения и обработки данных к процессам очистки сточных вод промышленными коагулянтами, а также к процессам очистки микроорганизмами активного ила.

Ключевые слова: компьютерная технология, очистка воды, коагулянты, активный ил, флокулянты.

Одним из основных направлений модернизации современных научных исследований является внедрение новых технологий, в том числе компьютерных. Однако в литературе отсутствуют работы по использованию компьютерных методов для изучения свойств коллоидных систем. Так как данная работа связана с использованием при водоочистке реагентной коагуляции [4], нами разработана методика с компьютерным вариантом выполнения и обработки экспериментальных данных, которая может быть применена для изучения коагуляции, стабилизации и взаимной коагуляции лиофобных золь. образующихся при гидролизе реагентов. Эта методика, как показали наши исследования [1], позволяет достаточно быстро оценить эффективность используемых реагентов.

Измерительная система представляет собой комплект датчиков (электропроводности, оптической плотности, температуры, объема жидкого реагента, объема газа и т.д.), подключенных к компьютеру через измерительный блок. Программа позволяет в разных режимах регистрировать сигналы, поступающие от датчиков, и отображать их на экране монитора. Возможно одновременное подключение нескольких датчиков и автоматическое подключение градуировки датчиков. При работе можно выбирать диапазоны значений параметров, отложенных по осям координат экспериментальных

графиков. Допускается остановка записи данных в любой момент времени и оперативный просмотр экспериментальных кривых на мониторе, а также сохранение полученных результатов в виде текстовых форматов. Так как в работе использовался метод фотоколориметрического титрования, измерения проводились с помощью двух датчиков: датчика оптической плотности и датчика объема жидкого реагента. Для измерения оптической плотности оптическая кювета с 80 мл дистиллированной воды ставилась на магнитную мешалку. После настройки оборудования в кювету наливалось 80 мл исследуемой дисперсной системы и, вращением рукоятки датчика объема, постепенно добавлялось по 0,2–0,5 мл реагента. Методика работы и схема установки подробно описаны в нашей работе [1, с. 3–6], При добавлении каждой порции раствора реагента в компьютер вводился результат измерения оптической плотности. При включении системы измерений в окне измерений появляется экран с системой координат. По оси ординат откладываются значения оптической плотности раствора, по оси абсцисс — объем добавляемого реагента. В правом верхнем углу экрана находятся цифровые индикаторы, численно показывающие соответствующие значения параметров. Таким образом, при проведении работы на экране монитора отображается экспериментально полученная зависимость оптической плотности раствора от объема раствора добавляемого реагента $D=f(V_{эл})$. Эксперимен-

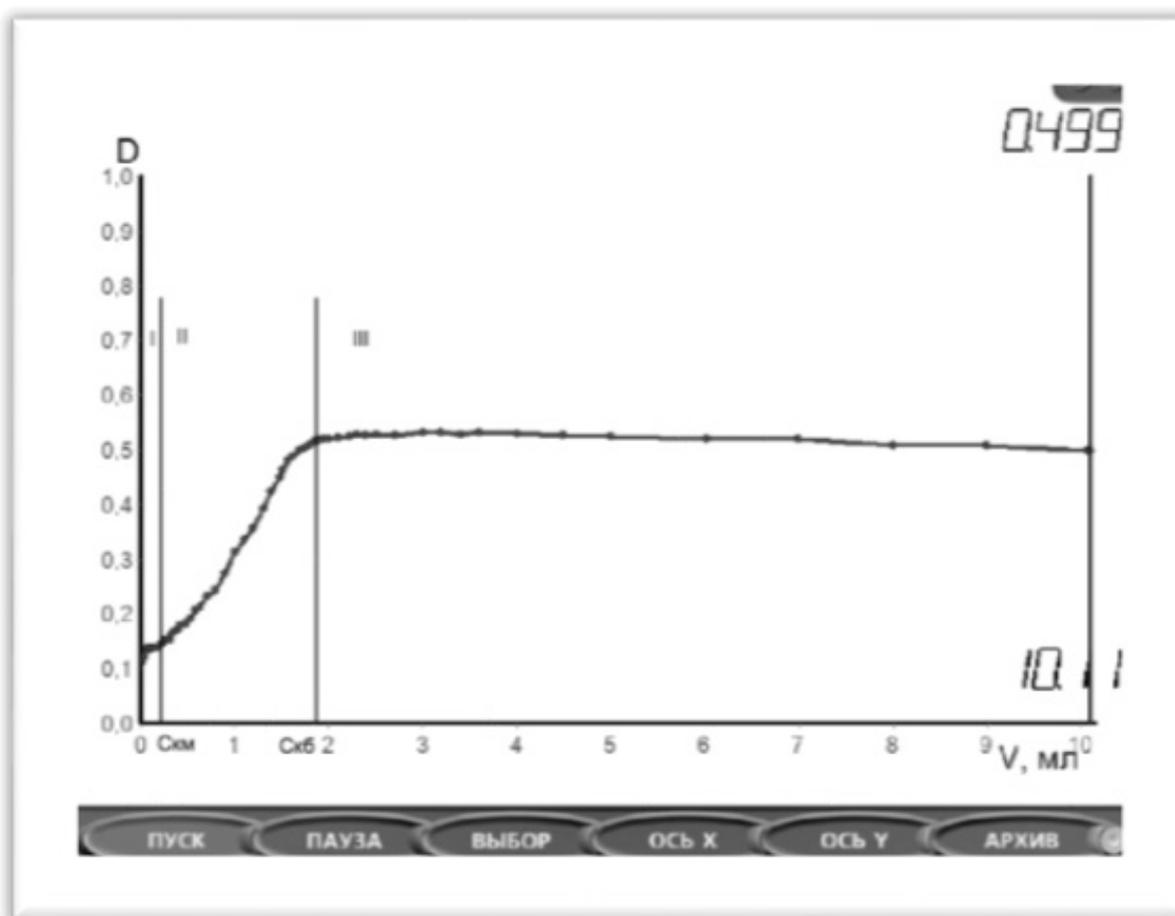


Рис. 1. Зависимость оптической плотности дождевых вод от объема добавляемого реагента 0,5% раствора «Аква-Аурата 30»

тальные графики на экране монитора при необходимости перестраивались по текстовым форматам. В случае коагуляции по координатам максимума определялся пороговый объем реагента, вызывающий быструю коагуляцию золя [1, с. 7, 10,11].

Данная методика была использована для изучения процессов очистки поверхностных сточных вод. Поверхностные сточные воды содержат примеси жиров, нефтепродуктов, взвешенные в дисперсионной среде частицы тяжелых металлов и их гидроксидов [4]. Постановка такой работы актуальна и особенно важна для условий подтопления и затопления селитебных территорий, то есть территорий, на которых расположены жилые здания, а также площадок предприятий. В этих случаях необходимо в интенсивном режиме проводить отвод и очистку воды [9]. Поэтому в настоящее время большое внимание уделяется разработке комплексных методов очистки сточных вод различного состава с использованием неорганических реагентов, полимерных флокулянтов катионного и анионного типов, а также

совместному использованию коагулянтов и флокулянтов [2–5,7]. В работе [1] нами была опробована компьютерная методика на модельных системах. Исследования показали соответствие полученных результатов литературным данным. Однако было отмечено, что воспроизводимость данных наблюдается только при постоянной скорости подачи реагента. Этот результат очень важен ввиду того, что варьируя скорость введения реагента можно изменять агрегативную устойчивость золя. Кроме того, было показано влияние скорости перемешивания системы. Для получения оптимальных результатов градиент скорости перемешивания осветляемой суспензии по нашим данным не должен превышать значений 90–100 с⁻¹.

В качестве объекта исследования в работе использовались токи дождевых вод, собранные на территории, прилегающей к главному корпусу МГТУ им. Н.Э. Баумана. Анализ взятых проб показал, что в них содержатся примеси неорганических веществ в виде сульфатов (99,5 мг/л) и хлоридов (10,5 мг/л), нефтепродукты

Таблица 1. Порог быстрой коагуляции СКБ и коагулирующая способность γ растворов «Аква-Аурата™30»

Концентрация раствора (С%) «Аква-Аурата™30»	V_K (мл)	C_{KB} (моль/л)	γ (л/моль)
0,5	1,8	0,0657	15,209
0,25	3,3	0,0589	16,9

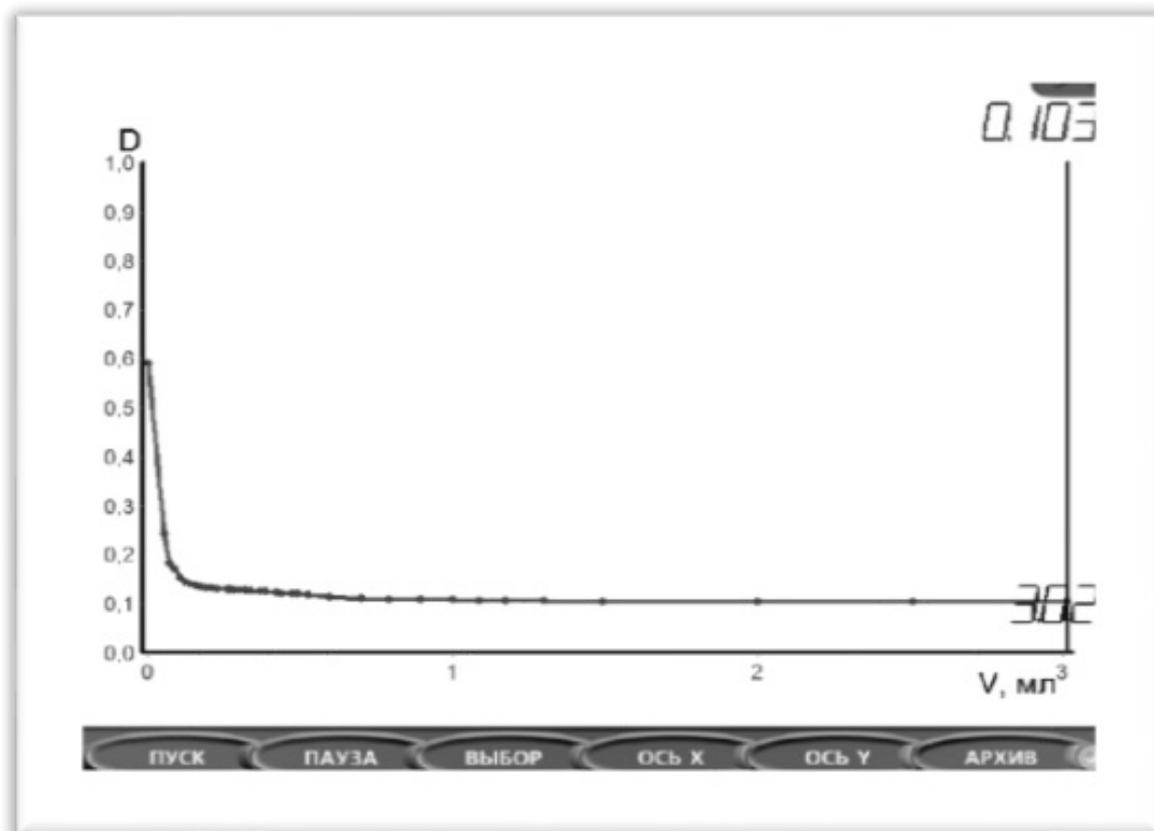


Рис. 2. Очистка тонкодисперсной суспензии отходов лакокрасочной промышленности с концентрацией загрязняющих частиц 0,15 г/л

(0,45 мг/л), взвешенные вещества (28 мг/л), а также небольшие количества металлов: Fe (1,2 мг/л), Zn (0,12 мг/л), Cr ($5 \cdot 10^{-3}$ мг/л), Pb ($4,8 \cdot 10^{-3}$ мг/л). Для очистки дождевых вод нами использовались промышленные коагулянты: растворы «Аква-Аурата™30» и сульфата алюминия $Al_2(SO_4)_3$. Растворы «Аква-Аурата™30» с концентрациями 0,1%, 0,25%, 0,5% готовились по стандартной методике [6]. На рис. 1 показана в качестве примера полученная на мониторе экспериментальная зависимость оптической плотности от объема 0,5% раствора «Аква-Аурата™30».

На рисунке 1 отмечено три области протекания процесса: область 1 — зона устойчивости дисперсной систе-

мы; область 11 — зона медленной коагуляции; область 111 — зона быстрой коагуляции; C_{KM} — порог медленной коагуляции; C_{KB} — порог быстрой коагуляции. Расчет порога быстрой коагуляции проводился по формуле:

$$C_{KB} = \frac{C_K V_K}{V},$$

где $V = (V_K + V_d)$ — объем раствора; V_K — пороговый объем коагулянта; V_d — объем исследуемой дисперсной системы (80 мл) C_K — концентрация введенного реагента (моль/л) C_{KB} — порог быстрой коагуляции. Пороговый объем V_K определялся по координате точки максимума на экспериментальных кривых. Коагулирующая способность γ реагента-коагулянта рассчитывалась как величина

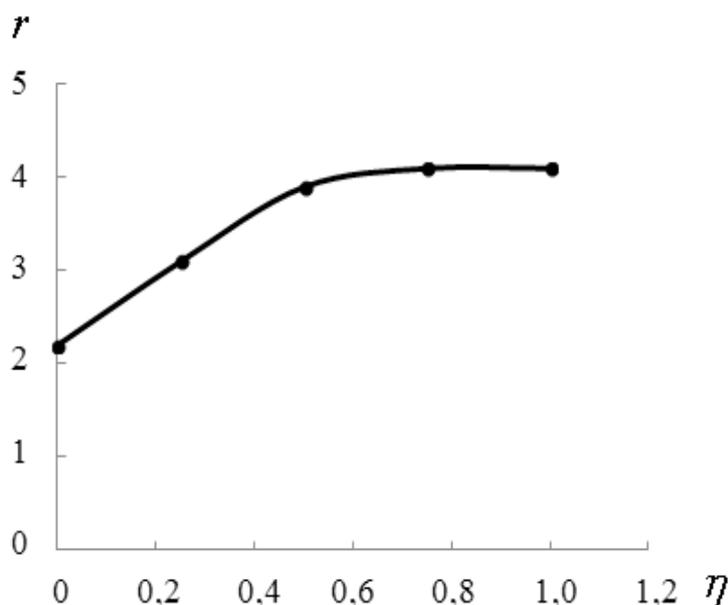


Рис. 3. Зависимость скорости осаднения твердой фазы (м/ч) от расхода микроорганизмов активного ила (г/л стоков)

на, обратная порогу быстрой коагуляции [1, с. 7, 10,11]. Результаты расчета представлены в таблице 1

В работе показано, что при разбавлении раствора «Аква-Аурата™30 до концентрации $C=0,1\%$ коагуляции не происходит. Таким образом, экспериментальные данные позволяют сделать вывод, что при разбавлении раствора реагента коагулирующая способность возрастает, но до определенного предела. Для сравнения эффективности были проведены опыты с использованием в качестве реагента 5% раствора $Al_2(SO_4)_3$. Порог быстрой коагуляции в этом случае оказался равен: $C_{KB}=0,363$ моль/л, а коагулирующая способность Y равна: $= 2,75$ л/моль.

Это гораздо ниже коагулирующей способности 0,5% раствора «Аква-Аурата 30». Компьютерная методика была также опробована в процессе очистки тонкодисперсной суспензии отходов лакокрасочной промышленности с концентрацией загрязняющих частиц 0,15 г/л с использованием в качестве реагента 0,25% раствора «Аква-Аурата 30». Полученные данные (рис. 2) позволяют сделать вывод, что коагуляция в данном случае не происходит, так как двойной электрический слой не образуется, а наблюдается осаднение твердой фазы. Эффективность процесса осаднения твердой дисперсной фазы оценивалась по минимальной величине оптической плотности. Как следует из рис. 2, для полного осаднения суспензии лакокрасочных отходов достаточно добавить только 0,3 мл 0.25% раствора «Аква-Аурата™30». Таким образом, по характеру получаемых кривых зависимости

оптической плотности дисперсной системы D от объема добавленного реагента можно судить о механизме протекающего при водоочистке процесса.

Следует отметить, что использование неорганических реагентов не всегда эффективно, поэтому для интенсификации процесса очистки неорганические коагулянты обычно применяются в сочетании с синтетическими флокулянтами [12]. В качестве флокулянтов используются линейные полимеры с высокой молекулярной массой, несущие полярные группы на обоих концах цепи: полиакриламид, полиоксиэтилен и т.д. Молекула полимера двумя концами присоединяется к двум частицам загрязнений в дисперсионной среде, скрепляя их полимерными мостиками. Таким образом, флокулянты объединяют частицы загрязнений в большие агрегаты — флокулы, что приводит к резкому увеличению скорости осаднения. В тоже время было показано, что для интенсификации процесса очистки сточных вод требуется применение значительного количества реагентов, что приводит к повышению затрат. Поэтому особый интерес представляет использование в качестве биофлокулянта микроорганизмов избыточного активного ила, образующегося при биохимической очистке воды. В процессе биохимической очистки масса активного ила возрастает и ее необходимо утилизировать. Под действием активного ила происходит биохимическое окисление органических примесей, содержащихся в воде, с превращением их в безвредные соединения: диоксид углерода, воду, нитрит и сульфат ионы [2,3]. Эффектив-

ность использования активного ила как биофлокулянта показана в работах [7,8,11] Нами проведено исследование влияния микроорганизмов активного ила на интенсификацию процесса очистки поверхностных сточных вод. Опыты проводились при комнатной температуре. Микроорганизмы активного ила с концентрацией 8,5 г/л вводились в сгущаемую суспензию.

На рис. 1 представлены данные зависимости скорости осаждения взвешенных частиц твердой фазы в осветляемых сточных водах от расхода микроорганизмов активного ила.

Полученные данные (рис. 3) показывают, что скорость осаждения увеличивается по мере увеличения количества микроорганизмов в суспензии. При этом повышается степень осветления очищаемой воды из-за уменьшения содержания взвешенных частиц.

Оценивая в целом возможности применения микроорганизмов избыточного активного ила в качестве биофлокулянта для очистки сточных вод следует отметить, что финансовые затраты при его использовании связаны только с его транспортировкой. Для транспортировки необходимо предварительное уплотнение избыточ-

ного активного ила, которое осуществляется напорной флотацией. При этом следует учесть, что флотационная очистка способствует удалению из сточных вод ПАВ, нефтепродуктов, жиров, смол и др. [7,8].

ВЫВОДЫ

1. В работе показана возможность использования разработанной авторами методики с применением компьютерной технологии для очистки поверхностных сточных вод промышленными коагулянтами
2. Проведены исследования по влиянию микроорганизмов активного ила на интенсификацию процесса очистки производственных поверхностных сточных вод. Показано, что при увеличении концентрации микроорганизмов в суспензии активного ила, увеличивается скорость осаждения твердой фазы, и возрастает степень осветления.
3. Показана возможность частичной утилизации избыточного активного ила, образующегося при биологической очистке сточных вод, за счет его использования в качестве биофлокулянта для интенсификации процессов очистки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гончаренко Е.Е., Ксенофонтов Б. С., Голубев А, М. Исследование устойчивости и коагуляции лиофобных золей с применением компьютерной технологии // Вестник МГТУ им. Н.З. Баумана. Сер. Естественные науки. 2014. № 1. С. 54–65
2. Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен, И., Арван Э. Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы:- М.: Мир. 2006. 480 с. (перевод с англ.).
3. Никитина О. Г. Современная концепция биологической очистки сточных вод. // Вода: химия и экология. 2009. М. с. 9–20
4. Бабенко Е. Д. Очистка сточных вод коагулянтами. 1977. М. Наука. 356 с.
5. Гвоздев Е.Д., Ксенофонтов Б. С. Очистка производственных сточных вод и утилизация осадков. 1988. М. Химия. 112 с.
6. Сборник Рекомендаций Хельсинской Комиссии: Справочно-методическое пособие. — СПб: Диалог. 2008. 512 с.
7. Ксенофонтов Б.С., Гончаренко Е. Е. Использование активного ила после предварительной флотационной обработки в качестве биофлокулянта. Журнал Экология и промышленность в России. 2018. № 3, с. 10–22
8. Ксенофонтов Б. С. Флотационная обработка воды, отходов и почвы. 2010. М. Новые технологии. 272 с.
9. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. — М: ОАО
10. Щукин Е.Д., Перцов А. В., Амелина Е. А. Коллоидная химия 2006. М.: Высшая школа. 444 с.
11. Гончаренко Е.Е., Бадаев Ф. З., Авсинева Н. К. Устойчивость и коагуляция лиофобных золей. 2011. М: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. 48 с.
12. Запольский А.Г. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды. Свойства. Получение. Применение / А.Г. Запольский, А. А. Баран. — Л. Химия, 1987. — 208 с.

ВЗАИМОСВЯЗЬ АЛЛЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ГЕНОВ СЕРТОНИНЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С УРОВНЕМ ТРЕВОЖНОСТИ У СТУДЕНТОВ

THE RELATIONSHIP BETWEEN ALLELIC VARIANTS OF SEROTONERGIC SYSTEM GENES AND ANXIETY LEVEL AMONG STUDENS

**O. Gumerova
Yu. Davydova
G. Galikeeva**

Summary. The analysis of the relationship between allelic variants of serotonergic system genes involved in biosynthesis (TPH1, TPH2), transport (SLC6A4), receptors (HTR1A, HTR1B, HTR2A, HTR2C, HTR3A) and degradation (MAO-A) of serotonin and anxiety level among students was held. The statistical analysis showed significant differences in the distribution of allelic variants TPH1, TPH2, HTR3A genes and revealed a four-factor model of the interaction of the TPH1, TPH2, HTR2A and HTR3A genes, which determine high and low indices of anxiety.

Keywords: anxiety, behavior, serotonin, serotonergic system, students.

Гумерова Оксана Владимировна

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Башкирский
государственный педагогический университет» (Уфа)
gumerova_80@mail.ru

Давыдова Юлия Дмитриевна

Аспирант, Институт биохимии и генетики УФИЦ
РАН (Уфа)
julia.dmitrieva@list.ru

Галикеева Гузель Фанилевна

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Башкирский
государственный педагогический университет» (Уфа)
galikeevagf@yandex.ru

Аннотация. Проведен анализ взаимосвязи аллельных вариантов генов серотонинергической системы, участвующих в биосинтезе (TPH1, TPH2), переносе (SLC6A4), рецепции (HTR1A, HTR1B, HTR2A, HTR2C, HTR3A) и деградации (MAO-A) серотонина, с уровнем тревожности у студентов. Статистический анализ выявил достоверные различия в распределении аллелей генов TPH1, TPH2, HTR3A, а также четырёхфакторную модель взаимодействия генов TPH1, TPH2, HTR2A, HTR3A, определяющих высокие и низкие показатели тревожности.

Ключевые слова: тревожность, поведение, серотонин, серотонинергическая система, студенты.

Важнейшей составляющей успешной учебной деятельности студента является психологическая адаптация к стрессовым ситуациям. Тревожность рассматривается как один из ключевых показателей, определяющих эмоциональную устойчивость индивида [1], и включающий в себя как физиологические, так и поведенческие проявления. К основным физиологическим проявлениям относят усиление сердцебиения, учащение дыхания, повышение артериального давления и др. На поведенческом уровне тревога наблюдается как напряжение, нервозность и ощущение безобъективного страха. Имеются данные, что при длительном воздействии высокой тревоги происходят адаптивные перестройки систем организма, которые могут быть крайне тяжелыми и неблагоприятными для здоровья человека. В многочисленных исследованиях указывается

на изменения в системе крови под действием тревоги, ослабление иммунитета, на повышенный риск развития вегето-сосудистой дистонии, гипертиреоза, тахикардии и ряда других патологических состояний [2].

В последние десятилетия в изучении эпидемиологии тревожности всё большее значение приобретают молекулярно-генетические исследования, которые свидетельствуют о том, что тревожность — это мультифакторный и генетически обусловленный признак, ключевая роль в котором отводится генам, участвующим в нейромедиаторном обмене.

Серотонинергическая система является важным регулятором поведения и эмоциональных характеристик человека, в том числе агрессивности, депрессивности,

суицидального поведения, определяющих индивидуальную устойчивость к стрессу и адаптивные возможности человека [3].

На сегодняшний день предполагается, что активность генов, вовлечённых в процессы биосинтеза (ферменты триптофангидроксилаза-1 *TPH1* и триптофангидроксилаза-2 *TPH2*), переноса (ген переносчика серотонина *SLC6A4*), рецепции (рецепторы *HTR1A*, *HTR1B*, *HTR2A*, *HTR2C*, *HTR3A*) и деградации (фермент моноаминоксидаза-А *MAO-A*) серотонина, может влиять на психологический статус индивида и, в том числе, на уровень его тревожности [3, 4, 5, 6].

Большинство работ по выявлению связи полиморфных вариантов генов с определенными психологическими характеристиками проводится на людях с различными психологическими расстройствами в целях поиска генетических основ заболевания. Однако, для формирования полной картины о наследуемости признака подобных исследований недостаточно. Исходя из этого, актуальным представляется исследование влияния генов серотонинергической системы и их полиморфных вариантов на уровень тревожности в группе студентов, у которых отсутствуют психические расстройства.

Цель работы

Исследование аллельных вариантов генов, отвечающих за биосинтез, перенос, рецепцию и деградацию серотонина, в выборке студентов с различным уровнем тревожности.

Методика исследования

В исследовании приняли участие 223 студента БГПУ им. М. Акмуллы в возрасте 17–23 лет с информированного согласия на психологическое тестирование и сдачу биологического материала для проведения молекулярно-генетического анализа.

Оценку уровня личностной (ЛТ) и ситуативной (СТ) тревожности проводили с помощью методики самооценки Ч.Д. Спилбергера в адаптации Ю.Л. Ханина [7]. Сумма баллов, полученная в ходе тестирования, позволяла судить об уровне тревожности: до 30 баллов — низкий, 31–44 баллов — умеренный, 45 и более баллов — высокий уровень тревожности.

Выделение ДНК проводилось из периферической крови с помощью метода фенольно-хлороформной экстракции [8]. Амплификацию изученных локусов проводили с помощью метода полимеразной цепной реакции (ПЦР) на амплификаторе «Терцик» в растворе объемом 10 мкл, содержащем 3,5 мкл Master Mix, 1,5 мкл H_2O , 4

мкл праймеров, 1 мкл ДНК. Разделение продуктов амплификации и рестрикции проводили в 7% полиакриламидном геле.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программ MS Excel 2016 (Microsoft) и GMDR (Generalized Multifactor-Dimensionality Reduction) для моделирования ген-генных и ген-средовых взаимодействий, а также таблиц сопряженности 2x2 (с поправкой Иэйтса).

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе данного исследования была проанализирована гипотеза о влиянии аллелей генов серотонинергической системы на показатели тревожности у студентов.

Для проведения анализа вся выборка была разделена на 3 группы в соответствии с показателями тревожности [7]. Ситуативная и личностная тревожность анализировались отдельно.

В ходе исследования аллельных локусов девяти генов, отвечающих за биосинтез (*A218C* гена *TPH1* и *G-703T* гена *TPH2*), перенос (*HTTLPR* гена *SLC6A4*), рецепцию (*C-1019G* гена *HTR1A*, *G861C* гена *HTR1B*, *A-1438G* гена *HTR2A*, *G68C* гена *HTR2C* и *C178T* гена *HTR3A*) и деградацию (*EcoRV* и *Fnu4HI* гена *MAO-A*) серотонина, была выявлена корреляционная зависимость между полиморфными вариантами генов *TPH1*, *TPH2*, *HTR3A* и уровнем ситуативной и личностной тревожности.

При анализе полиморфного локуса *A218C* гена *TPH1* выявлено статистически значимое повышение частоты аллеля **A* в группе лиц с высоким уровнем ситуативной тревожности ($\chi^2=4,3933$; $p=0,0363$). Согласно литературным данным, наличие аллеля **A* приводит к повышению экспрессии гена *TPH1* [5]. Исходя из этого, полученные результаты можно объяснить тем, что повышенная активность фермента *tph1* и высокая концентрация серотонина в синапсе, ведёт к усилению нервных процессов и определяет более высокие показатели тревожности.

Для полиморфного локуса *G-703T* гена *TPH2* установлено статистически значимое повышение частоты генотипа **G/*G* в группе с низким уровнем тревожности ($\chi^2=6,1813$; $p=0,0136$), а также частоты генотипа **G/*T*

в группе со средними показателями СТ ($\chi^2=7,8207$; $p=0,0061$). Известно, что триптофангидроксилаза-2 является ферментом, регулирующим (ингибирующим) биосинтез серотонина [6]. Результаты настоящего анализа, согласно которым частота генотипа **G/*G* выше у лиц

с низким уровнем СТ, могут быть обусловлены тем, что высокоактивный аллель *G определяет пониженную концентрацию серотонина и, следовательно, более низкие показатели тревожности.

При анализе полиморфного локуса *C178T* гена *HTR3A* было выявлено достоверное повышение частоты генотипа *C/*C ($\chi^2=6,7711$; $p=0,0101$) и аллеля *C ($\chi^2=3,8900$; $p=0,0486$) в группе лиц с низким уровнем ЛТ, а также повышение частоты генотипа *C/*T в группе лиц со средним уровнем ЛТ ($\chi^2=4,0468$; $p=0,0444$). Полученные результаты согласуются с ранее проведёнными исследованиями других авторов, указывающих, что низкая рецепторная активность, обусловленная наличием низкоактивного аллеля *C, детерминирует более низкие показатели личностной тревожности [4].

В ходе статистического анализа была проведена оценка роли межгенных взаимодействий исследуемых локусов генов серотонинергической системы. С помощью программы GMDR была определена четырёхфакторная модель взаимодействия аллелей генов *TPH1* (*A218C*), *TPH2* (*G-703T*), *HTR2A* (*A-1438G*) и *HTR3A* (*C178T*), которая демонстрирует степень формирования различий по признаку «ситуативная тревожность». Тестируемая сбалансированная точность модели 0,8077; чувствительность — 0,7043; специфичность — 0,9111; повторяемость — 10/10, $p=0,0107$.

Было выявлено 5 комбинаций генотипов, определяющих высокие показатели по шкале СТ. Наиболее значимым оказалось сочетание генотипов *TPH1**A/*A + *TPH2**G/*T + 5-*HTR2A**A/*A + 5-*HTR3A**C/*C, в котором при взаимодействии аллелей *TPH1**A и *TPH2**T, определяющих высокую скорость биосинтеза серотонина, а также компенсирующего взаимодействия аллелей 5-*HTR2A**A и 5-*HTR3A**C, определяющих высокий и низкий уровни рецепции соответственно, наблюдаются высокие показатели ситуативной тревожности.

При анализе сочетаний генотипов, определяющих низкие показатели, наиболее значимым оказалось сочетание *TPH1**C/*C + *TPH2**G/*G + *HTR2A**A/*G + *HTR3A**C/*C. Полученный результат демонстрирует

то, что при наличии аллелей *TPH1**C и *TPH2**G, определяющих низкую скорость биосинтеза серотонина, и аллелей *HTR2A**G и *HTR3A**C, определяющих низкий уровень рецепции, наблюдаются низкие показатели тревожности.

Заключение

Таким образом, в результате данного исследования были выявлены достоверные ассоциации по генам *TPH1*, *TPH2* и *HTR3A* с различиями по показателям ситуативной и личностной тревожности. Установлено, что у носителей аллеля *A гена *TPH1*, определяющего повышение скорости биосинтеза серотонина, наблюдается повышение показателей ситуативной тревожности; у носителей аллеля *G и генотипа *G/*G гена *TPH2*, определяющих пониженную скорость биосинтеза, а также аллеля *C и генотипа *C/*C гена *HTR3A*, связанного с низкой рецепторной активностью, наблюдаются низкие показатели СТ и ЛТ соответственно.

Анализ межгенных взаимодействий позволил установить сочетания генотипов исследуемых генов *TPH1*, *TPH2*, *HTR2A* и *HTR3A*, влияющих на различия по показателям тревожности. Было выявлено, что взаимодействие высокоактивных аллелей *TPH1**A и *TPH2**T, участвующих в биосинтезе серотонина, и взаимодействия аллелей *HTR2A**A и *HTR3A**C, определяющих высокий и низкий уровни рецепции соответственно, наблюдаются более высокие показатели, в то время как при взаимодействии низкоактивных аллелей *TPH1**C, *TPH2**G, *HTR2A**G и *HTR3A**C наблюдаются низкие показатели тревожности.

Выявленные закономерности согласуются с существующей в настоящее время гипотезой о серотониновой регуляции тревожности, в соответствии с которой усиление активности серотонинергической системы сопровождается усилением тревожности, а также позволяют приблизиться к пониманию молекулярно-генетических основ данной поведенческой характеристики и открывают перспективы для успешного прогнозирования и коррекции с целью повышения качества жизни индивидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сидоров К. Р. Тревожность как психологический феномен // Вестник УдГУ. 2013. — Вып.2. — С. 42–52.
2. Галямина А. Г. Исследование взаимосвязи депрессии и тревожности в развитии смешанного тревожно-депрессивного расстройства: фармакологический подход: автореф. дис. ... канд. биол. наук // Новосибирск, 2015. — 18 с.
3. Колесникова Л. И., Долгих В. В., Гомбоева А. С. Гены нейромедиаторных систем и психоэмоциональные свойства человека: серотонинергическая система // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2011. — № 5. — С. 212–215.
4. Niesler B., Flohr T., Nöthen M. Association between the 5'UTR variant C178T of the serotonin receptor gene HTR3A and bipolar affective disorder // Pharmacogenetics. 2001. — № 11(6). — P.471–475.

5. Левчук Л.А., Шмиголь М. В., Иванова С. А. Серотонинергическая система в патогенезе и терапии депрессивных расстройств // Сибирский вестник психиатрии и наркологии. — 2012. — № 2(71). — С. 75–79.
6. Чуканова А. С. Клинико-генетические аспекты побочных эффектов топирамата у больных эпилепсией: автореф. дис. ... канд. мед. наук // Москва, 2011. — 26 с.
7. Барканова О. В. Методики диагностики эмоциональной сферы: психологический практикум // Красноярск: Литера-принт, 2009. — С. 215–222.
8. Mathew C. C. The isolation of high molecular weight eucariotic DNA // Methods in Molecular Biology. 1984. — V.2. — P. 31–34.

© Гумерова Оксана Владимировна (gumerova_80@mail.ru),
Давыдова Юлия Дмитриевна (julia.dmitrieva@list.ru), Галикеева Гузель Фанилевна (galikeevagv@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В БИОЛОГИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Ефремова Галина Вячеславовна

К.с.-х.н., доцент, Ивановская государственная
сельскохозяйственная академия имени Д. К. Беляева
efremova37@bk.ru

Зотова Елена Юрьевна

К.с.-х.н., доцент, Ивановская государственная
сельскохозяйственная академия имени Д. К. Беляева

INCREASING THE EFFICIENCY OF FLAX CULTIVATION IN A BIOLOGIZED FARMING SYSTEM

**G. Efremova
E. Zotova**

Summary. The paper presents the results of research conducted in 2018–2019. In the Ivanovo state agricultural Academy (Ivanovo region, Ivanovo) on the study of environmentally safe methods for increasing the productivity of flax-Longhorn based on the use of sideral precursors and biological preparations. The purpose of scientific research was to study the effectiveness of new precursors-white mustard and peas with oats, biofungicides and bioinsecticide in the cultivation of flax-Longhorn varieties Tomsk-17. The research objectives were to determine the influence of sideral precursors and biological preparations on the productivity of flax and the economic efficiency of the elements of biologized technology.

Sideral crops and biological preparations had a positive impact on the formation of flax yield and the efficiency of its cultivation in biologized farming systems. The use of biologics against the background of sideral precursors allowed to increase the yield of straw and flax seeds and realize the potential of the Tomsk-17 variety in the conditions of the Ivanovo region at the level of 104.0 C/ha of straw and 15.5 C/ha of seeds.

The technology of growing flax in the crop rotation after sideral steam and the use of biological means to stimulate growth and protect plants is cost-effective.

Keywords: sideral precursors, biological preparations, fiber flax, yield.

Аннотация. В работе представлены результаты исследований, проведенных в 2018–2019 гг. в Ивановской государственной сельскохозяйственной академии (Ивановская область, г. Иваново) по изучению экологически безопасных приемов повышения продуктивности льна-долгунца на основе использования сидеральных предшественников и биологических препаратов. Целью научных исследований стало изучение эффективности новых предшественников — горчицы белой и гороха с овсом, биофунгицидов и биоинсектицида при выращивании льна-долгунца сорта Томский-17. В задачи исследований входило установить влияние сидеральных предшественников и биологических препаратов на продуктивность льна-долгунца и экономическую эффективность элементов биологизированной технологии.

Сидеральные культуры и биологические препараты оказывали положительное влияние на формирование урожайности льна-долгунца и эффективность его возделывания в биологизированных системах земледелия. Использование биопрепаратов на фоне сидеральных предшественников позволило повысить урожайность соломы и семян льна-долгунца и реализовать потенциал сорта Томский-17 в условиях Ивановской области на уровне 104,0 ц/га соломы и 15,5 ц/га семян.

Технология выращивания льна-долгунца в севообороте после сидерального пара и применения биологических средств стимулирования роста и защиты растений экономически эффективна.

Ключевые слова: сидеральные предшественники, биологические препараты, лен-долгунец, урожайность.

Основой современных технологий выращивания сельскохозяйственных культур являются разработка и внедрение органического земледелия, применение препаратов природного происхождения.

Сидераты выполняют агроэкологическую роль в системе биологизации земледелия, воспроизводстве плодородия почв, рациональном применении минеральных удобрений [1, с. 10–11]. В настоящее время уровень внесения органических удобрений (навоза, сломы, компостов) не может обеспечить стабилизацию и повыше-

ние почвенного плодородия. Поэтому, необходим поиск альтернативных вариантов пополнения органического вещества в почве, одним из наиболее эффективных является использование сидератов [2, с. 42].

Создание высокого агрофона и размещение льна в севообороте с короткой ротацией способствует получению высокой и стабильной урожайности льнопродукции [3, с. 26–31]. Не менее важно повышение устойчивости сорта Томский-17 к фузариозу, во влажные годы степень поражения растений превышает порог вредо-

носности и ведет к снижению продуктивности [4, с. 34–35]. Изучение новых предшественников льна-долгунца, биологических препаратов направлено на реализацию потенциала продуктивности сортов, повышение устойчивости к патогенам, получение экологически чистой продукции, экономию затрат.

Изучение новых предшественников льна-долгунца, повышение устойчивости к неблагоприятным факторам на основе биологизированной технологии возделывания является весьма актуальной темой исследований, направленной на достижение потенциала продуктивности сортов.

Цель и задачи исследований

Цель исследований: изучение эффективности новых предшественников — горчицы белой и гороха с овсом, биофунгицидов и биоинсектицида при выращивании льна-долгунца сорта Томский-17.

Задачи исследований: установить влияние сидеральных предшественников и биологических препаратов на продуктивность льна-долгунца и экономическую эффективность элементов биологизированной технологии.

Условия, объекты и методы исследований

Период вегетации 2018 года можно охарактеризовать как достаточно теплый и слабо засушливый, что оказало благоприятное на рост, развитие и накопление вегетативной массы сидеральных культур. Период вегетации с июля 2019 года можно охарактеризовать как избыточно влажный и умеренно холодный, в начале вегетации наблюдалась засушливая и теплая погода, что способствовало развитию фузариоза льна-долгунца и льняной блошки, что создавало условия для установления эффективности биологических методов борьбы с болезнями и вредителями.

Научные исследования проводили путем постановки полевого опыта в НУЦ ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА имени Д. К. Беляева, площадь опытной делянки — 40 м², повторность четырехкратная, расположение делянок последовательное.

Посев сидератов проводили в 2018 году в 2 срока: 1 срок — в мае, 2 срок — в июле. Норма высева семян горчицы 20 кг/га, гороха в смешанном посеве — 200 кг/га (2 млн. семян на 1 га), овса — 35 кг/га (1,2 млн. семян на 1 га). Семена сидеральных культур перед посевом обрабатывали 2% раствором стимулятора роста «Энерген Аква». Минеральные удобрения вносили перед предпосевной культивацией из расчета N12P40K40. Посев льна сорта Томский –17 проводили в 2019 году после

сидеральных предшественников селекционной сеялкой ССНП-16 с междурядьями 10 см. Норма высева 23 млн. всхожих семян на 1 га. Для посева использовали кондиционные семена первой репродукции. В 2018 году и перед посевом льна в 2019 году изучали влияние сидератов на агрохимические и физические свойства почвы. В 2019 году проводились учеты элементов структуры урожая, урожайности соломы и семян в соответствии с методикой проведения полевых опытов со льном-долгунцом. В работе использована методика агрохимических исследований [5, с. 394–401].

В научном опыте изучались сидеральные предшественники: горох-овес, горчица белая; биологические препараты: Витариз получен на основе *Pseudomonas fluorescens*, Трихозан — в состав препарата входит гриб рода триходерма *Trichoderma lignorum*, Биоинсектицид содержит комбинацию природных авермектинов, которые продуцируются непатогенными почвенными грибами *Bacillus thuringiensis*, *Streptomyces* sp., *Beauveria bassiana*. Трихозан — 3 л/га вносили осенью, после уборки предшественника и весной, под предпосевную культивацию в дозе 2 л/га. Трихозан — 1 л/т и Витариз — 1 л/т применяли для последовательного протравливания семян перед посевом. Витариз — 1 л/га использовали для двукратной обработки растений в период вегетации, Биоинсектицид — 3 л/га — для однократной обработки в начале вегетации. Для повышения биологической активности препаратов в рабочую жидкость добавляли гумат Плородориде Универсал в дозе 300 мг/га.

Результаты исследований и их обсуждение

По данным таблицы 1 можно сделать вывод, что урожайность горчицы белой и гороха с овсом при использовании на сидерат в паровом поле не имела существенных различий. Урожайность во второй срок посева имела существенную прибавку к посеву в первый срок и составила 21,4 ц/га гороха с овсом и 18,8 ц/га горчицы, что объясняется улучшением показателей плодородия почвы, повышением содержания гумуса и элементов питания, увеличением запасов продуктивной влаги, снижением объемной массы почвы и засоренности посевов.

В таблице 2 приведены данные по изменению агрохимических свойств почвы после двукратной заправки сидератов в паровом поле и использования биопрепаратов на льне.

Агротехнические приемы по заправке сидератов, внесению минеральных удобрений и биопрепаратов в посевах льна-долгунца в 2019 году способствовали снижению кислотности почвы, увеличению подвижных форм фосфора и обменного калия по сравнению с 2018 годом.

Таблица 1. Эффективность использования горчицы белой и гороха с овсом на сидерат, 2018 г.

Варианты	Урожайность, ц/га		Общая урожайность, ц/га
	Посев 27 мая	Посев 22 июля	
Горох-овес	82,0	103,4	185,4
Горчица	88,0	106,8	194,8
НСР 05			10,1

Таблица 2. Влияние удобрений и биопрепаратов на агрохимические показатели почвы, 2019 г.

Варианты	pH _{сол}	Содержание, мг/100 г почвы		Гумус, %
		P ₂ O ₅	K ₂ O	
Яровые зерновые	5,6	5,0	7,0	1,2
Фон — горох-овес на сидерат	5,8	5,0	5,0	2,2
Фон — горчица белая на сидерат	5,7	5,0	25,0	2,8
Горох-овес + биопрепараты	6,0	5,0	25,0	2,9
Горчица белая + биопрепараты	5,5	5,0	25,0	2,5

Таблица 3. Влияние сидератов и биопрепаратов на урожайность льна-долгунца, 2019 г.

Варианты	Урожайность, ц/га		Прибавка к контролю, ц/га		Прибавка от биопрепаратов, ц/га	
	соломы	семян	соломы	семян	соломы	семян
Яровые зерновые	54,3	5,1	-	-	-	-
Горох-овес	80,3	7,6	26,0	2,5	-	-
Горчица	72,2	7,1	17,9	2,0	-	-
Горох-овес+Трихозан+Витариз	85,7	7,8	31,4	2,7	5,4	0,2
Горчица+Трихозан+Витариз	83,0	8,9	28,7	3,8	10,8	1,8
Горох-овес +Трихозан+Витариз+Биоинсектицид	104,0	15,5	49,7	10,4	23,7	7,9
Горчица+Трихозан+Витариз+Биоинсекти-цид	92,3	14,1	38,0	9,0	20,1	7,0
НСР05	15,6	2,8				

Таблица 4. Экономическая эффективность применения сидеральных предшественников и биопрепаратов при выращивании льна-долгунца

Варианты	Урожайность, ц/га		Стоимость урожая, руб/га	Стоимость затрат, руб/га	УЧД, руб/га	Рентабельность, %
	семян	соломы				
Яровые зерновые	5,1	54,3	170716	134519	37197	27,7
Горох-овес+Энерген	7,6	80,3	252625	178199	74435	41,8
Горчица+Энерген	7,1	72,2	227908	168357	59551	35,4
Горох-овес+Трихозан+Витариз	7,8	85,7	268720	183579	85141	46,4
Горчица+Трихозан+Витариз	8,9	83,0	264121	182091	82030	45,0
Горох-овес +Трихозан+Витариз+Биоинсектицид	15,5	104,0	343730	202701	141029	69,6
Горчица+Трихозан+Витариз+Биоинсектицид	14,1	92,3	306081	194318	111763	57,5

Таблица 5. Устойчивость льна-долгунца к болезням при использовании биологических препаратов

Вариант	Всего больных растений, %	В том числе фузариозная гниль, %
Яровые зерновые	28	28
Горох-овес	28	28
Горчица белая	18	18
Горох-овес + Трихозан + Витариз	16	16
Горчица белая + Трихозан + Витариз	14	14
Горох-овес + Трихозан + Витариз + Фитоверм	14	14
Горчица белая + Трихозан + Витариз + Фитоверм	10	10

Таблица 6. Программа применения биопрепаратов на льне-долгунце

Мероприятие, срок и способ применения	Био-препарат	Норма расхода л/га, т	Цена, руб/л	Цель применения, преимущества	Экономия
Ранневесеннее боронование или предпосевная культивация	Трихозан	2,0	210	1. Снижение расхода минеральных удобрений (экономия до 150 кг/га). 2. Экономия на применении химических фунгицидов, оздоровление почвы.	До 5000 руб/га
Обработка семян перед посевом (протравливание, последовательное)	Витариз	1,0	210	1. Подавление бактериальных (химических аналогов не существует) и грибных возбудителей болезней. 2. При отсутствии внутрисеменной инфекции возможно исключение химического протравливания. 3. Ростостимулирующее действие	До 2000 руб/т
	Трихозан	1,0	210		
Опрыскивание в период вегетации 1-е	Витариз	1,0	210	1. Подавление бактериальных (химических аналогов не существует) и грибных возбудителей болезней. 2. Экономия на применении химических пестицидов. 3. Подавление патогенной микрофлоры, ростостимулирующее действие 4. Борьба с льняной блошкой	До 1500 руб/га
	Биоинсектицид	3,0	200		
Опрыскивание в фазу бутонизации	Витариз	1,0	210	1. Экономия на обработке химическими фунгицидами и инсектицидами. 2. Улучшение состояния ризосферы. 3. Ростостимулирующее действие	До 2000 руб/га
Сразу после уборки культуры	Трихозан	3,0	210	1. Ускорение разложения пожнивных остатков. 2. Оздоровление почвы, повышение ее биологической активности и плодородия. 3. Подавление патогенной микрофлоры.	До 1500 руб/га

Применение биопрепаратов по фону горчицы увеличило содержание K₂O на 20 мг/100 г почвы (табл. 2).

Биопрепараты характеризовались ростостимулирующим действием. Наибольшая прибавка урожайности семян и соломы получена при комплексном использовании биопрепаратов: Трихозан (обработка почвы)+Витариз и Трихозан (последовательное протравливание семян)+Витариз (обработка растений)+Биоинсектицид (обработка растений). Прибавка урожайности соломы составила 49,7 ц/га по фону горох-овес и 38 ц/га по фону горчица. Урожайность семян увеличилась соответственно на 10,4–9,0 ц/га, получены достоверные прибавки урожайности льнопродукции по обоим предшественникам. Биологические препараты, стимулируя рост и развитие растений, способствовали получению максимальной урожайности с единицы площади (табл. 3).

Дополнительные затраты на использование сидератов и биопрепаратов окупались дополнительным чистым доходом, уровень рентабельности увеличился по сравнению с размещением льна после яровых зерновых культур на 41,9% по фону гороха с овсом и на 29,8% по фону горчицы (табл. 4). Система применения биопрепаратов и сидератов при выращивании льна-долгунца направлена на реализацию сортового потенциала, экономию затрат и повышение экономической эффективности производства экологически чистой продукции.

Биопрепараты содержат природные компоненты на основе бактерий и грибов, подавляющих возбудителей болезней и вредителей льна в системе почва-растение. Устойчивость растений к фузариозу увеличилась при использовании биопрепаратов на 14% по фону гороха с овсом и на 18% по фону горчицы (табл. 5).

Общая экономия затрат от применения изучаемых биопрепаратов может достигать 10500 руб/га по сравнению

с использованием агрохимикатов. На основании проведенных исследований рекомендуется система применения биопрепаратов на льне-долгунце. Система включает внесение Трихозана в почву осенью, после уборки предшествующей культуры с нормой расхода 3/га и весной, под ранневесеннее боронование или предпосевную культивацию с нормой расхода 2 л/га. Витариз в дозе 1 л/т и Трихозан-1 л/т следует применять для последовательного предпосевного протравливания семян. В период вегетации необходимо провести две обработки растений препаратом Витариз в дозе 1 л/га: первое опрыскивание проводится в фазу елочка, второе — в фазу бутонизации. Биоинсектицид рекомендуется для обработки посевов от льняной блошки в период появления вредителя (табл. 6).

ВЫВОДЫ

Система применения биопрепаратов и сидератов при выращивании льна-долгунца направлена на реализацию сортового потенциала, экономию затрат и повышение экономической эффективности производства экологически чистой продукции.

Наибольшие прибавки урожайности соломы и семян получены при размещении льна после сидеральных предшественников и комплексном использовании биопрепаратов Трихозан, Витариз и Биоинсектицид. Реализован потенциал продуктивности сорта льна-долгунца Томский-17 на уровне 104,0 ц/га соломы и 15,5 ц/га семян при использовании сидерального предшественника горох+овес и биопрепаратов. Уровень рентабельности составил 69,6% и увеличился на 41,9% по сравнению с размещением льна после яровых зерновых культур. Использование сидеральных паров и биопрепаратов способствует увеличению плодородия почвы, продуктивности льна-долгунца, повышению экономической эффективности его возделывания.

ЛИТЕРАТУРА

- Новиков А.Н., Лопачев Н. А., Баннова А. Н. Роль сидератов в воспроизводстве плодородия почв Верхневолжья // Вестник Орел ГАУ, № 4 (31) 2011, с. 10–11.
- Ивенин В.В., Ивенин А. В. Агротехнические особенности выращивания картофеля: Учебное пособие / Под ред. В.В. Ивенина. — СПб.: Изд-во Лань, 2015. — 336 с.
- Ефремова Г. В. Изучение новых сортов льна-долгунца // Журн. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2015, № . 4, с. 26–31.
- Порсев И.Н., Торопова Е. Ю., Купцевич Н. А., Саломатина К. С. Урожайность льна-долгунца и льна масличного в зависимости от сортового состава в условиях Центральной зоны Курганской области // Вестник Курганской ГСХА, № 1(17), 2016, с. 34–35.
- Минеев В. Г. Практикум по агрохимии/В.Г. Минеев.-М.: Изд-во Московского университета.-2001. — с. 394–401.

© Ефремова Галина Вячеславовна (efremova37@bk.ru), Зотова Елена Юрьевна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

КАДМИЙ И СВИНЕЦ В ИЛАХ РЕКИ УРАЛ: ВАЛОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

CADMIUM AND LEAD IN SLUDGE DEPOSITS URAL RIVERS: GROSS CONTENT, DISTRIBUTION AND ENRICHMENT

**G. Solovykh
E. Shostak
T. Osinkina**

Summary. Purpose: analysis of silt deposits in the middle reaches of the Ural River for the presence of cadmium and lead, the distribution of these metals and the level of pollution of the river (by enrichment factors).

Methods: determination of the gross content of cadmium and lead in bottom sludge was carried out by atomic absorption spectrophotometry. The level of contamination of bottom sediments was identified by the enrichment factor, which is a value equal to the ratio of the content of heavy metal in bottom sediments (mg / kg) to the value of the metal clark in the lithosphere (mg / kg).

Results: the total content and level of contamination of silts of some sections of the middle reaches of the Ural River with cadmium and lead were studied. An uneven distribution of pollutants in bottom sediments has been established, despite the lenticular (fluid) nature of the reservoir. According to the enrichment factor (KO), the sites with the highest (for cadmium the Ural river — above the city of Orsk (KO = 1.64), for lead the Ural river — Treatment facilities (KO = 103.1)) and the smallest (for cadmium the Ural river — Water intake (KO = 0.42), for lead from the Ural River — Camp "Dubki" (KO = 31.9)) levels of metal pollution.

Conclusions: cadmium and lead are present in the silts of all study areas of the Ural River, which indicates the presence of natural or anthropogenic sources of these metals with different mobility. The accumulation of toxicants in the ecotopes of the river is uneven, which may be due to differences in the structure and properties of silt deposits, the nature of the river flow, and the unevenness of its average annual and interannual runoff.

Keywords: heavy metals, pollutants, environmental standard, enrichment factor, gross content, level of pollution, accumulation, toxicity, complexing ability.

Соловых Галина Николаевна

Д.б.н., ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный
медицинский университет» Министерства
здравоохранения Российской Федерации»
k_biology@orgma.ru

Шостак Елена Ивановна

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Оренбургский
государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской
Федерации»

Осинкина Татьяна Владимировна

К.б.н., старший преподаватель, ФГБОУ ВО
«Оренбургский государственный медицинский
университет» Министерства здравоохранения
Российской Федерации»
osinkina12@mail.ru

Аннотация. Цель: анализ иловых отложений среднего течения реки Урал на наличие кадмия и свинца, распределения указанных металлов и уровень загрязнённости реки (по коэффициентам обогащения).

Методы: определение валового содержания кадмия и свинца в донных илах проводили методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Уровень загрязнённости донных отложений выявляли по коэффициенту обогащения, который представляет собой величину равную отношению содержания тяжёлого металла в донных отложениях (мг/кг) к величине кларка металла в литосфере (мг/кг).

Результаты: изучено валовое содержание и уровень загрязнённости илов некоторых участков среднего течения реки Урал кадмием и свинцом. Установлено неравномерное распределение поллютантов в донных отложениях, несмотря на лентический (текучий) характер водоёма. По коэффициенту обогащения (КО) определены участки с наибольшим (по кадмию река Урал — выше города Орска (КО = 1,64), по свинцу река Урал — Очистные сооружения (КО = 103,1)) и наименьшим (по кадмию река Урал — Водозабор (КО = 0,42), по свинцу река Урал — лагерь «Дубки» (КО = 31,9)) уровнями загрязнения металлами.

Выводы: кадмий и свинец присутствуют в илах всех участков исследования реки Урал, что свидетельствует о наличии природных или антропогенных источников различных по подвижности форм данных металлов. Аккумуляция токсикантов в экотопах реки неравномерна, что может быть обусловлено различиями в структуре и свойствах иловых отложений, характере течения реки, неравномерности её среднегодового и межгодового стока.

Ключевые слова: тяжёлые металлы, поллютанты, экологический норматив, коэффициент обогащения, валовое содержание, уровень загрязнённости, аккумуляция, токсичность, комплексообразующая способность.

Введение

По биологической классификации химических элементов к тяжёлым металлам относятся микро- и ультрамикроэлементы, которые при значительном накоплении в окружающей среде проявляют свойства токсикантов и экотоксикантов [1, с. 45]. Вероятными токсикантами следует считать соединения элементов, оказывающие негативное действие (часто пролонгированного характера) на отдельный организм, группу организмов, вид или некоторую определённую совокупность видов; экотоксиканты как правило воздействуют сочетанно на экосистему в целом [6, с. 34].

Материалы и методы исследования

Материалами исследования явились вода и иловые отложения (донные илы), отобранные с 18 участков общей протяжённостью около 325,0±10,0 км среднего течения реки Урал.

Отбор воды осуществляли на участках исследования с помощью батометра на расстоянии не менее 2-х метров от берега в ёмкости из тёмного стекла с плотными крышками и хранили при температуре -18°C до отправки в лабораторию для последующего исследования. Забор донных (иловых) отложений — верхнего 10–15-сантиметрового слоя грунта на дне водоёма проводили с использованием совка-скребка, упаковывали в ёмкости из тёмного стекла с плотными крышками и хранили при температуре -18°C до отправки в лабораторию для последующего исследования.

Определение валового содержания кадмия и свинца в донных илах проводили на базе лаборатории ФГБУ ГЦ Агрохимической службы «Оренбургский», методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборе «Спектр-5–3» в соответствии с методическими указаниями М.ЦИНАО, 1992 (для донных отложений).

Анализ уровня загрязнённости донных отложений кадмием и свинцом проводили по коэффициенту обогащения, который представляет собой величину равную отношению содержания тяжёлого металла в донных отложениях (мг/кг) к величине кларка металла в литосфере (мг/кг): $KO_{oo} = [TM]_{oo} / [TM]_{кл}$. Среднее содержание в литосфере (кларк) кадмия составляет 0,13 мг/кг, для свинца 0,16 мг/кг [3, с. 76; 12, с. 323].

Литературный обзор

Металлы с атомной массой более 50, отличаются способностью к аккумуляции в объектах природной среды и оказывают, как правило, множественное влияние на экосистему [2, с. 78; 4, с. 23]. Сформирована опреде-

ленная группа химических элементов, в которую входят кадмий, медь, мышьяк, никель, ртуть, свинец и хром как опасные для здоровья человека и большинства других живых организмов [5, с. 6; 8, с. 86]. К числу высокотоксичных относятся кадмий, свинец, ртуть и их соединения [10, с. 72; 15, с. 44]. Кадмий губителен для живых организмов даже в микроконцентрациях: для человека уже 10 мкг/сутки крайне токсичны. Опасность усугубляется ещё и тем, что интоксикация может прогрессировать даже после прекращения контакта с кадмием или его соединениями [7, с. 43; 9, с. 121]. Свинец по степени токсичности стоит после таллия, ртути и кадмия [11, с. 49]. Отравления свинцом чаще всего носят затяжной хронический характер со значительным угнетением работы нервной, соединительной и костной тканей [16, с. 12].

Ведомственными организациями и экспертами по охране окружающей среды на основе детального анализа многочисленных общих и биомониторинговых исследований среди металлов, обладающих токсическим действием, выделена особая группа в которую включены элементы: медь, мышьяк, никель, ртуть, свинец, цинк, хром и их соединения как наиболее опасные для жизнедеятельности и динамики обмена веществ человека и животных [5, с. 25]. Чистые вещества и соединения кадмия, свинца и ртути определены из них как наиболее токсичные [7, с. 31].

Негативный характер действия на живые организмы указанной группы металлов обусловлен, как правило, рядом отличительных физико-химических свойств:

1. Повышенной способностью к комплексообразованию, обуславливающей формирование в почвах и донных отложениях устойчивых металлоорганических соединений хелатного типа, снижающих скорость выведения металлов из экосистемы;
2. Повышенной липофильностью, позволяющей быстро проникать через плазмалеммы клеток тканей организмов и связываться с активными центрами ферментов, изменяя их активность, и, таким образом, нарушать обмен веществ;
3. Высокой подвижностью ряда их металлоорганических соединений (в определённых условиях) которая позволяет данной группе поллютантов лишь перераспределяться между компонентами природной среды и долгое время циркулировать по трофическим цепям, аккумулируясь в последних звеньях трофических уровней.

Таким образом, некоторые физико-химические особенности указанных металлов, во многом определяют их повышенную токсичность. Однако, широкая область применения данных металлов в различных отраслях промышленности Оренбургской области и факт обнаружения кадмия и свинца в воде и водной вытяжки донных отложений ранее проведёнными мониторинговыми

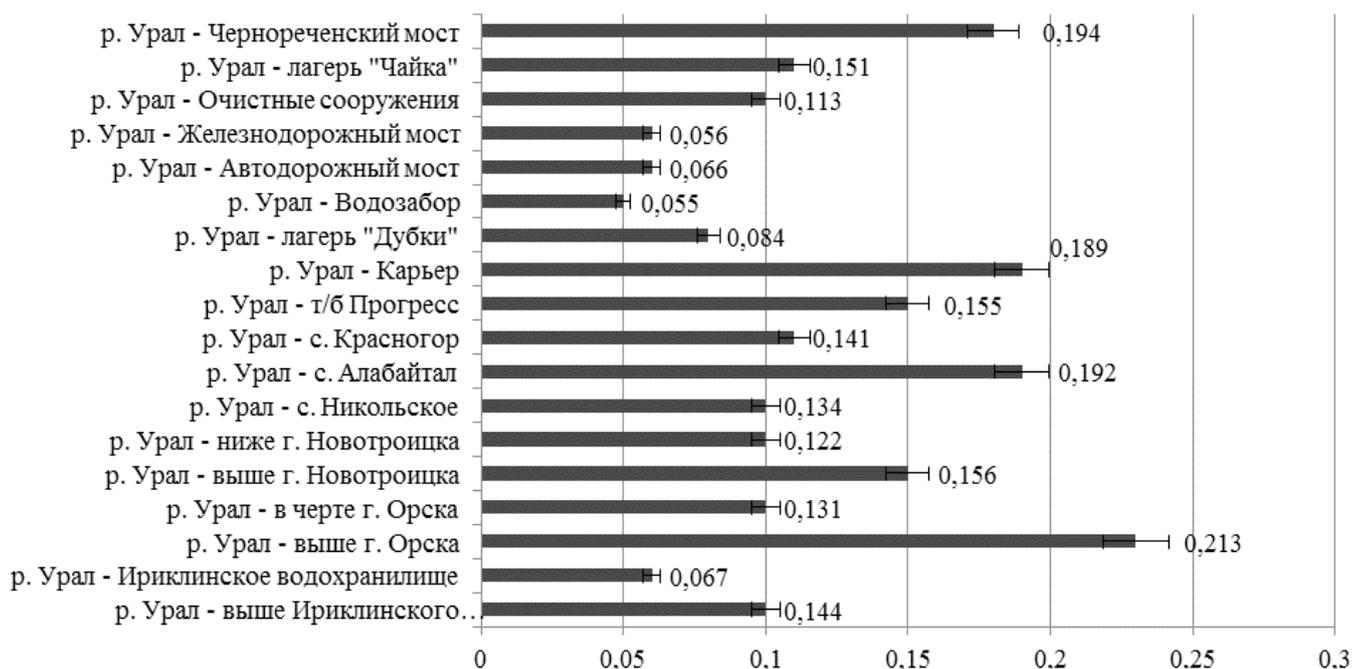


Рис. 1. Валовое содержание кадмия (мг/кг) в илах среднего течения реки Урал (2013 г.)

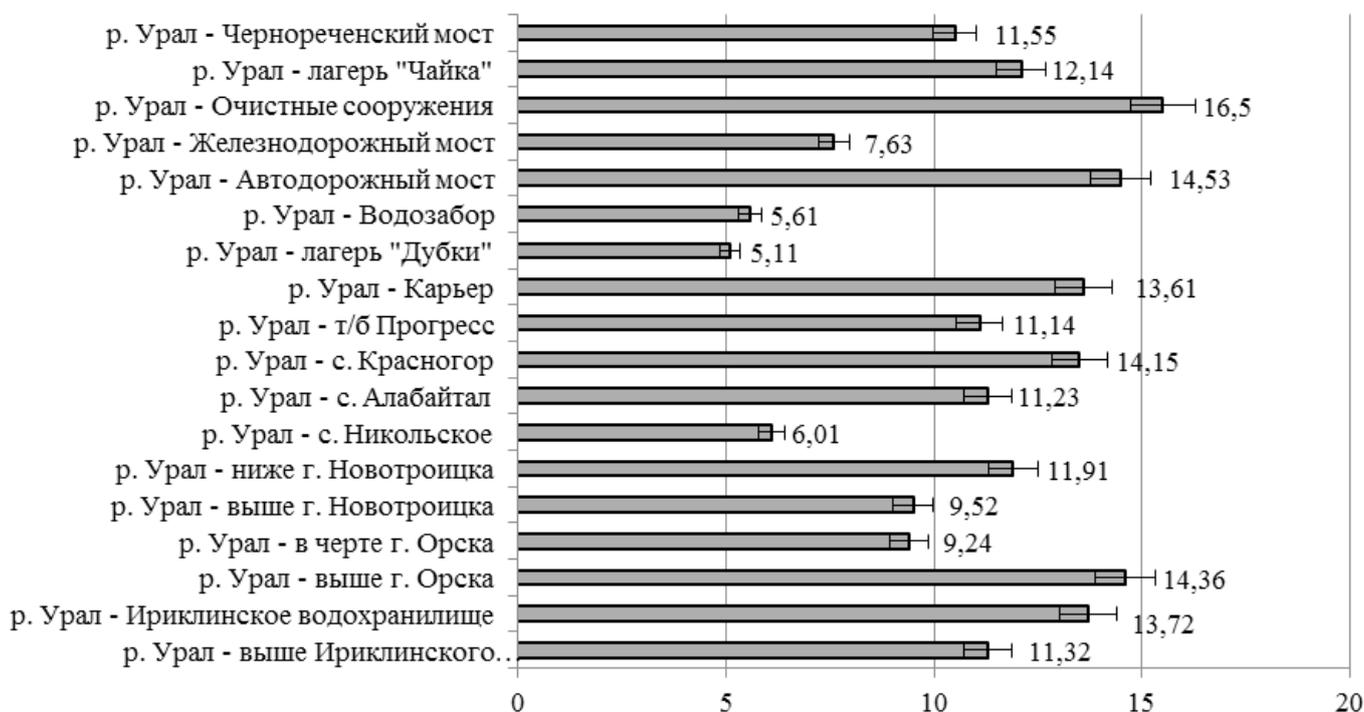


Рис. 2. Валовое содержание свинца (мг/кг) в илах среднего течения реки Урал (2013 г.)

исследованиями Драбкина Б. С. (1971 г.), Минаковой В. В. (2002–2004 гг.), Голинской Л. В. (2011 г.) в восточных районах области, определили актуальность исследования.

Результаты и обсуждение

Донные отложения (илы) природного пресноводного водоёма формируются из глинистых, суглинистых, песчаных и органических частиц растительного и животного происхождения, непрерывно оседающих на дно в течение длительного периода существования гидробиоценоза [13, с. 95]. Накопление биогенного вещества в донных отложениях, которое происходит как в водоёме, так и на его водосборной площади отражает практически все основные процессы, происходящие в придонных слоях воды, в том числе и накопление тяжелых металлов с течением времени [14, с. 70].

Анализ полученных данных показал, что кадмий и свинец присутствуют во всех пробах иловых отложений, отобранных с участков среднего течения реки Урал (рис. 1 и рис. 2). Однако при сравнении значений с экологическим нормативом, составляющим 0,8 мг/кг для кадмия и 86 мг/кг для свинца, превышений по содержанию металлов не установлено. Следовательно, согласно санитарно-гигиеническим нормам в рассматриваемом случае можно считать, что кадмий и свинец в выявленной концентрации ущерба экосистеме не наносят.

Но следует отметить, что по результатам ранее проведённых исследований в 2011 г. кадмий в среднем течение реки Урал вообще не был обнаружен. Следовательно, за прошедший период времени с 2011 г. по 2013 г. кадмий поступал в водоём и аккумулировался в илах большинства исследованных участков. Шесть пунктов на реке Урал следует отметить особо: «туристическая база «Прогресс»», «Чернореченский мост», «выше города Орска», «выше города Новотроицка», «село Алабайтал», «Карьер». По сравнению с остальными участками в иловых отложениях отобранных с данных зон содержание кадмия возросло в 4 раза.

В отличие от кадмия, по результатам ранее проведённых исследований 2011 г. свинец определялся в районе города Орска, что составляло 10,40 мг/кг и в районе города Новотроицка — 14,30 мг/кг [17, с. 76]. В 2013 г. в исследуемых участках средняя концентрация изучаемого металла составила 9,35 мг/кг. Но в пунктах «Ириклинское водохранилище», «выше города Орска», «село Красногор», «Карьер», «Автомаршрутный мост», «Очистные сооружения» содержание токсиканта в 1,6 раза превысило среднегодовые значения рассматриваемого периода.

Известно, что скорость и характер накопления тяжёлых металлов в иловых отложениях зависит во мно-

гом от характера течения реки и структуры илов [7, с. 28]. Показано, что значительное содержание гумусовых кислот, глинистых частиц способствует усилению интенсивности аккумуляции и степени связывания поллютанта в поверхностном слое донных отложений [5, с. 67]. Поэтому далее следует рассмотреть отмеченные участки с позиции характера течения реки и основных пород слагающих ее берега и русло. В зависимости от выше указанных особенностей, будет проявляться эффект усиления или ослабления вымывания токсикантов.

Участок выше города Орска (посёлок Новоказачий) характеризовался заросшими, сильно заиленными, топкими берегами с ярко выраженной разнообразной болотной растительностью. Донные отложения достигали высоты 25–40 см, были обогащены органическими составляющими преимущественно растительного происхождения. Русло реки представлено большим количеством заводей, течение медленное, глубина значительная около 3–4 м. Участок выше города Новотроицка (село Ущелье) отличался высокими обрывистыми берегами — подмытыми по причине сильного течения, особенно в весенний период. Дно сформировано суглинком, сильно уплотненным галечником и песком, илистых отложений мало, так как, по-видимому, их формирование нарушается сильным течением реки в данной зоне. Участок села Алабайтал также характеризовался очень сильным течением и галечно-песчаным твёрдым дном: иловые отложения практически отсутствовали. На участке туристическая база «Прогресс» отмечена выраженная заиленность прибрежной зоны, большое количество макрофитов и медленное течение. Участок реки Урал в районе пляжа «Карьер» расположен на 15 км выше города Оренбурга и представляет собой карьер, заполненный водой в период весеннего паводка около 4-х лет назад. Помимо этого рассматриваемая зона находится в стороне от основного русла реки Урал поэтому в ней практически отсутствует течение, обильный рыхлый суглинок, слагающий дно, формирует выраженный слой донных отложений. Участок в районе Чернореченского моста удалён от города на 20 км и расположен ниже по течению реки Урал по направлению к Илекскому району; участок отличается достаточно быстрым течением, наличием небольших прибрежных омутов и заводей со значительным количеством макрофитов на дне и илистым грунтом.

Накопление кадмия на участках выше города Орска (посёлок Новоказачий), туристическая база «Прогресс», река Урал в районе пляжа «Карьер», в районе Чернореченского моста связано, по-видимому, с повышенной сорбцией токсиканта на частицах суглинка, слагающего илы. Еще одной возможной причиной аккумуляции кадмия и свинца может выступать наличие гумусовых кислот в илах и их активная протекторная

Таблица 1. Значения коэффициентов обогащения донных (иловых) отложений по кадмию и свинцу

Участки исследования р. Урал	коэффициент обогащения (KO_{Cd}) по кадмию	коэффициент обогащения (KO_{Pb}) по свинцу
р. Урал — Чернореченский мост	1,49	72,20
р. Урал — лагерь «Чайка»	1,16	75,90
р. Урал — Очистные сооружения	0,87	103,10
р. Урал — Железнодорожный мост	0,43	47,70
р. Урал — Автодорожный мост	0,51	90,80
р. Урал — Водозабор	0,42	35,10
р. Урал — лагерь «Дубки»	0,65	31,90
р. Урал — «Карьер»	1,45	85,10
р. Урал — туристическая база «Прогресс»	1,19	69,60
р. Урал — с. Красногор	1,08	88,40
р. Урал — с. Алабайтал	1,47	70,20
р. Урал — с. Никольское	1,03	37,60
р. Урал — ниже г. Новотроицка	0,94	74,40
р. Урал — выше г. Новотроицка	1,20	59,50
р. Урал — в черте г. Орска	1,01	57,80
р. Урал — выше г. Орска	1,64	89,80
р. Урал — Ириклинское водохранилище	0,52	85,70
р. Урал — выше Ириклинского водохранилища	1,11	70,70

способность. Протекторная функция указанных соединений проявляется в возможности связывать в прочные комплексы ионы металлов в связи с особенностями химического строения гумусовых кислот. Данные соединения представляют собой нерегулярные сополимеры ароматических оксиполикарбоновых кислот с включением азотсодержащих и углеводных фрагментов, обогащённых карбоксильными ($-COOH$), гидроксильными ($-OH$) и метоксильными ($-OCH_3$) функциональными группами, обуславливающими их высокую сорбционную способность. Последствия связывания металла с гумусовыми кислотами приводят к изменению формы существования экотоксикантов и уменьшают их биодоступность [16, с. 421].

Накопление металлов в незначительных, вымываемых водой иловых отложениях участков выше города Новотроицка (село Ущелье) и «реки Урал село Алабайтал» в данном случае маловероятно. Следовательно, кадмий и свинец, возможно, поступали в водоём либо с поверхностным стоком (дождевыми и паводковыми водами, отмечено, что в рудах (халькопирит ($CuFeS_2$), сфалерит (ZnS) Блявинского месторождения примеси кадмия и Джусинского примеси свинца фиксируются постоянно) [9, 11]. Либо существовал источник токсикантов, по-видимому, техногенного происхождения, расположенный в непосредственной близости от рассматриваемого района.

Для оценки уровня загрязнённости донных отложений тяжёлыми металлами далее рассчитывали коэффициенты обогащения, значения которых приведены в таблице 1.

По значениям коэффициентов обогащения возможно дать ориентировочную сравнительную оценку степени загрязнённости объектов окружающей среды тяжёлыми металлами. В случае рассматриваемых участков среднего течения реки Урал по кадмию наибольший коэффициент обогащения получен для реки Урал — выше города Орска — 1,64. Для свинца в районе очистных сооружений — 103,10, автодорожного моста — 90,80 и на участке выше города Орска — 89,80. Достаточно высокий по сравнению с остальными районами коэффициент обогащения на данных участках еще раз свидетельствует об активных процессах аккумуляции в илах (район очистных сооружений) и, по-видимому, наличии экзогенных источников привнесения металлов.

Заключение

В пресных водах естественных водоёмов тяжёлые металлы существуют, как правило, в разных по активности химических формах и степенях окисления. Для выраженных активных процессов миграции в природных водах значение имеет также окислительно-восстанови-

тельный потенциал металлов, и, сопутствующие факторы, такие как: кислотно-основные условия (рН) среды, содержание ряда химических компонентов в илах (хлорид-ионы, сульфат-ионы, карбонат-ионы, сульфиды и их концентрации), а также температура и водность года.

Таким образом, результаты исследования содержания кадмия и свинца в иловых отложениях реки Урал показывают:

1. Кадмий и свинец присутствуют в илах всех участков исследования среднего течения реки Урал, что свидетельствует о наличии природных или антропогенных источников различных по подвижности форм данных металлов; однако превы-

шений экологического норматива не установлено;

2. Аккумуляция токсикантов в экотопах реки происходит неравномерно, что может быть обусловлено различиями в структуре и свойствах иловых отложений (присутствие глинистых частиц, протекторная способность гуминовых кислот), характере и скорости течения реки, неравномерности её среднегодового стока;
3. Значения коэффициента обогащения по кадмию и свинцу достаточно чётко иллюстрируют участки, имеющие наибольший уровень загрязнения данными поллютантами: для кадмия река Урал — выше города Орска, для свинца очистные сооружения города Оренбурга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксентов К. И. Скорости аккумуляции ртути в донных осадках Амурского залива (Японского моря) / К. И. Аксентов, А. С. Астахов, И. А. Калугин // Сборник трудов Второго международного симпозиума Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты. — 2015. — С. 14–18.
2. Ашихмина Т. Я. Аккумуляция ртути растениями из техногенно-нарушенных почв в пойме р. Вятки / Т. Я. Ашихмина, С. Г. Скугорова // Сборник трудов Второго международного симпозиума «Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты». — 2015. — С. 35–37.
3. Белеванцев В. И. Подход к химико-термодинамическому анализу состояний тяжёлых металлов в окружающей среде (на примере ртути) / В. И. Белеванцев, А. П. Рыжих // Сборник трудов Второго международного симпозиума «Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты». — 2015. — С. 38–42.
4. Болтунова А. Д., Смирнова С. В., Солтис В. В. Накопление тяжелых металлов в почвах под влиянием промышленного производства // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 4.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26637> (дата обращения: 04.01.2020).
5. Даувальтер В. А., Кашулин Н. А. Тяжелые металлы в донных отложениях озер центральной и юго-западной частей Мурманской области. — Вестник Кольского Научного Центра РАН. — № 3(26). — 2016. — С. 73–87.
6. Кокин А. В. Влияние окружающей среды на подвижность тяжёлых металлов в растениях в условиях лесомелиоративных систем // Российская сельскохозяйственная наука. — 2016. — № 5. — С. 74–77.
7. Мирошникова Е. П., Аринжанов А. Е. Тяжелые металлы в воде и донных отложениях Ириклинского водохранилища — Вестник ОГУ. — 2016. — № 6 (194). — С. 70–73.
8. Рувинова Л. Г., Сверчкова А. Н., Хамитова С. М., Авдеев Ю. М. Биологический мониторинг загрязнения почвенной и водной среды в условиях урбанизации // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — 2016. — № 6 (117). — С. 14–20.
9. Сивохип Ж. Т. Эколого-гидрологическая специфика территории как фактор лимитирующий природопользование в степной зоне (на примере бассейна р. Урал) / Ж. Т. Сивохип // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. — № 13(188). — 2015. — С. 203–208.
10. Томилина И. И. Биологические эффекты действия загрязняющих донные отложения водоёмов центрального и южного Вьетнама на гидробионтов / И. И. Томилина, Л. П. Гребенюк, Н. В. Лобус, В. Т. Комов // Биология внутренних вод. — № 4. — 2016. — С. 78–87.
11. Явербаум П. М. Общие вопросы токсического действия свинца / П. М. Явербаум. — Иркутск. — 2006. — 344 с.
12. Ci Z. J. Elemental mercury (Hg(0)) in air and surface waters of the Yellow Sea during late spring and late fall 2012: Concentration, spatial-temporal distribution and air/sea flux / Z. J. Ci, C. J. Wang, Z. W. Wang, X. S. Zhang // Chemosphere. — 2015. — V. 119. — P. 199–208.
13. J. Bieser. Multi-model assessment of mercury cycling in the atmosphere as a part of GMOS mercury modeling task force / J. Bieser, A. Dastoor, C. Friedman, I. M. Hedgecock, V. Matthias, A. Ryzhkov, N. Selin, F. De Simone, S. Song // Abstracts of 12th International Conference on Mercury as a Global Pollutant. Jeju Korea. — 2015. — P. 101.
14. Sheehan, M. C. Global methylmercury exposure from seafood consumption and risk of developmental neurotoxicity: a systematic review / M. C. Sheehan, T. A. Burke, A. Navas-Acien, P. N. Breyse, J. McGready, M. A. Fox // Bull. World Health Organ. — 2014. — Vol. 92. — P. 254–269.
15. Dietz, R. What are the toxicological effects of mercury in Arctic biota? / R. Dietz, C. Sonne, N. Basu et al. // Sci. Total. Environ. — 2013. — Vol. 443. — P. 775–790.
16. Wu, R. S. Hypoxia: from molecular responses to ecosystem responses / R. S. Wu // Marine Pollution Bulletin. — 2002. — V. 45. — P. 35–45.
17. Smaoui-Damak, W. In situ potential use of metallothionein as a biomarker of cadmium contamination in Ruditapes decussates / W. Smaoui-Damak [et. al.] // Ecotoxicol Environ Saf. — 2009. — Vol. — 72. — № 5. — P. 1489–1498.

© Соловых Галина Николаевна (k_biology@orgma.ru), Шостак Елена Ивановна,

Осинкина Татьяна Владимировна (osinkina12@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АЛГОРИТМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ К-ОДНОРОДНЫХ ГИПЕРГРАФОВ ПО ВЕКТОРУ СТЕПЕНЕЙ СВОИХ ВЕРШИН

ALGORITHMS FOR RESTORING K-HOMOGENEOUS HYPERGRAPHS BY THE VECTOR OF DEGREES OF THEIR VERTICES

**I. Beretskiy
I. Irbitskiy
E. Egorova
A. Mokryakov**

Summary. This paper considers homogeneous hypergraphs (complexes) and methods for their reconstruction from vertex degree vectors. Two new algorithms for implementing a vector into a complex are considered: greedy (full iteration of simplices) and reductive (construction of simplices from vertices with the largest number of incident simplices remaining). A software package for restoring hypergraphs from vertex degree vectors using both of these algorithms is implemented.

Keywords: uniform hypergraph, the restoration of the hypergraph, the greedy algorithm, the reduction algorithm.

Берецкий Игорь Сергеевич

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)
I.Sberetskij@mai.ru

Ирбитский Илья Сергеевич

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)
I.Lsirbitskij@mai.ru

Егорова Евгения Кирилловна

К.ф.-м.н., доцент, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)
egorovaek@mati.ru

Мокряков Алексей Викторович

К.ф.-м.н., доцент, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет); доцент, Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина
MokryakovAlvik@gmail.com

Аннотация. В работе рассматриваются однородные гиперграфы (комплексы) и методы их восстановления из векторов степеней вершин. Рассмотрены два новых алгоритма реализации вектора в комплекс: жадный (полный перебор симплексов) и редуционный (построение симплексов из вершин с самым большим из оставшихся количеством инцидентных симплексов). Реализован программный комплекс для восстановления гиперграфов из векторов степеней вершин, использующее оба указанных алгоритма.

Ключевые слова: однородный гиперграф, восстановление гиперграфа, жадный алгоритм, редуционный алгоритм.

Введение

Данная работа является продолжением идей, рассмотренных в работах Хакими С.П. [1], Миронова А.А. [2] и Мокрякова А.В. [3–5] о возможностях распределения вектора для n -мерного случая. В их статьях был рассмотрен одномерный случай, а также представлены алгоритмы решения задачи, результат которой обобщает результаты, полученные для одномерного случая на двумерные.

Проблема реализации гиперграфов [6–7] ряда классов из вектора степеней его вершин обозначены при рассмотрении задач о распределении ресурсов, данных в виде векторов [8]. В работе рассматриваются четыре

класса гиперграфов, которые были определены в работах [9] при этом их определение было уточнено.

В своих трудах С.П. Хакими [1] поднимал проблему восстановления вектора в граф. В более поздних трудах [2–5, 8–10] идеи Хакими были расширены таким способом, что стало возможным получения всех возможных графов из исходного вектора, а не единственно из возможных. Однако при более комплексных случаях необходимо использовать понятие гиперграфа [11]. В работе [12] была предложено работать с экстремальными комплексами как с алгеброй, на которую распространены операции пересечения, дополнения и объединения. В работе [13] проведено исследование связи логических операций и вектора степеней вершин k -однородного ги-

перграфа. Работы в данной области помогли применить экстремальные гиперграфы в области криптографии [14]. Данная работа также может применяться в этом направлении.

В работе приводятся алгоритмы восстановления вектора в комплекс на вид которого были наложены ограничения. Полученные алгоритмы могут использоваться в математической модели для получения качественного результата.

1. Классы гиперграфов

Рассмотрим алгоритмы восстановления гиперграфов некоторых классов из произвольных векторов. Подход был описан при рассмотрении проблем о распределении ресурсов, определенных в виде векторов. В процессе реализации комплексов выявляется проблема их большой вариативности. Восстановить комплекс из вектора степеней вершин становится возможным при условии, что на комплекс него будут наложены ограничения.

Введем обозначение $\Gamma(k, n)$ — гиперграф на n вершинах с гиперрёбрами, которые могут содержать k смежных вершин. Также обозначим $\Gamma^1(k, n)$ — гиперграф $\Gamma(k, n)$, у которого гиперрёбра не могут содержать повторяющиеся вершины. В противовес этому в гиперграфе $\Gamma^\infty(k, n)$ каждое гиперребро может содержать до k одинаковых вершин.

Нижний индекс у $\Gamma(k, n)$ обозначает максимальный вес, который может быть у гиперребра: 1 — вес всех гиперребёр равен 1; ∞ — вес каждого гиперребра должен быть положительным целочисленным значением.

Класс $\Gamma_1^1(k, n)$ соответствует -однородному гиперграфу, именно с ними мы в дальнейшем будем работать и для удобства будем писать сокращенно: $\Gamma_1^1 = \Gamma_1^1(k, n)$.

2. Известный алгоритм восстановления k — однородного гиперграфа

Для следующего алгоритма нам потребуется ввести обозначение: $l_A(0)$ — количество координат целочисленного неотрицательного вектора $A = (a_i), i = \underline{1, n}$, равных нулю при $i \geq k$.

По работам [5, 6] известен следующий алгоритм:

Алгоритм 1

Пусть дан целочисленный вектор $B = (a_1, \dots, a_n)$, где $n \geq k$ координаты которого больше или равны нулю.

Координаты вектора B упорядочены по невозрастанию. Чтобы получить гиперграф, будем по очереди отнимать от k выбранных координат по единице. При каждом вычитании будем получать новое гиперребро. Таким образом постепенно будет построен гиперграф.

Шаг 1. Пусть вектор $B = (b_1, \dots, b_n)$, тогда $B_1 = B - B$, где

$$b_i = \{a_1 = \{a_1, \dots, a_{k-1}, n - k + 1 - l_B(0)\}, i = \underline{1, k-1}; 1, i = \underline{k, n - k + 1 + a_1}\}$$

Шаг 2. Вектор $B_2 = B_1 - B$, где

$$b_i = \{a_2 = \{a_1, \dots, a_{k-2}, a_k, n - k - l_B(0)\}, i = \underline{1, k-2}, i = k; 1, i = \underline{k+1, n - k + a_2}\}$$

Шаг $n - k$. $B_{n-k} = B_{n-k-1} - B$, где

$$b_i = \{a_{n-k} = \{a_1, \dots, a_{k-2}, a_{n-1}, 1 - l_B(0)\}, i = \underline{1, k-2}, i = n-1; 1, i = n\}$$

Шаг $n - k + 1$. Если $a_1 = 0$, то сортируем вектор B_{n-k} , по невозрастанию и переходим к шагу 1 (при построении гиперребёр учитываем, что координаты перенумерованы), иначе находим вектор $B_{n-k-1} = B_{n-1} - B$, где

$$b_i = \{a_{n-k+1} = \{a_1, \dots, a_{k-2}, a_k, n - k + 1 - l_B(0)\}, i = \underline{1, k-2}, i = k; 1, i = \underline{k+1, n - k + a_{n-k+1}}\}$$

В общей сложности из a_i вершины можно вычесть до C_n^k . Алгоритм завершает свою работу, когда все варианты вычитаний перебраны или некоторый вектор $B_p = \vec{0}$.

Пример 1. Построим гиперграф с гиперрёбрами по три вершины на основе вектора $B = (10, 7, 6, 4, 3)$.

Построим ряд гиперребёр, содержащих по три вершины:

$$\{1,2,3\}, \{1,2,4\}, \{1,2,5\}, \{1,3,4\}, \{1,3,5\}, \{1,4,5\}, \{2,3,4\}$$

В результате получаем семь наборов по три элемента в каждом и остаток из десяти элементов (четыре первых, три вторых и два первых).

Окончательно имеем

$$\begin{aligned} B &= (10, 7, 6, 4, 3); \\ B_1 &= (9, 6, 5, 4, 3); \\ B_2 &= (8, 5, 5, 3, 3); \\ B_3 &= (7, 4, 5, 3, 2); \\ B_4 &= (6, 4, 4, 2, 2); \\ B_5 &= (5, 4, 3, 2, 1); \end{aligned}$$

$$B_6 = (4,4,3,1,0);$$

$$B_7 = (4,3,2,0,0);$$

Легко отследить количество исходных наборов элементов, доступных для разложения.

У данного алгоритма есть недостатки:

1. В случае неудачи он не даёт однозначного ответа на вопрос о возможности восстановления гиперграфа.
2. Его реализация недостаточно проста.
3. Скорость работы алгоритма также оставляет желать лучшего.

По этим причинам было решено разработать альтернативные алгоритмы восстановления гиперграфов класса Γ_1^1 .

Э. Жадный алгоритм восстановления k — однородного гиперграфа

Жадный алгоритм составляет симплекс из вершин, имеющих наибольшие степени, после чего проверяется, есть ли уже в гиперграфе такой симплекс. Если нет, он добавляется в гиперграф; при наличии такого симплекса, ищется возможность составить симплекс, которого в данный момент в гиперграфе ещё нет. В общем случае алгоритм работает (если гиперграф возможно восстановить из вектора, то он гарантированно будет восстановлен), однако, имеет высокую сложность и, как следствие, большое время работы на больших векторах.

Алгоритм 2

Шаг 0. Если $vec \not\equiv 0 \pmod{n}$, то вектор невосстановим в комплекс.

Шаг 1. Сортировка vec по невозрастанию.

Шаг 2. Если вектор состоит из нулей, то выйти.

Шаг 3. Составить из вершин вектора $(1, \dots, n)$ симплекс. Если симплекс отсутствует в комплексе, добавить его в комплекс, уменьшить степени использованных вершин на 1 и перейти к шагу 1. Если такой симплекс уже есть, удалить последнюю добавленную вершину и взять следующую, с последующим переходом к шагу 3. Если составить симплекс невозможно, удалить последний добавленный симплекс и попытаться составить новый, взяв следующую вершину вместо последней добавленной.

Плюсом алгоритма является гарантия восстановления в n -комплекс, если для входного вектора это воз-

можно. Минусом, очевидно, медленная скорость и, как следствие, большое время работы алгоритма.

4. Фиксирующий алгоритм восстановления k — однородного гиперграфа

Фиксирующий алгоритм работает следующим образом: сначала вектор степеней вершин сортируется по невозрастанию. Далее, для k -однородного гиперграфа фиксируются $(k-1)$ вершин со старшими степенями, а все оставшиеся вершины используются для составления симплексов, добавляемых в гиперграф. При обнулении старшей вершины происходит сортировка вектора, и процесс продолжается до тех пор, пока вектор не обнулится.

Алгоритм 3

Шаг 0. Если $vec \not\equiv 0 \pmod{n}$, то вектор невосстановим в комплекс.

Шаг 1. Сортировка vec по невозрастанию.

Шаг 2. Если вектор состоит из нулей, то выйти.

Шаг 3. Фиксация $(n-1)$ старших вершин вектора и составление гиперребер со всеми оставшимися вершинами. Если во время составления гиперребра одна из зафиксированных вершин обнулится, остановиться и перейти к шагу 1.

Алгоритм работает для случаев обычного графа и большинства случаев для 3-однородного гиперграфа (каждое гиперребро объединяет 3 вершины). На данный момент найдены контрпримеры векторов для общего случая, гиперграф из которых невосстановим, но алгоритм не справляется с восстановлением. Поиск улучшений для работы алгоритма в общем случае продолжается.

5. Программный комплекс

Для реализации алгоритмов был использован язык C# [23]. Этот язык является простым в освоении и относится к большому семейству языков с C подобным синтаксисом, который хорошо знаком программистам на языках C, C++, Java и JavaScript. Основными достоинствами C# можно назвать возможность его использования с другими языками (Visual Basic, F#) программирования в рамках одного приложения, типобезопасность, сборщик мусора, структурированная обработка исключений.

Для реализации клиентского приложения была выбрана технология для построения Desktop-приложений Windows Presentation Foundation (WPF).

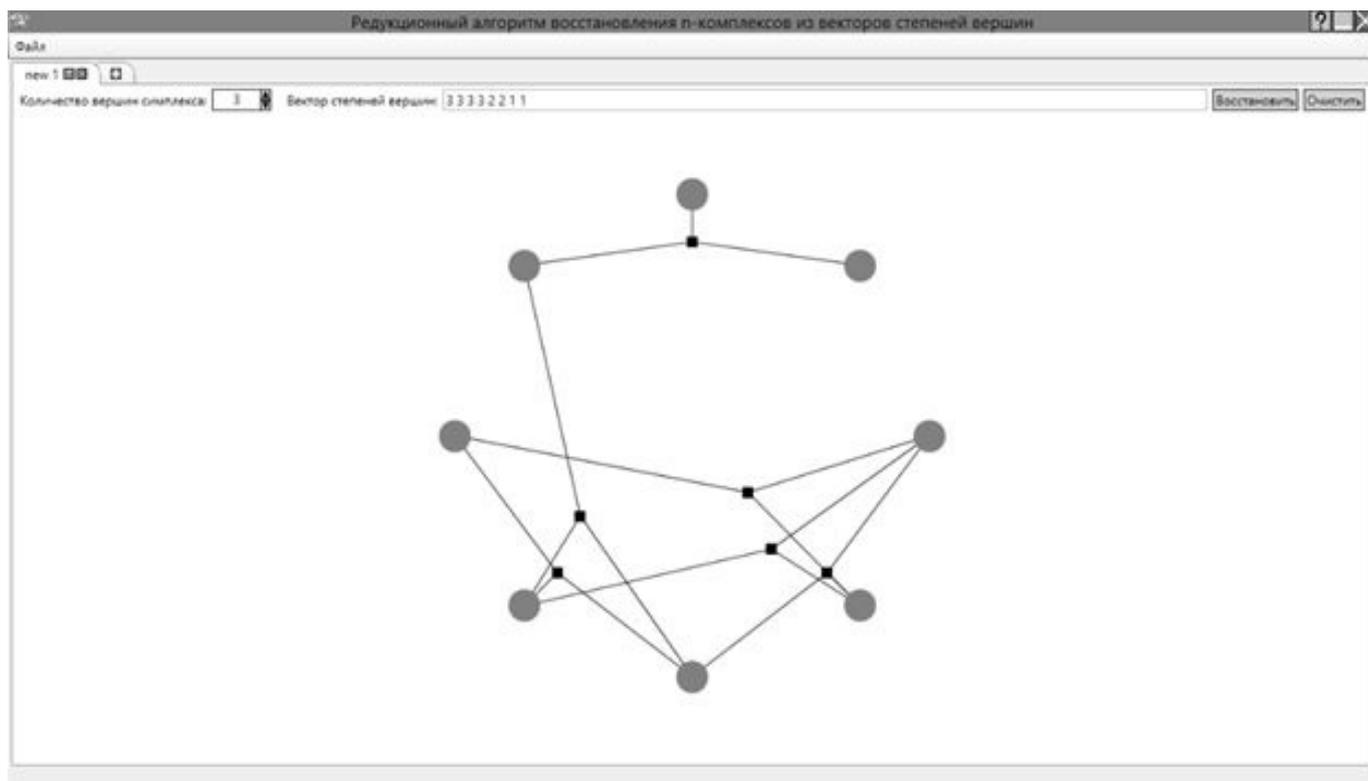


Рис. 1. Окно приложения после восстановления вектора в 3-однородный гиперграф

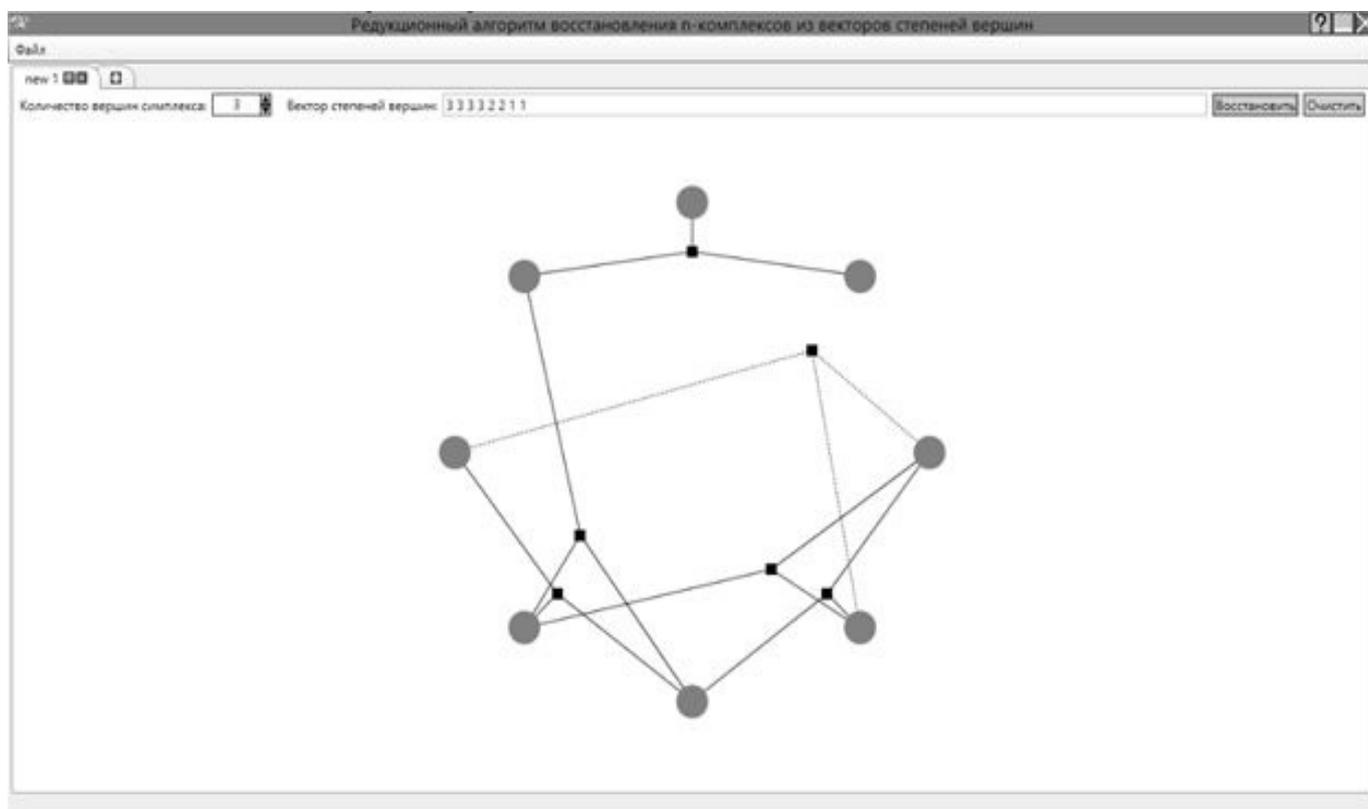


Рис. 2. Окно приложения при перетаскивании гиперрёбер 3-однородного гиперграфа

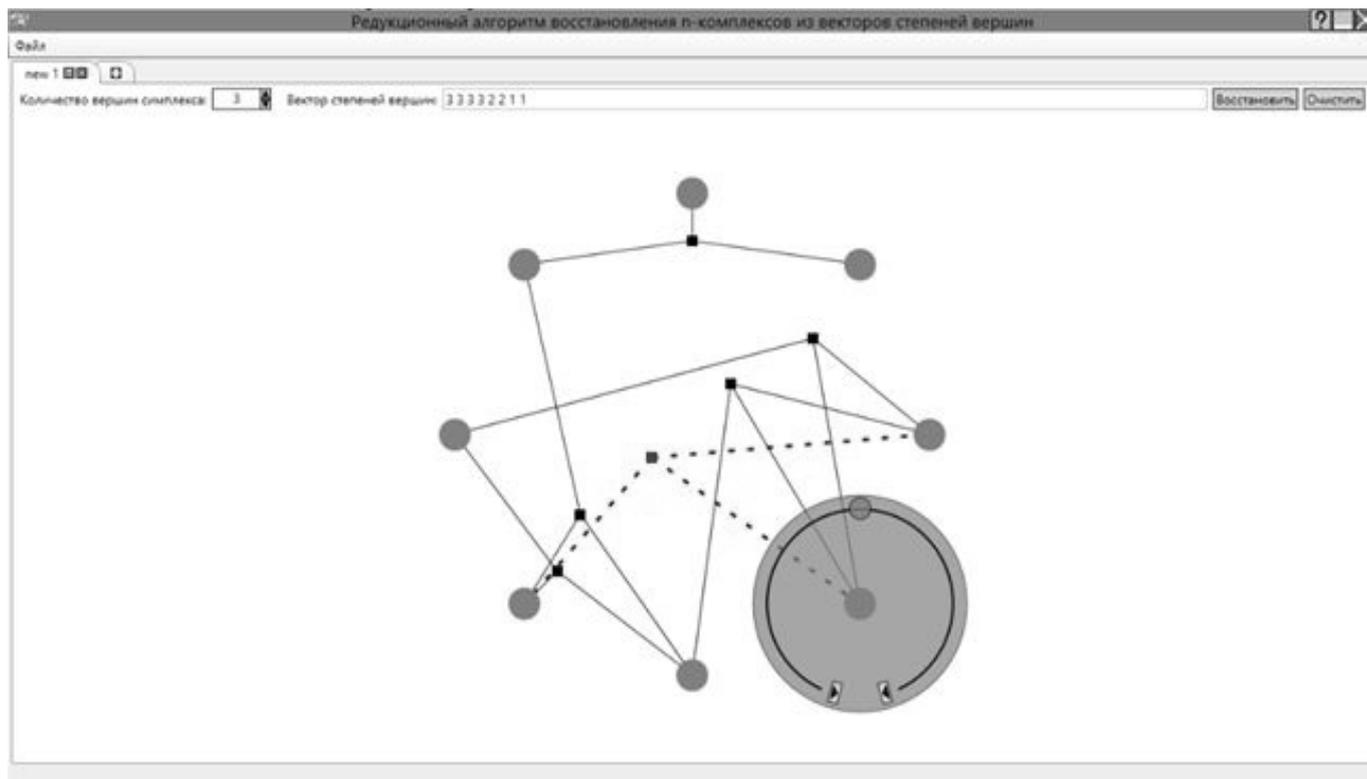


Рис. 3. Окно приложения после перетаскивании гиперрёбер 3-однородного гиперграфа

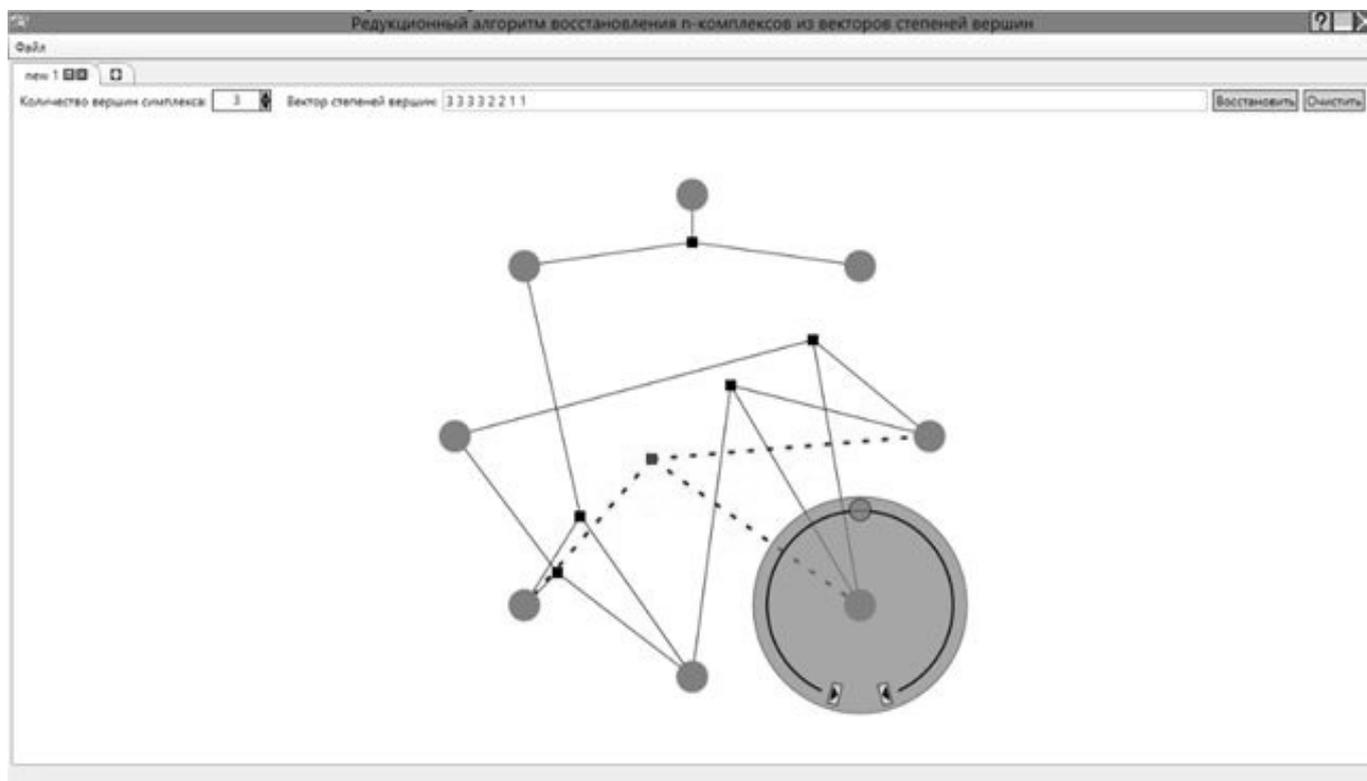


Рис. 4. Окно приложения при переключении инцидентных вершине гиперрёбер

При запуске приложения появляется окно с элементом управления TabControl с одной вкладкой. В этой вкладке (как и в остальных, создаваемых пользователем) расположены элементы управления TextBox для ввода вектора степеней вершин, NumericUpDown (реализованный самостоятельно, так как WPF не предоставляет такой элемент управления) для указания количества вершин в одном симплексе, кнопка восстановления комплекса из введенного вектора и кнопка очистки восстановленного симплекса. Под вышеуказанными элементами управления располагается отображение восстановленного комплекса.

Пользователь может очистить вектор и восстановленный комплекс при помощи нажатия кнопки "Очистить". Также пользователь может работать с гиперребрами (перетаскивать их) при помощи зажатия мышью квадрата (центра симплекса) и перетаскивания квадрата по рабочей области вкладки.

Особое внимание уделено именно отображению полученных гиперграфов, для чего был разработан отдельный элемент управления.

У пользователя теперь существует возможность посмотреть гиперребра, которые инцидентны конкретной вершине. Для этого необходимо навести на вершину мышью, и спустя небольшое время появится элемент управления со скругленным элементом управления наподобие ScrollBar и двумя кнопками, предназначенными для перехода на предыдущий или следующий симплекс. При нажатии кнопок или передвижении ползунка элемента ScrollBar, выбранный симплекс подкрашивается в синий цвет и меняет тип линии со сплошной на штриховую.

Заключение

В дальнейшем планируется уточнить полученный редуцирующий алгоритм, для того чтобы он мог выступать в качестве необходимого и достаточного критерия реализуемости вектора в гиперграфе.

Также интерес представляет и новый способ отображения гиперграфов, что предоставит дополнительные возможности исследователям в этой области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хакими С.П. О реализуемости множества целых чисел степенями вершин графа. М.: Мир, Кибернетика сб. нов. сер., вып. 2, 1966.
2. Миронов А.А. О реализуемости наборов чисел в граф и свойства графов с заданным набором степеней вершин // Тр. Гор. ГУ, 1981.
3. Миронов А.А., Мокряков А.В. Двумерные комплексы полностью описываемые степенями вершин // Труды Института системного анализа Российской академии наук. 2006. № 10. С. 178–188.
4. Mironov A.A., Mokryakov A.V., Sokolov A.A. About Realization of Integer Non-Negative Numbers Tuple Into 2-Dimensional Complexes // Applied and Computational Mathematics. 2007. Т. 6. No 1. P. 58–68.
5. Mokryakov A.V., Tsurkov V.I. Reconstructing 2-Complexes by a Nonnegative Integer Valued Vector // Automation and Remote Control. 2011. V. 72. No 12. P. 2541–2552.
6. Зыков А.А. О некоторых свойствах линейных комплексов // Мат. сб. 1949. Вып. 24 (2). С. 163–188.
7. Зыков А. А. Гиперграфы // УМН. 1974. Т. XXIX. № 6 (180). С. 89–154.
8. Kostyanoi D.S., Mokryakov A.V., Tsurkov V.I. Hypergraph Recovery Algorithms from a Given Vector of Vertex Degrees // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2014. Т. 53. No 4. P. 511–516.
9. Гурченков А.А., Костяной Д. С., Мокряков А. В. Редуцирующие методы восстановления некоторого класса гиперграфов // Инженерный журнал: наука и инновации. 2014. № 6 (30). С. 1.
10. Мокряков А.В., Селин П. С., Цурков В. И. Минимакс и восстановление по вектору в графах. М.: Физматлит, 2017. 309 с.
11. Egorova E.K., Mokryakov A.V., Vang L. Development of Hypergraph Theory // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2018. V. 57. P. 109–114.
12. Mokryakov A.V. Hypergraphs as Algebraic Structures // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2011. Т. 50. No 5. P. 734–740.
13. Егорова Е.К., Есенков А. С., Мокряков А. В. Операции над k-однородными гиперграфами и их векторы степеней вершин // Известия РАН. Теория и системы управления. 2020. № 3. С. 75–80.
14. Egorova E.K., Mokryakov A.V., Suvorova A.A. The Concept of Data Encryption Using Extreme Uniform Hypergraphs // Abstracts 18th International Conference "Aviation and Cosmonautics — 2019". 2019. P. 409.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС НАХОЖДЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЕРАЦИЙ НАД ЭКСТРЕМАЛЬНЫМИ ГИПЕРГРАФАМИ

SOFTWARE PACKAGE FOR FINDING THE RESULTS OF OPERATIONS ON EXTREME HYPERGRAPHS

I. Beretskiy
I. Irbitskiy
E. Egorova
A. Mokryakov
T. Chernova

Summary. This paper presents the results of implementing a software package that performs a number of Boolean operations on k -homogeneous extreme hypergraphs. In particular, it allows you to find the database of the resulting complex. The base is a shorter and more understandable form of writing an extreme hypergraph. Since only one database uniquely corresponds to a single hypergraph, you can work with them without any danger of misinterpreting the data. The presented software package allows you to save time that scientists working with hypergraphs will spend on calculations. This will allow them to focus on their tasks and speed up the implementation of their research.

Keywords: hypergraph, logic algebra, base, complex, extreme hypergraph, k -homogeneous hypergraph, C#, windows forms.

Берецкий Игорь Сергеевич

Московский авиационный институт (национальный
исследовательский университет)
ISberetskij@mai.ru

Ирбитский Илья Сергеевич

Московский авиационный институт (национальный
исследовательский университет)
ILSirbitskij@mai.ru

Егорова Евгения Кирилловна

К.ф.-м.н., доцент, Московский авиационный
институт (национальный исследовательский
университет)
egorovaek@mat.i.ru

Мокряков Алексей Викторович

К.ф.-м.н., доцент, Московский авиационный
институт (национальный исследовательский
университет); доцент, Российский государственный
университет имени А. Н. Косыгина
MokryakovAlVik@gmail.com

Чернова Татьяна Александровна

Д.т.н., профессор, Московский авиационный
институт (национальный исследовательский
университет)
Chernovata@mai.ru

Аннотация. В работе представлены результаты реализации программного комплекса, выполняющего ряд булевых операций над k -однородными экстремальными гиперграфами. В том числе он позволяет находить базу результирующего комплекса. База — это более краткая и понятная форма записи экстремального гиперграфа. Так как одному гиперграфу однозначно соответствует только одна база, с ними можно работать без какой-либо опасности неправильной интерпретации данных. Представленный программный комплекс позволяет сэкономить время, которое учёные, работающие с гиперграфами, будут тратить на вычисления. Это позволит им сконцентрироваться на своих задачах и ускорить реализацию их исследований.

Ключевые слова: гиперграф, алгебра логики, база, комплекс, экстремальный гиперграф, k -однородный гиперграф, c#, windows forms.

Введение

Теория гиперграфов применяется в различных областях человеческой деятельности: химии [1], логистике [2], хранении данных в реляционных БД [3], производственных процессах [4], математической оптимизации [5], криптографии [6], программировании [7], распределении ресурсов [8].

Для начала определимся с основными понятиями.

Гиперграф — это обобщение графа, в котором каждым ребром могут соединяться не только две вершины, но и любые подмножества вершин [9].

Для обозначения количества вершин, которое соединяет ребро графа, введено понятие *однородности*. Од-

нородность означает то, что у рассматриваемых гиперграфов размерность всех рёбер одинакова. Например, граф без петель это 2-однородный гиперграф, у которого каждое ребро соединяет 2 вершины. У 3-однородного гиперграфа каждое ребро соединяет 3 вершины, и так далее.

В данной работе исследуются операции над совершенными и экстремальными гиперграфами. *Совершенство* проявляется тогда, когда не существует неизоморфного гиперграфа с тем же вектором степеней, как у рассматриваемого графа. *Экстремальность* [10] проявляется тогда, когда выполняется совершенство и вектор степеней вершин гиперграфа упорядочен по не возрастанию.

Для определения совершенности и экстремальности гиперграфов мы будем рассматривать их вектора с помощью алгоритма Мокрякова [11]. Для этого добавим несколько понятий.

Пусть вектор A из \mathbb{Z}_+^n есть реализуемый в граф вектор и $\{G(A)\}$ — множество его реализаций.

Вектор A из \mathbb{Z}_+^n , где $n \geq 2$, называется *совершенным*, если $|\{G(A)\}|=1$. При этом единственная реализация $G(A)$ называется *совершенным графом*.

Вектор A из $\overline{\mathbb{Z}}_+^n$, где $n \geq 2$, называется *экстремальным*, если A — совершенный вектор. При этом единственная реализация $G(A)$ называется *экстремальным графом*.

У каждого экстремального гиперграфа существует *база* [12]. Перед определением этого понятия введём несколько других обозначений.

Для множества вершин $U(n)$, где $n \geq 2$, и $k \in \mathbb{Z}, 0 \leq k \leq n-1$, через

$$S^{k+1}(n) = \{\{u_{i_1}, \dots, u_{i_{k+1}}\} : u_{i_1} \in U(n), u_{i_p} \neq u_{i_q} \text{ при } p \neq q\}$$

обозначим множество всех $(k+1)$ -элементных подмножеств из $U(n)$. Пара множеств $\{U(n), S^{k+1}\}$, где $S^{k+1} \subseteq S^{k+1}$, которую обозначим

$$H^k = H^k(V(n), E^k = E^k(H^k)),$$

называется *k-комплексом* [13].

Рассмотрим множество всех кубических симметричных бинарных матриц смежности n -вершинных 2-комплексов $\{X_n^{(3)} = (x_{ijk}) : 1 \leq i, j, k \leq n\}$ [14].

На множестве всех элементов, состоящих из трёх попарно различных индексов

$$I_n^3 = \{\{i, j, k\} : 1 \leq i < j < k \leq n\},$$

введено отношение частичного порядка, задающее частичный порядок для 2-мерных симплексов из $S^3(n)$ и любого множества симплексов из $S_0^3 \subseteq S^3(n)$. Элементы из I_n^3 называются *тройками*.

На элементах множества I_n^3 введём отношение частичного порядка: положим $\{i, j, k\} \geq \{p, q, l\}$, если $i \geq p, j \geq q, k \geq l$ и $\{i, j, k\} > \{p, q, l\}$ при $\{i, j, k\} \geq \{p, q, l\}$ и $\{i, j, k\} \neq \{p, q, l\}$.

Пусть G^2 произвольный n -вершинный 2-комплекс с матрицей смежности

$$X_n^{(3)}(G^2) = (x_{ijk}).$$

Будем применять обозначение

$$G^2 \cong (x_{ijk}) = X_n^{(3)}.$$

Для множества троек, соответствующих симплексам комплекса G^2 , введём обозначение

$$I_n^3(G^2) = \{\{i, j, k\} \in I_n^3 : x_{ijk} = 1\}.$$

После ввода всех этих терминов перейдём к самому понятию базы.

Пусть

$$G^2 = G^2(U(n), S^3(G^2)) \cong (x_{ijk})$$

произвольный 2-комплекс, где

$$S^3(G^2) \neq \emptyset.$$

Множество

$$\overline{I}_n^3(G^2) = \{\{i, j, k\}\}$$

называется *базой* для комплекса G^2 при справедливости условий:

а) Если $\{p, q, l\} \in \overline{I}_n^3(G^2)$, то $\{p, q, l\} \in I_n^3(G^2)$, то есть $\overline{I}_n^3(G^2) \subseteq I_n^3(G^2)$;

б) Если $\{p_1, q_1, l_1\}, \{p_2, q_2, l_2\} \in \overline{I}_n^3(G^2)$, то отношение частичного порядка для указанных троек не определено;

в) Для $\{i, j, k\} \in \overline{I}_n^3(G^2) \setminus I_n^3(G^2)$ существует тройка $\{p, q, l\} \in \overline{I}_n^3(G^2)$ такая, что $\{i, j, k\} < \{p, q, l\}$;

г) Если $\{i, j, k\} < \{p, q, l\}$, где $\{p, q, l\} \in \overline{I}_n^3(G^2)$, то $\{i, j, k\} \in I_n^3(G^2)$.

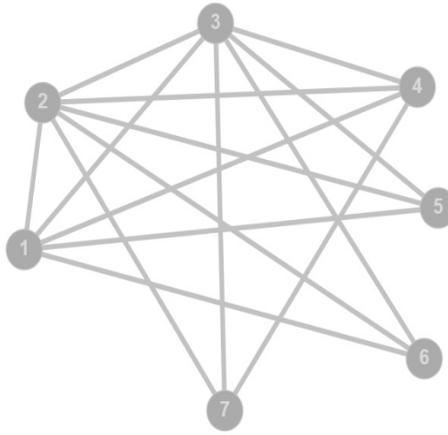


Рис. 1. Гиперграф G_1

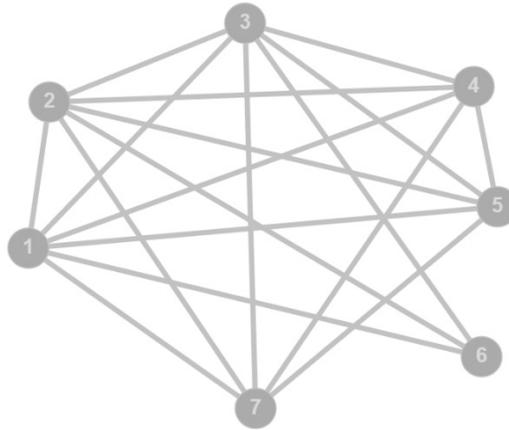


Рис. 2. Гиперграф G_2

После ввода основных понятий посмотрим на примерах, как они реализуются в 2-однородных гиперграфах.

Примеры гиперграфов

Пример 1

Рассмотрим 2-однородный гиперграф G_1 :

Его вектор имеет вид $(5,6,6,4,3,3,3)$. Так как степени вершин не упорядочены по не возрастанию он не является экстремальным.

Проверим его на совершенности с помощью алгоритма Хакими [14]:

1. Упорядочим степени по не возрастанию: $(6,6,5,4,3,3,3)$.
2. Построим редуционные вектора:

$$A \quad 6 \ 5 \ 4 \ 3 \ 3 \ 3$$

$$A' \ 5 \ 4 \ 3 \ 2 \ 2 \ 2$$

$$A'' \ 3 \ 2 \ 1 \ 1 \ 1$$

Уже на втором редуционном шаге вектор перестаёт быть строго приводимым:

$3 \neq 5 - 1 - 0$. Из этого следует вывод, что данный вектор не является совершенным, как и соответствующий ему граф.

В итоге граф G_1 является графом общего вида.

Пример 2

Рассмотрим 2-однородный гиперграф G_2 :

Его вектор имеет вид $(6,6,6,5,5,3,5)$. Так как степени вершин не упорядочены по не возрастанию он не является экстремальным.

Проверим его на совершенности с помощью алгоритма Хакими:

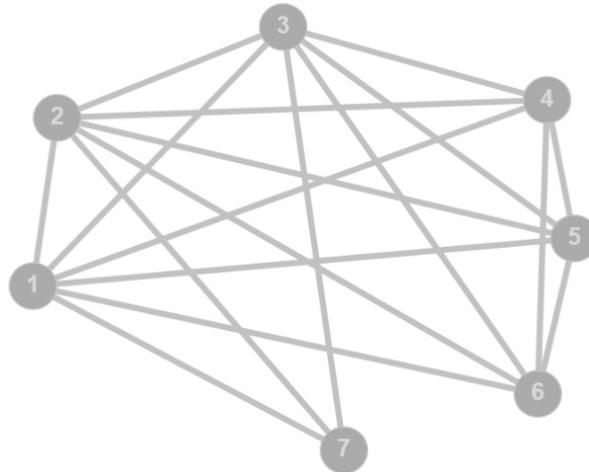


Рис. 3. Гиперграф G_3

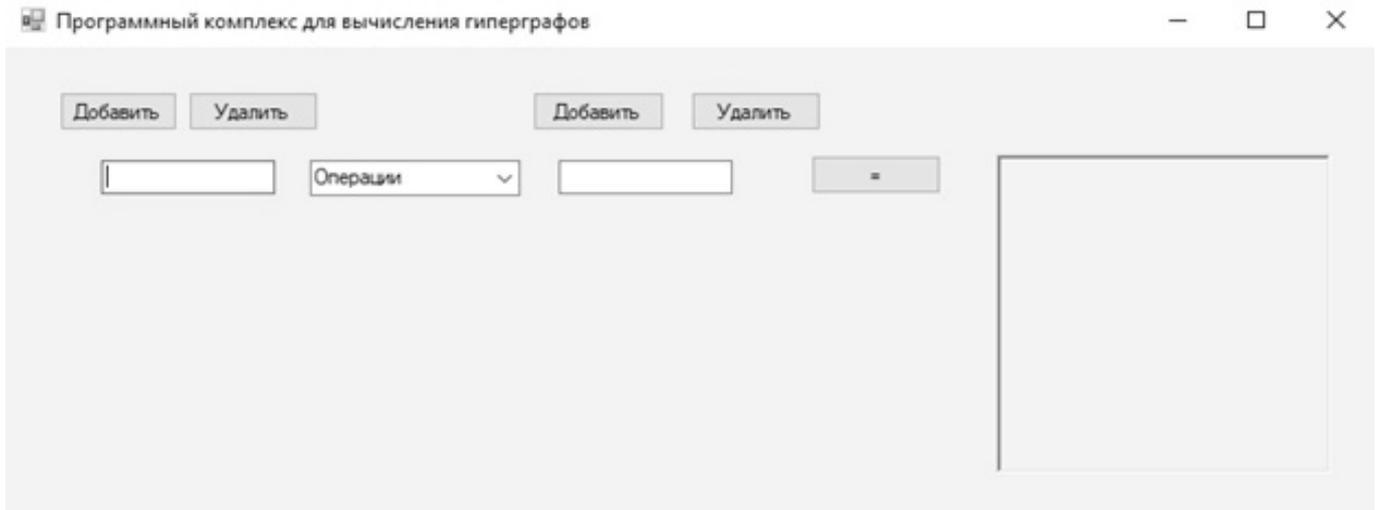


Рис. 4. Стартовый экран

3. Упорядочим степени по не возрастанию:
(6,6,6,5,5,3).

4. Построим редуционные вектора:

- A 6 6 6 5 5 3
- A' 5 5 4 4 4 2
- A'' 4 3 3 3 1
- A''' 2 2 2 0
- $A^{(4)}$ 1 1 0

Мы дошли до самого конца, т. Е. каждый из векторов был строго приводимым. Из этого следует вывод, что данный вектор является совершенным, как и соответствующий ему граф.

В итоге граф G_2 является графом совершенным, но не экстремальным.

Пример 3

Рассмотрим 2-однородный гиперграф G_3 :

Данный граф является почти полной копией графа из 2го примера, G_2 . Единственным отличием является перестановка вершин 6 и 7. Теперь вектор вершин имеет вид (6,6,6,5,5,3) и с самого начала упорядочен по не возрастанию. Мы уже проверили, что этот вектор является совершенным, что вкупе с изначальной упорядоченностью даёт ему свойство экстремальности.

В итоге граф G_3 является экстремальным.

Так как граф G_3 является экстремальным, у него существует база. Для её нахождения выпишем все рёбра, которые имеются у графа:

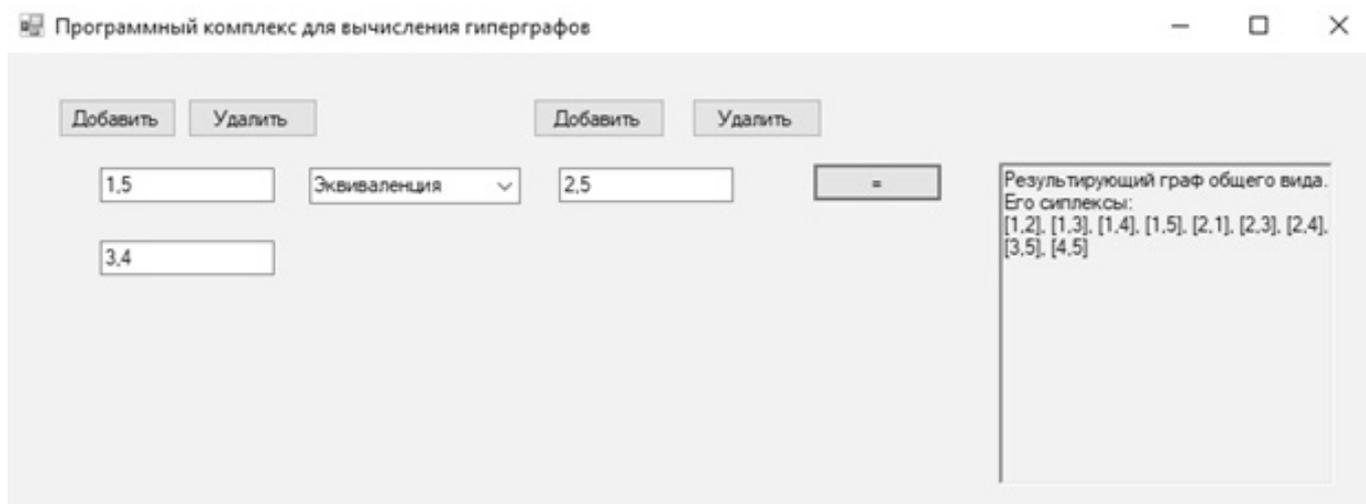


Рис. 5. Эквивалентность 2-однородных гиперграфов

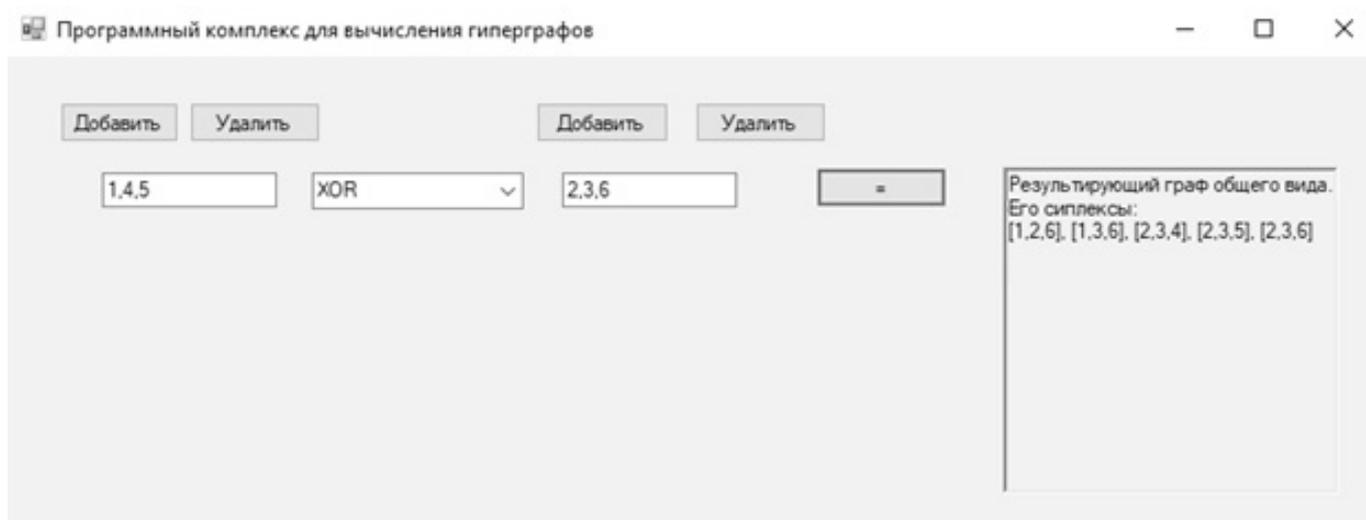


Рис. 6. XOR3-однородных гиперграфов

$\{\{1,2\}, \{1,3\}, \{1,4\}, \{1,5\}, \{1,6\}, \{1,7\}, \{2,3\}, \{2,4\}, \{2,5\}, \{2,6\}, \{2,7\}, \{3,4\}, \{3,5\}, \{3,6\}, \{3,7\}, \{4,5\}, \{4,6\}, \{5,6\}\}$.

По определению базы её легко найти: рёбра $\{1,2\}$ — $\{3,7\}$ “сворачиваются” в $\{3,7\}$, $\{4,5\}$ — $\{5,6\}$ в $\{5,6\}$. В итоге базой графа будет

$$\bar{I}_7^2 = \{\{3,7\}, \{5,6\}\}.$$

Вычислительный комплекс

Для нахождения баз экстремальных k -однородных гиперграфов и результатов операций над ними [15] реализован вычислительный комплекс [16].

Как примеры работы программы рассмотрим вычисления для 2-однородных, 3-однородных и 5-однородных гиперграфов. В программе можно также проводить вычисления над гиперграфами большей степени однородности, но для примера я выбрал именно эти цифры, так как благодаря меньшей степени вычисления можно проверить самому, используя таблицы истинности из теоретической части выше.

Сначала рассмотрим 2-однородные гиперграфы с базами $\{\{1,5\}, \{3,4\}\}, \{2,5\}$ и проведём операцию эквивалентности. Данный пример отличается от дальнейших тем, что у первый гиперграф представлен двусоставной базой, состоящей из двух симплексов. В результате вычис-

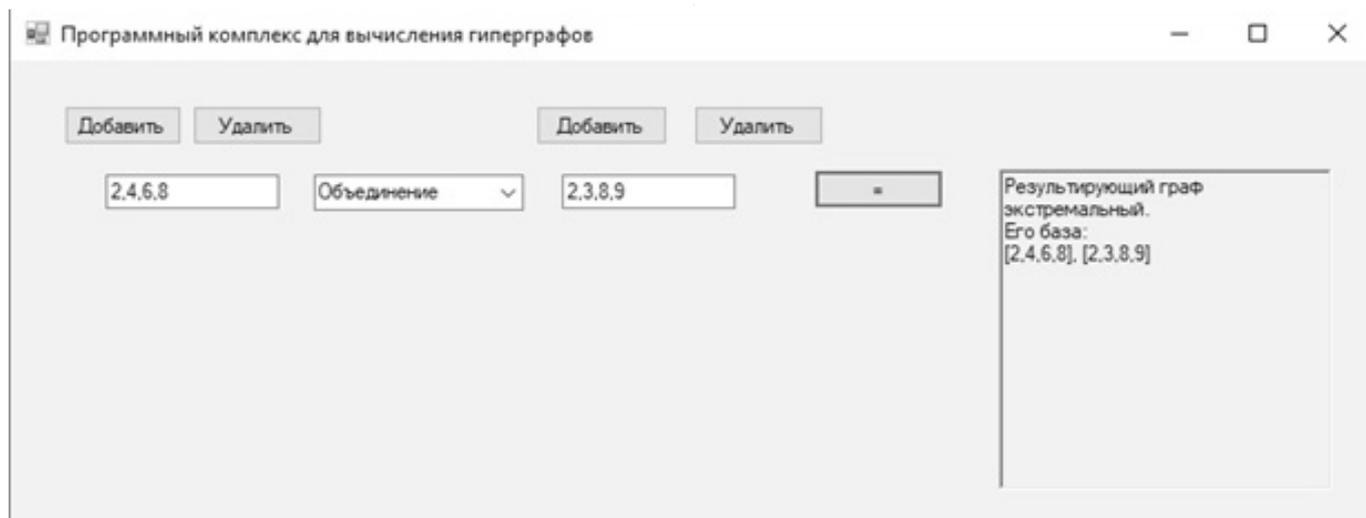


Рис. 7. Объединение 4-однородных гиперграфов

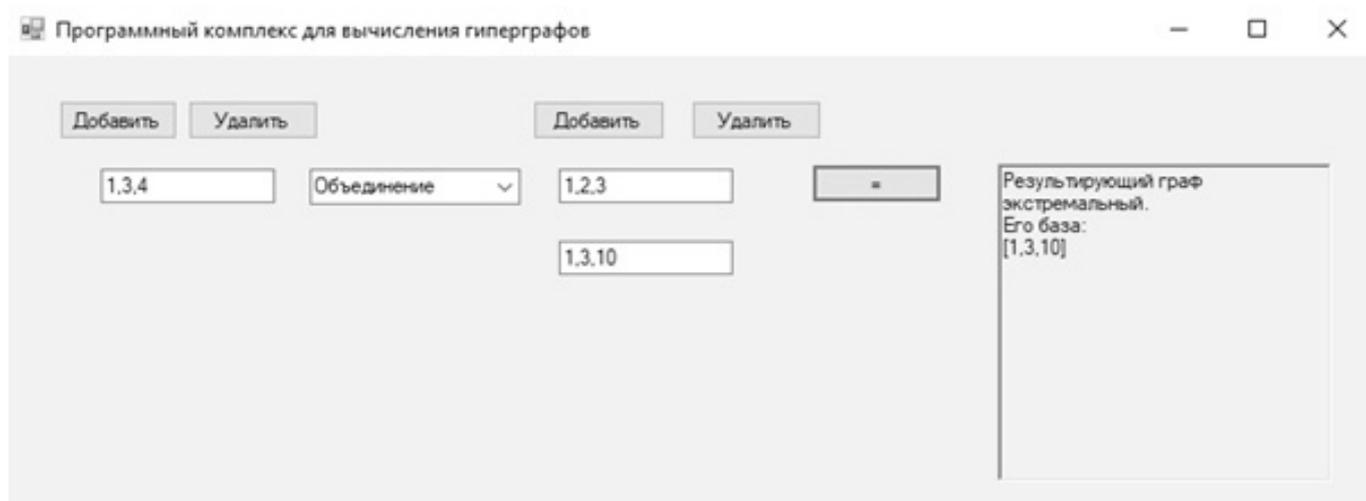


Рис. 8. Объединение 3-однородных гиперграфов

лений получим гиперграф общего вида с рёбрами $\{[1,2], [1,3], [1,4], [1,5], [2,1], [2,3], [2,4], [3,5], [4,5]\}$.

Теперь перейдём к менее тривиальному случаю, 3-однородному гиперграфу. Для примера возьмём гиперграфы с базами $\{1,4,5\}$ и $\{2,3,6\}$, после чего проведём операцию XOR. У этих графов разное число вершин, но программа достроила первый граф до размеров второго, добавив к нему недостающие элементы. В результате получился гиперграф с рёбрами $\{\{1,2,6\}, \{1,3,6\}, \{2,3,4\}, \{2,3,5\}, \{2,3,6\}\}$.

Рассмотрим два случая, которые могут произойти при вычислении операции объединения. Сначала возьмём 4-однородные гиперграфы с базами $\{2,4,6,8\}$

и $\{2,3,8,9\}$. Так как результат их объединения нельзя записать в виде одной базы, программа разбила её на две составляющих: $\{2,4,6,8\}$ и $\{2,3,8,9\}$.

Второй случай более тривиальный — рассмотрим 3-однородные гиперграфы с базами $\{1,3,4\}$ и $\{1,2,3\}, \{1,3,10\}$. В отличие от прошлого случая здесь возможно записать результат операции объединения в виде одного симплекса. В итоге получится база $\{1,3,10\}$.

Переходим к самому нетривиальному случаю, 5-однородному гиперграфу. Для примера возьмём гиперграфы с базами $\{3,5,9,10,11\}$ и $\{2,6,8,10,12\}$, после чего проведём операцию пересечения. Изначально я хотел привести в дипломе результат операции

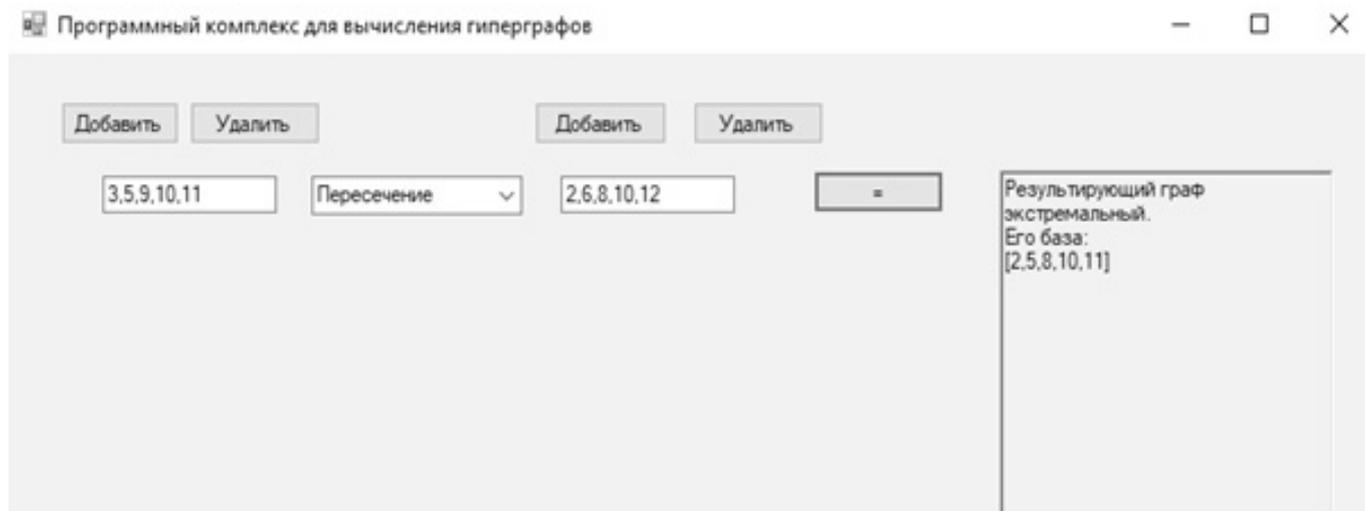


Рис. 9. Пересечение 5-однородных гиперграфов

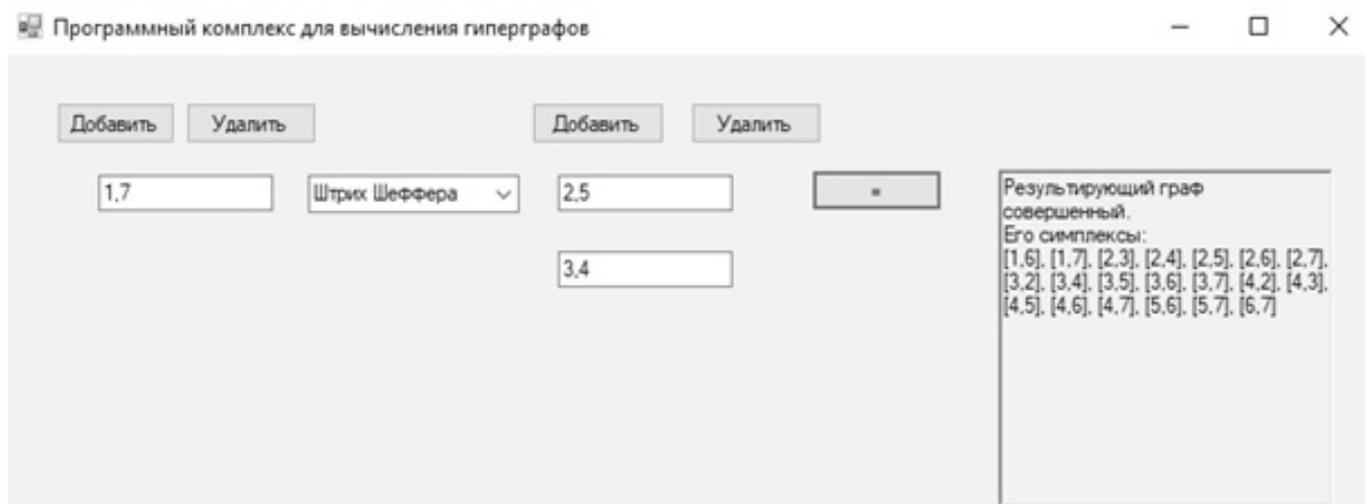


Рис. 10. Штрих Шеффера для 2-однородных гиперграфов

Штрих Шеффера, но количество выводимых на экран симплексов оказалось слишком велико, что не позволяло оценить работу вычислительного комплекса. Поэтому я решил привести в виде примера пересечение, так как результатом этой операции является база. В результате получился экстремальный гиперграф с базой {2,5,8,10,11}.

Для показа результата работы операции Штрих Шеффера возьмём 2-однородные гиперграфы с базами {1,7} и {2,5}, {3,4}. В результате получится совершенный граф с большим количеством симплексов — именно поэтому для наглядной демонстрации я выбрал именно 2-однородные гиперграфы, т.к. при больших размерностях результат выполнения будет слишком объёмным для оценки.

Описание работы вычислительного комплекса

Вычислительный комплекс написан с использованием технологии Windows Forms.

Программа состоит из 3х частей: класса Application, который отвечает на отображение интерфейса, класса graf, в котором выполняются все вычисления, и вспомогательного класса CFG, перегружающего сортировку.

В классе Application хранится 4 переменные, в которых хранятся графы после ввода, а также количество полей для ввода симплексов. В нём реализованы обработчики нажатия кнопок основной формы: button1_click

добавляет поле ввода симплекса для первого гиперграфа, `button2_click` делает то же самое для второго, процедура `button3_click` обрабатывает скрытие с формы поле ввода симплекса первого гиперграфа, `button4_click` делает то же самое для второго.

В процедуре `Application_Load` производятся необходимые подготовительные вычисления при запуске формы приложения. Основные операции проводятся в процедуре `button5_click`.

Перед тем, как я перейду к более подробному рассмотрению происходящего в основной процедуре `button5_click` нужно описать класс `graf`, который хранит в себе информацию о гиперграфах и операции над ними.

В качестве хранимых переменных класс содержит представление графа в виде строк симплексов, представление графа в матричном виде, и число вершин.

В функции `toSimplex` происходит раскрытие “скрытых” в базе ребёр гиперграфа. Например, база $\{2,3\}$ раскрывается в рёбра $\{\{1,2\}, \{1,3\}, \{2,3\}\}$. Процедура `toMatrix` приводит гиперграф в матричный вид. Далее класс содержит перегрузку операторов $+$, $*$, \wedge , $|$, $/$, благодаря которым можно выполнять операции объединения, пересечения, эквиваленции, XOR и Штриха Шеффера соответственно.

Затем идёт булева функция `isExtr`, которая возвращает `true` или `false` в зависимости от того, является данный гиперграф экстремальным или нет. После неё идёт ещё одна булева функция, `isSov`. Она проверяет данный гиперграф на совершенность, после чего в зависимости от результата возвращает `true` или `false`.

Затем идут “обратные” функции. Они нужны для обработки полученного после выполнения операций гиперграфа. Функция `matrixToSimplex` переводит гиперграф из матричного вида в вид строк-симплексов-рёбер. Функция `matrixToBase` запускается если искомый граф является экстремальным, она позволяет из списка симплексов-рёбер выделить базу.

На этом описание класса `graf` завершено. Также в программе есть `Зй`, вспомогательный класс `GFG`. Он насле-

дуется от интерфейса `IComparer` и нужен для перегрузки сравнения. Дело в том, что в процессе определения совершенности нужно перемещать столбцы гиперграфов в матричном виде. Это встроенная сортировка сделать не может. Поэтому нужно было перегрузить её под свои нужды.

Вернёмся к рассмотрению процедуры `button5_Click`, в которой выполняется основное тело программы.

Сначала идёт подготовка формы вывода, очищается `richTextBox1` с помощью метода `Clear`. Далее происходит перенос из симплексов гиперграфов из `textBox` полей в списки `List`. Затем введённые гиперграфы переводятся в матричные формы методом `toMatrix`, внутри которого вызывается метод `toSimplex`. После этого в зависимости от выбранной на форме операции вызывается то или иное перегруженное арифметическое действие. Затем полученный гиперграф переводится в симплексную форму процедурой `matrixToSimplex`. Далее идёт проверка на экстремальность с помощью функции `isExtr`. Если результирующий гиперграф экстремальный, вызывается процедура `matrixToBase`, которая записывает во временную строковую переменную базу полученного гиперграфа. Если гиперграф не является экстремальным, запускается функция `isSov`, по результату которой гиперграф объявляется совершенным или общего вида. В таком случае во временную переменную записывается не база гиперграфа, а его симплексное представление.

После вышеперечисленных операций на выход подаётся тип графа и его представление в виде базы или симплексов. Процедура завершает работу и управление переходит на форму, где можно ввести новые данные.

Заключение

В настоящей работе был описан и реализован вычислительный комплекс для нахождения экстремальности гиперграфов. Кроме того, были продемонстрированы результаты работы реализованного вычислительного комплекса и описан принцип его работы. В дальнейшем предполагается развить данный программный комплекс в полнофункциональную систему работы с гиперграфами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скворцова М.И., Фасхутдинова И. И., Михайлова Н. А. Гиперграфовые модели молекул углеводородов и их применение в компьютерной химии // Вестник МИТХТ им. М. В. Ломоносова. 2014. № 5. С. 86–93.
2. Капранов С.А., Кочнев А. И. Применение эвристических методов оптимизации дорожных потоков с использованием гиперграфов для определения надёжности и отказоустойчивости // Информационные системы и технологии ИСТ-2017. Материалы докладов XXIII Международной научно-технической конференции. 2017. С. 505–509.

3. Мокрозуб В.Г., Немтинов В. А., Егоров С. Я., Морозов С. В. Применение гиперграфов и реляционной базы данных для описания структуры радиотехнических систем // Успехи современной радиоэлектроники. 2009. № 3. С. 37–41.
4. Тарасов В.А., Круглов П. В., Болотина И. А. Метод формирования совокупности допустимых вариантов сборки изделий на основе применения ориентированных гиперграфов // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2012. № 2. С. 4.
5. Миронов А.А., Мокряков А. В. Двумерные комплексы полностью описываемые степенями вершин // Труды Института системного анализа Российской академии наук. 2006. № 10. С. 178.
6. Egorova E.K., Mokryakov A.V., Suvorova A. A. The Concept of Data Encryption Using Extreme Uniform Hypergraphs // Abstracts 18th International Conference "Aviation and Cosmonautics — 2019". 2019. P. 409.
7. Головкин Ю.Б., Гусаренко А. С. Применение нечётких гиперграфов в моделях генерации WEB-компонентов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2014. № 9. С. 47–53
8. Kostyanoi D.S., Mokryakov A. V., Tsurkov V. I. Hypergraph Recovery Algorithms from a Given Vector of Vertex Degrees // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2014. T. 53. No 4. P. 511–516.
9. Egorova E.K., Mokryakov A. V., Vang L. Development of Hypergraph Theory // J.~Computer and Systems Sciences International. 2018. V. 57. P. 109–114.
10. Mokryakov A.V., Tsurkov V. I. Reconstructing 2-complexes by a nonnegative integer-valued vector // Automation and Remote Control. 2011. T. 72. No 12. P. 2541–2552.
11. Гурченков А.А., Костяной Д. С., Мокряков А. В. Редукционные методы восстановления некоторого класса гиперграфов // Инженерный журнал: наука и инновации. 2014. № 6 (30). С. 1.
12. Mokryakov A. V. Hypergraphs as Algebraic Structures // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2011. T. 50. No 5. P. 734–740.
13. Mironov A.A., Mokryakov A. V., Sokolov A. A. About Realization of Integer Non-Negative Numbers Tuple Into 2-Dimensional Complexes // Applied and Computational Mathematics. 2007. T. 6. No 1. P. 58–68.
14. Мокряков А.В., Селин П. С., Цурков В. И. Минимакс и восстановление по вектору в графах. М.: Физматлит, 2017. 309 с.
15. Егорова Е.К., Есенков А. С., Мокряков А. В. Операции над k -однородными гиперграфами и их векторы степеней вершин // Известия РАН. Теория и системы управления. 2020. № 3. С.75–80.
16. Берецкий И.С., Хмелевский И. Д. Замкнутость операций над классом экстремальных однородных гиперграфов // Сборник тезисов докладов ММНК Гагаринские чтения — 2020. 2020. С. 197.

© Берецкий Игорь Сергеевич (ISberetskij@mai.ru), Ирбитский Илья Сергеевич (ILSirbitskij@mai.ru),
 Егорова Евгения Кирилловна (egorovaek@mat.i.ru), Мокряков Алексей Викторович (MokryakovAlVik@gmail.com),
 Чернова Татьяна Александровна (Chernovata@mai.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОБНАРУЖЕНИЕ АНОМАЛИЙ СЕТЕВОГО ТРАФИКА: ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ, ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ

DETECTING NETWORK TRAFFIC ANOMALIES: MAIN ASPECTS, PROBLEMS AND METHODS

**M. Budko
A. Malko
D. Starodubova
R. Starodubov**

Summary. Solving the issue of detecting network traffic anomalies is an important aspect of monitoring the operation of a computer network and ensuring a high level of its security. The purpose of this work is to categorize the sources and causes of anomalies, as well as the most promising methods for detecting them, based on modern research of the problem. The result of this work is a generalized classification of sources of network traffic anomalies and the main methods for detecting them.

Keywords: information security; anomalies; network traffic analysis; information protection; computer networks; intrusion detection.

Будько Марина Борисовна

*К.т.н., доцент, Университет телекоммуникаций,
механики и оптики, г. Санкт-Петербург*

Малько Алексей Дмитриевич

*Аспирант, Университет телекоммуникаций,
механики и оптики, г. Санкт-Петербург*

Стародубова Дарья Дмитриевна

Независимый исследователь, г. Санкт-Петербург

Стародубов Роман Дмитриевич

*Санкт-петербургский государственный
университет телекоммуникаций им. проф. Бонч-*

Бруевича, г. Санкт-Петербург

starodubova.95@mail.ru

Аннотация. Решение вопроса обнаружения аномалий сетевого трафика является важным аспектом мониторинга работы компьютерной сети и обеспечения высокого уровня ее защищенности. Цель настоящей работы — на основе современных исследований проблемы произвести категоризацию источников и причин возникновения аномалий, а также наиболее перспективных методов их детектирования. Результатом работы являются обобщенные классификации источников аномалий сетевого трафика и основных методов их обнаружения.

Ключевые слова: информационная безопасность; аномалии; анализ сетевого трафика; защита информации; компьютерные сети; обнаружение вторжений.

На сегодняшний день вопрос обеспечения высокого уровня информационной безопасности большинства организаций включает в себя решение проблемы обнаружения и предотвращения правонарушений, осуществляемых внутри защищенного периметра локальной сети. Согласно ежегодному отчету “Cyber Security Report 2020” компании Check Point Software Technologies, по статистике 34% всех кибератак совершаются инсайдерами, что демонстрирует необходимость внедрения систем сетевой безопасности, способных обнаруживать подобные атаки и противодействовать им за минимально приемлемое время [5, с. 59–65].

Одним из наиболее перспективных методов идентификации атак внутри телекоммуникационной сети организации является обнаружение аномалий сетевого трафика, позволяющее выявлять общеизвестные злонамеренные действия пользователей или машин, в том числе и «атаки нулевого дня». В общем случае «аномалия» — это отклонение от нормы, нарушение закономерности.

Важно понимать, что не каждая аномалия в сетевом трафике представляет собой угрозу информационной безопасности, и для повышения точности определения правонарушений внутри защищенного периметра сети необходимо учитывать множество факторов: источники и причины возникновения сетевых аномалий, количество аномалий и их потенциальную связь между собой, процесс преобразования зарегистрированных аномалий сетевого трафика в событие информационной безопасности [1, с. 180–182].

Изучение вопроса обнаружения сетевых аномалий в первую очередь требует обозначения основных источников аномальных событий. Любая корпоративная сетевая инфраструктура включает в себя множество составляющих, функционирующих независимо или взаимодействующих между собой, и каждый из этих компонентов является потенциальным источником сетевых аномалий. Полное перечисление всех возможных первоисточников аномалий сетевого трафика является сложной задачей, в связи с чем на основании работ [4,

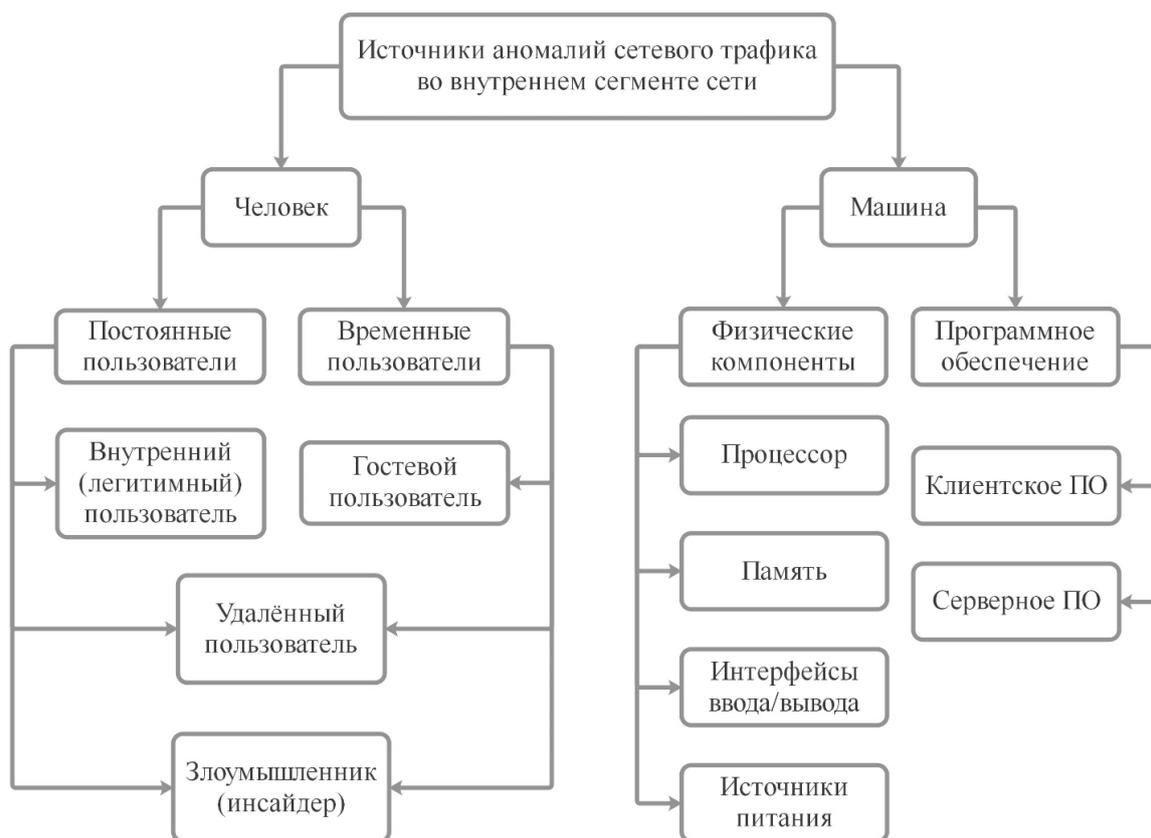


Рис. 1. Классификация потенциальных источников сетевых аномалий внутреннего сегмента корпоративной сети

с. 323–328; 7, с. 5–27, 9, с. 305–306] в целях визуальной демонстрации была разработана обобщенная классификация потенциальных источников аномалий во внутреннем сегменте корпоративной сети, представленная на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, глобально источники сетевых аномалий можно разделить на пользовательские и машинные. Первой категорией являются пользователи внутреннего сегмента сети, которые могут подразделяться на постоянных — являться сотрудниками организации, владеющей сетью, и временных — привлекаемых для решения краткосрочных задач. Удаленные сотрудники и потенциальные злоумышленники могут быть как постоянными пользователями, так и временными, и должны быть обязательно учтены при общем описании потенциальных источников аномалий сетевого трафика. Второй категорией являются машинные источники, которые представляют собой физические компоненты, такие как процессор, память, интерфейсы ввода/вывода и источники питания, и программное обеспечение (ПО), обычно подразделяемое на клиентское и серверное. Перечисленные физические компоненты и категории ПО являются основными составляющими всех элементов

компьютерной сети, таких как пользовательские компьютеры, серверы, средства защиты и мониторинга. Таким образом, каждое устройство в компьютерной сети включает в себя сразу несколько потенциальных источников аномалий сетевого трафика. Стоит отметить, что источники могут быть как независимыми при генерации аномалий, так и непосредственно влиять на возникновение аномального трафика со стороны других перечисленных источников.

Помимо описания основных источников, важным аспектом изучения проблемы аномалий в сетевом трафике является исследование причин их появления в компьютерной сети. В соответствии с [10, с. 39–42] можно выделить следующие две категории причин возникновения сетевых аномалий: аномалии, связанные с производительностью — причинами появления аномалий данной категории могут быть ошибки проектирования аппаратных и программных составляющих систем, износ физических компонентов, некорректное внедрение, конфигурация, использование и администрирование составляющих компьютерной сети, а также особенности работы телекоммуникационных систем, которые не могут быть исправлены программными средствами;



Рис. 2. Основные методы обнаружения аномалий в сетевом трафике

аномалии, связанные с безопасностью — в этой категории причинами возникновения сетевых аномалий служит использование уязвимостей аппаратного или программного обеспечения, недостаточная настройка средств защиты и мониторинга сети, ошибки в политике безопасности организации, что позволяет пользователям и злоумышленникам совершать неправомерные или непредусмотренные политикой действия во внутреннем защищенном периметре сети.

Авторы [9, с. 307–308] подразделяют аномалии сетевого трафика на следующие типы: точечная аномалия — представляет собой экземпляр информации, который является аномальным по отношению к остальному объему данных; контекстуальная аномалия — данные являются аномальными в конкретном контексте, определяемом с помощью контекстных и поведенческих атрибутов для непосредственного набора данных; коллективная аномалия — набор связанных экземпляров данных, которые являются аномальными по отношению ко всему объему данных, при этом события, входящие в набор, могут не быть аномальными если они происходят независимо друг от друга.

Для решения проблемы обнаружения аномалий в компьютерных сетях средства мониторинга и защиты используют модель «нормального сетевого трафика», которая фиксирует основные взаимодействия между компонентами телекоммуникационной сети. В такой модели событие считается аномалией в случае, если показатель отклонения относительно профиля системы, построенного на основании нормального функционирования сети, превышает допустимое пороговое значение. Большинство систем обнаружения аномалий включают в себя модуль моделирования, который отвечает за построение нормального профиля функционирования сети, и модуль обнаружения, выявляющий аномалии сетевого трафика, в простейшем случае через определение показателя девиации события относительно профиля нормальных взаимодействий и степени его критичности. Модуль обнаружения обычно проектируется адаптивным, с целью обнаружения аномалий без сопоставления с конкретным шаблоном [8, с. 251–253, 10, с. 46–56].

Основные методы обнаружения сетевых аномалий, описанные в работах [2, с. 214–215; 3, с. 11–15; 7,

с. 80–209], могут быть сформированы в виде схемы, приведенной на рисунке 2. Данная схема демонстрирует классы методов обнаружения аномалий, используемые в современных системах защиты и мониторинга, а также активно изучаемые и перспективные технологии детектирования аномальных выбросов в трафике. Необходимо понимать, что все перечисленные методики обнаружения успешно выполняют свои функции исключительно в определенных сценариях, и ни один из методов нельзя считать лучшим решением для всех возможных вариантов работы. Это связано с постоянными изменениями характера трафика в реальной сети, а также с непосредственной точкой развертывания системы обнаружения аномалий внутри периметра компьютерной сети.

Статистические методы работают хорошо в случаях, когда прогнозируемая модель строится на основе наблюдения трафика в реальном времени. Проблемой является получение функции плотности и поиск оптимальных значений используемых параметров. В случаях использования классификации, кластеризации или методы, основанных на выбросах, определение подходящего подмножества признаков в большом многомерном наборе данных является дорогостоящим и трудоемким. Помимо этого, обучение является критически важным для построения системы, которая обнаруживает аномалии в сетевом трафике, и оно обычно предполагает высокие трудозатраты. Методы, основанные на знаниях, создают базу данных правил на основе существующей

информации об атаках, а затем обнаруживают аномалии в соответствии с конкретным набором правил. Создание оптимальной и непротиворечивой базы правил является сложной задачей с учетом широкого спектра источников и причин аномалий, а также различных типов атак. Методы мягких вычислений применяются, когда идентификация элемента сетевого трафика как аномального или нормального не определена. Использование методов машинного обучения и нейронных сетей для классификации элементов сетевого трафика как аномальных или нормальных позволяет принимать решения в неопределенных ситуациях. Данные методы являются наиболее перспективными и актуальными для изучения в рамках решения проблемы детектирования аномалий. Методы с комбинированным обучением объединяют в себе различные технологии и методики обнаружения аномалий в единой системе на разных уровнях. Такие методы отличаются своей сложностью в проектировании и реализации, и, как правило, не подходят для обнаружения аномалий сетевого трафика в реальном времени [6, с. 343–351; 10, с. 115–160].

Таким образом, изучение и решение проблемы обнаружения аномалий в сетевом трафике является важным элементом организации стабильного и безопасного функционирования любой телекоммуникационной сети. Описанные источники и причины возникновения сетевых аномалий, а также анализ существующих методов их обнаружения дополняют существующие исследования теории детектирования сетевых аномалий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондарев, В. В. Анализ защищенности и мониторинг компьютерных сетей. Методы и средства: учебное пособие / В. В. Бондарев. — М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. — 225 с.: ил.;
2. Браницкий, А. А. Анализ и классификация методов обнаружения сетевых атак / А. А. Браницкий, И. В. Котенко // Труды СПИИРАН. — 2016. — Т. 2, № 45. — с. 207–244.;
3. Кондратьев, А. А. Методологическое обеспечение интеллектуальных систем защиты от сетевых атак / А. А. Кондратьев, А. А. Талалаев, И. П. Тищенко, В. П. Фраленко, В. М. Хачумов // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 2.;
4. Олифер, В. Г. Безопасность компьютерных сетей / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. — М.: Горячая линия-Телеком, 2016, 644 с.;
5. Отчет компании Check Point Software Technologies «Cyber Security Report 2020.», — 80 с.;
6. Шаньгин, В. Ф. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей / В. Ф. Шаньгин. — М.: ИД «Форум»: ИНФРА-М, 2011. — 416 с.;
7. Шелухин, О. И. Обнаружение вторжений в компьютерные сети (сетевые аномалии): учеб. пособие / Д. Ж. Сакалема, А. С. Филинова, О. И. Шелухин. — М.: Горячая линия — Телеком, 2013. — 221 с.: ил.;
8. Li, H. Research on intelligent intrusion prevention system based on snort / H. Li, D. Liu // In Proceedings of the 2010 International Conference on Computer, Mechatronics, Control and Electronic Engineering (CMCE), V.-1, — IEEE. 2010, — pp. 251–253.;
9. Monowar, H. B. Network Anomaly Detection: Methods, Systems and Tools / Monowar H. Bhuyan, Dhruva. K. Bhattacharyya, Jugal K. Kalita // IEEE Communication Surveys & Tutorials, Vol. 16, No. 1, 2014, — pp. 303–336;
10. Monowar, H. B. Network Traffic Anomaly Detection and Prevention. Concepts, Techniques, and Tools / Monowar H. Bhuyan, Dhruva. K. Bhattacharyya, Jugal K. Kalita // Springer International Publishing, 2017, — 285 p.

© Будько Марина Борисовна, Малько Алексей Дмитриевич,

Стародубова Дарья Дмитриевна, Стародубов Роман Дмитриевич (starodubova.95@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ПРИМЕРЕ ПЕРСЕПТРОНА В ИССЛЕДОВАНИИ КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ

NEURAL NETWORK MODELING ON THE EXAMPLE OF THE PERCEPTRON IN THE STUDY OF THE CLASSIFICATION OF OBJECTS

A. Vasiliev

Summary. The article is devoted to the neural network modeling using the perceptron as an example in the study of object classification. The objective of the study is to classify images of certain colors by distinguishing parameters and adjust the algorithm in such a way as to minimize erroneous classification. Like the human brain, neural networks are made up of a large number of connected elements that mimic neurons. Deep neural networks are based on such algorithms, thanks to which computers learn from their own experience, forming in the learning process multi-level, hierarchical representations of the world. The perceptron is the most primitive neural network that has two input and one output cell. Perceptrons make it possible to create a set of “associations” between input stimuli and the desired response at the output. In a biological context, this is the conversion, for example, of visual communication into physiological actions from motor neurons. Perceptrons are grouped as artificial neural networks: with one hidden layer; with threshold transfer function; with direct signal propagation. Perceptrons can be used in solving problems of binary classification, when the sample must be identified as belonging to one of the predefined two classes. In this research paper, the perceptron operation algorithm, the learning algorithm, and the algorithm correction were written.

Keywords: neural network, neurons, perceptrons, algorithm, function, model, weights.

Васильев Александр Владимирович
Независимый исследователь
astrgan@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена вопросу моделирования нейронной сети на примере перцептрона в исследовании классификации объектов. Задача исследования — классифицировать изображения определенных цветов по отличительным параметрам и скорректировать алгоритм таким образом, чтобы свести ошибочную классификацию к минимуму. Как и человеческий мозг, нейронные сети состоят из большого количества связанных элементов, которые имитируют нейроны. Глубокие нейронные сети основаны на таких алгоритмах, благодаря которым компьютеры учатся на собственном опыте, формируя в процессе обучения многоуровневые, иерархические представления о мире. Перцептрон является самой примитивной нейронной сетью, имеющая две входных и одну выходную клетки. Перцептроны дают возможность создавать набор «ассоциаций» между входными стимулами и нужной реакцией на выходе. В биологическом контексте это преобразование, к примеру, зрительного сообщения в физиологические действия от двигательных нейронов. Перцептроны группированы как искусственные нейронные сети: с одним скрытым слоем; с пороговой передаточной функцией; с прямым распространением сигнала. Перцептроны могут быть применены при решении задач бинарной классификации, когда выборка должна быть идентифицирована как принадлежащая к одному из predefined двух классов. В данной исследовательской работе был охарактеризован алгоритм работы перцептрона, алгоритм обучения, написана коррекция алгоритма.

Ключевые слова: нейросеть, нейроны, перцептроны, алгоритм, функция, модель, веса.

Нейрон или нервная клетка — это электрически возбудимая клетка, которая взаимодействует с другими клетками через специализированные соединения, называемые синапсами. Нейроны обычно разделяют на три типа в зависимости от их функции. Сенсорные нейроны реагируют на такие раздражители, как прикосновение, звук или свет, которые воздействуют на клетки органов чувств, и посылают сигналы в спинной или головной мозг. Моторные нейроны получают сигналы от головного и спинного мозга, чтобы контролировать все — от мышечных сокращений до выхода желез. Интернейроны соединяют нейроны с другими нейронами в той же области головного или спинного мозга. Группу связанных между собой нейронов называют нейронной цепью [7].

Нейрон состоит из тела — сомы, аксонов и дендрита. Сигнал одного нейрона передаётся через синапс к другому нейрону, эти цепочки нейронов собираются в сети. С точки зрения биологии нейронная сеть — это совокупность нейронов, соединенных между собой синапсами для выполнения определенной функции при активации. Нейронные цепи соединяются друг с другом, образуя крупномасштабные мозговые сети. Биологические нейронные сети вдохновили разработку искусственных нейронных сетей, но искусственные нейронные сети обычно не являются строгими копиями своих биологических аналогов.

Связи между нейронами в головном мозге гораздо сложнее, чем у искусственных нейронов, используемых

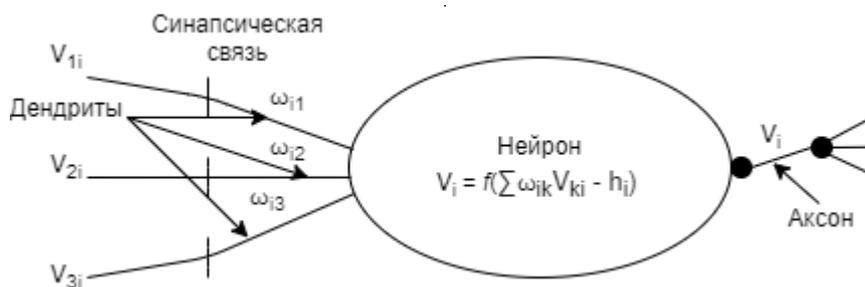


Рис. 1. Модель нейрона

в нейросетевых вычислительных моделях искусственных нейронных сетей. Основными видами связей между нейронами являются синапсы: как химические, так и электрические синапсы [5]. Создание синапсов позволяет соединять нейроны в миллионы перекрывающихся и взаимосвязанных нейронных цепей. Модель нейрона, взаимодействующего с другими нейронами в нейросети, показана на рисунке 1.

Здесь V_{ki} — энергетические доли импульсов V_i , которые генерируются другими нейронами и принимаются дендритами нейрона i . ω_{ik} — вес дендрита; h_i — порог. Генерируемый импульс V_i в свою очередь, распространяется вдоль дендритов нейронов, с которыми нейрон связан через разветвленный аксон. Согласно закону распределения энергии, значение V_i делится пропорционально весу дендритов «принимающих» нейронов. Такое распределение энергии обычно не реализуется в практических моделях.

Каждый нейрон контролируется либо внешне, либо по принципу самоуправления с использованием обратных связей. Вес синаптической связи

$\{\omega_{ij}\}$ и пороговые значения h_i можно регулировать. Такое регулирование, реализованное в разных моделях, определяет возможность обучения и самообучения в сети. Он устанавливает пути прохождения возбуждений через сеть, самым простым способом формируя отношения «предпосылка — эффект».

Функции f бывают разными, но простыми по объему вычислений. В самом простом случае f совпадает с линейной формой — заданным аргументом, то есть для всех дендритов с учетом их веса проводится суммирование и сравнение с пороговым значением.

Величина превышения порога — это величина возбуждения нейрона, иначе говоря определение значения величины возбуждения [1]. Например, в некоторых моделях величина возбуждения всегда равна единице, а отсутствие возбуждения соответствует нулю. В других

моделях также допускается отрицательное значение возбуждения.

В машинном обучении перцептрон — это алгоритм контролируемого обучения бинарных классификаторов. Двоичный классификатор — это функция, которая может решить, принадлежит ли вход, представленный вектором чисел, к какому-то определенному классу или нет. Это тип линейного классификатора, то есть алгоритм классификации, который делает свои предсказания на основе линейной функции предиктора, объединяющей набор весов с вектором признаков.

Перцептрон — это упрощенная модель биологического нейрона. Хотя сложность биологических моделей нейронов часто требуется для полного понимания нейронного поведения, исследования показывают, что подобная перцептронной линейной модели может вызвать некоторое поведение, наблюдаемое в реальных нейронах.

Идея перцептрона аналогична принципу действия основной обрабатывающей единицы мозга-нейрона. Нейрон состоит из множества входных сигналов, переносимых дендритами, телом клетки и одного выходного сигнала, переносимого по аксону. Нейрон запускает сигнал действия, когда клетка достигает определенного порога. Это действие либо происходит, либо нет; нет такого понятия, как «частичное» срабатывание нейрона [7].

Аналогично, перцептрон имеет множество входов (часто называемых признаками), которые подаются в линейную единицу, которая производит один двоичный выход. Таким образом, перцептроны могут быть применены при решении задач бинарной классификации, когда выборка должна быть идентифицирована как принадлежащая к одному из predeterminedных двух классов. Алгоритм работы перцептрона представлен на рисунке 2 [6].

Поскольку перцептроны являются бинарными классификаторами (0/1), мы можем определить их вычисление по линейной функции:

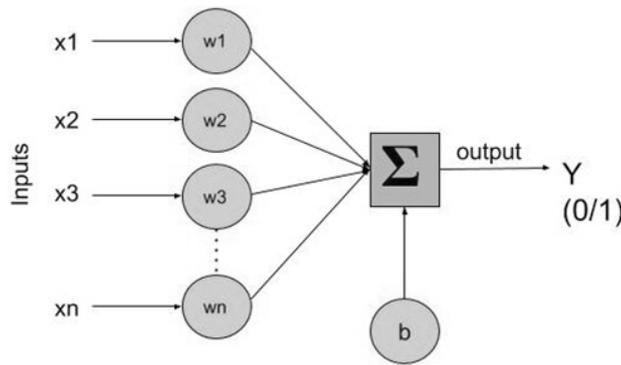


Рис. 2. Схема перцептрона

$$f_{\Phi}(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } b + w \cdot x > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Следует напомнить, что точечное (скалярное) произведение двух векторов длины n ($1 \leq i \leq n$) равно $w \cdot x = \sum_i w_i \cdot x_i$. Функция $f(x) = b + w \cdot x$ представляет собой линейную комбинацию векторов веса и признаков. Таким образом, перцептрон является линейным классификатором — алгоритмом, который предсказывает с помощью линейной функции предиктора [4].

Веса показывают эффективность каждой функции x_i в x в поведении модели. Чем выше вес w_i элемента x_i , тем выше его влияние на результат. С другой стороны, смещение «b» похоже на пересечение в линейном уравнении. Это константа, которая помогает модели адаптироваться таким образом, чтобы наилучшим образом соответствовать данным. Член смещения предполагает мнимый коэффициент входного признака $x_0 = 1$.

Для моделирования нейронной сети на примере перцептрона в исследовании классификации объектов классифицируем изображения определенных цветов по отличительным параметрам, а затем скорректируем алгоритм таким образом, чтобы свести ошибочность к минимуму.

Алгоритм обучения на основе кода на языке Python

Модель может быть обучена по следующему алгоритму:

1. set $b = w = 0$
2. for N iterations, or until weights do not change
 - (a) for each training example x^k with label y^k
 - I. if $y^k - f(x^k) = 0$, continue
 - II. else, update $w_i, \Delta w_i = (y^k - f(x^k)) x_i$

Набор данных, который мы рассматриваем для реализации перцептрона, — это набор данных «цветок ири-са». Этот набор данных содержит 4 объекта, которые описывают цветок и классифицируют их как принадлежащие к одному из 3 классов. Мы удаляем последние 50 строк набора данных, который принадлежит классу «Iris-virginica», и используем только 2 класса «Iris-setosa» и «Iris-versicolor» потому, что эти классы линейно разделимы, и алгоритм сходится к локальному минимуму, в конечном итоге находя оптимальные веса:

```
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
def load_data():
    URL_='https://archive.ics.uci.edu/ml/machine-learning-databases/iris/iris.data'
    data = pd.read_csv(URL_, header = None)
    print(data)
    # сделаем набор данных линейно разделяемым
    data = data[:100]
    data[4] = np.where(data.iloc[:, -1] == 'Iris-setosa', 0, 1)
    data = np.asmatrix(data, dtype = 'float64')
    return data
data = load_data()
```

Визуализация набора данных

Визуализируя набор данных с двумя объектами, мы видим, что этот набор данных может быть четко отделен путем рисования прямой линии между ними.

```
plt.scatter(np.array(data[:50,0]), np.array(data[:50,2]),
            marker='o', label='сетоза')
plt.scatter(np.array(data[50:,0]), np.array(data[50:,2]),
            marker='x', label='виргиника')
plt.xlabel('длина лепестка')
plt.ylabel('длина чашелистиков')
plt.legend()
plt.show()
```

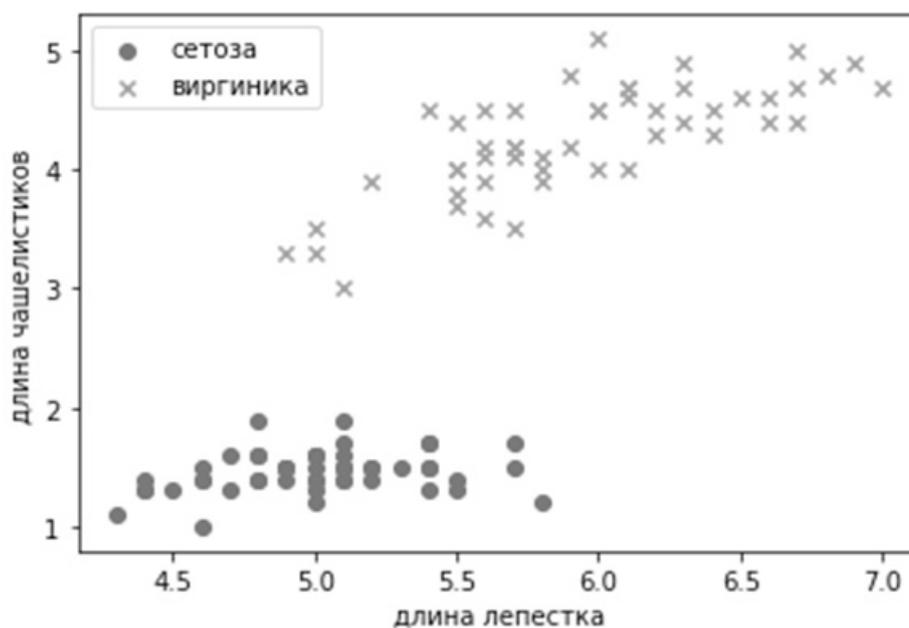


Рис. 3. Визуализация набора данных

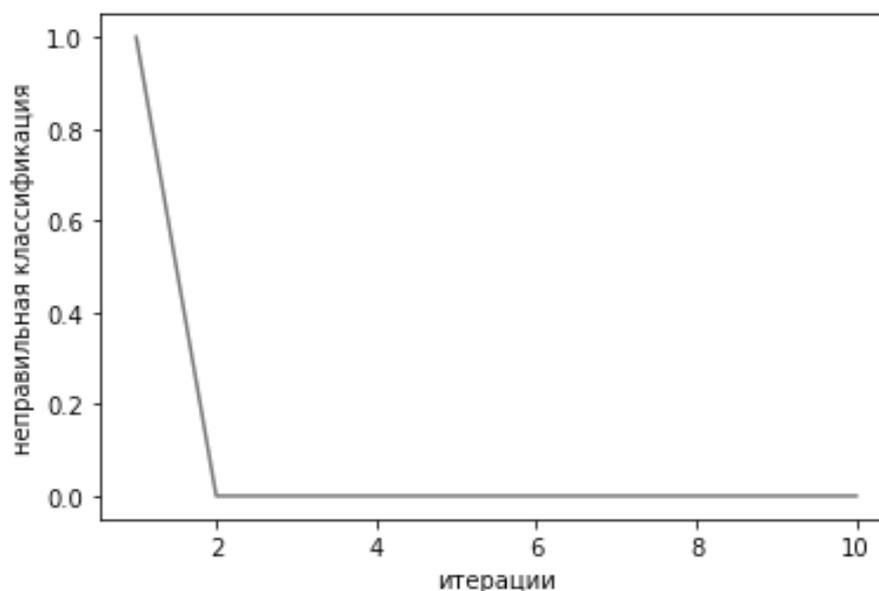


Рис. 4. Визуализация ошибочных классификаций

Наша цель — написать алгоритм, который находит эту строку и правильно классифицирует все эти точки данных.

Теперь реализуем упомянутый выше алгоритм как есть и посмотрим, как он работает. Есть 4 функции и, следовательно, 4 веса, связанные с каждой функцией. Не-

обходимо помнить, что был определён вес смещения w_0 , который предполагает, что $x_1 = 1$, что в сумме составляет 5 весов.

Было определено число итераций равное 10. Это один из гиперпараметров, в отличие от системных па-

раметров, таких как w , которые изучаются алгоритмом. На каждой итерации алгоритм вычисляет класс (0 или 1) для всех точек данных и обновляет веса с каждой ошибочной классификацией.

Коррекция алгоритма

Если выборка неправильно классифицирована, то веса обновляются дельтой, которая смещается в противоположном направлении. Таким образом, если образец будет классифицирован снова, результат будет «менее неправильным». Мы классифицируем любой ярлык ≤ 0 как «0» (*Iris-setosa*), а все остальное — как «1» (*Iris-versicolor*).

```
def perceptron(data, num_iter):
    features = data[:, :-1]
    labels = data[:, -1]
    # установим веса на ноль
    w = np.zeros(shape=(1, features.shape[1]+1))
    misclassified_ = []
    for epoch in range(num_iter):
        misclassified = 0
        for x, label in zip(features, labels):
            x = np.insert(x, 0, 1)
            y = np.dot(w, x.transpose())
            target = 1.0 if (y > 0) else 0.0
            delta = (label.item(0,0) — target)
```

```
if(delta): # неправильная классификация
    misclassified += 1
    w += (delta * x)
misclassified_.append(misclassified)
return (w, misclassified_)
num_iter = 10
w, misclassified_ = perceptron(data, num_iter)
```

Теперь можно посмотреть количество ошибочно классифицированных выборок в каждой итерации.

```
epochs = np.arange(1, num_iter+1)
plt.plot(epochs, misclassified_)
plt.xlabel('iterations')
plt.ylabel('misclassified')
plt.show()
```

Видно, что алгоритм сходится на 2-й итерации, то есть все образцы правильно классифицируются на 2-м проходе по данным.

Таким образом, перцептрон является упрощенной моделью биологического нейрона. Хотя сложность биологических моделей нейронов часто требуется для полного понимания поведения нейронов, исследования показывают, что перцептроноподобная линейная модель может вызывать поведение, наблюдаемое в реальных нейронах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев А. Н. Принципы и техника нейросетевого моделирования / А. Н. Васильев, Д. А. Тархов. — М.: Высшая школа, 2014. — 218 с.
2. Головки В. А. От многослойных перцептронов к нейронным сетям глубокого доверия: парадигмы обучения и применение. В сб.: Нейроинформатика-2015. XVII Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием. Лекции по нейроинформатике, НИЯУ МИФИ, 2015. С. 47–84
3. Дли М. И. Алгоритмы формирования изображений состояний объектов для их анализа глубокими нейронными сетями / М. И. Дли. — М.: Синергия, 2019. — 13 с.
4. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская. — М.: Горячая линия, 2013. — 384 с.
5. Тархов Д. А. Нейросетевые модели и алгоритмы. Справочник / Д. А. Тархов. — М.: Радиотехника, 2014. — 643 с.
6. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных. — М.: ДМК Пресс, 2015. — 400 с.
7. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. — М.: Вильямс, 2006. — 1104 с.
8. Tarkhov D.A., Vasilyev A. N. Semi-empirical Neural Network Modeling and Digital Twins Development // Elsevier, Academic Press, 2019, 288 p.

© Васильев Александр Владимирович (astrgan@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИНФОКОММУНИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ НЕФТЕПРОВОДА

INFOCOMMUNICATION MANAGEMENT SYSTEM OIL PIPELINE OPERATING MODES

**A. Dyomko
O. Semenov**

Summary. This article presents the calculations for the modernization of the wireless network of instrumentation and automation on the pipeline. The antenna patterns of wireless devices, dependency graphs explaining the effect of electromagnetic interference on the radio signal are obtained. The telecommunication model can be used to solve the problems of designing communication systems for oil pipelines are considered.

Keywords: infocommunication control system, automation, oil pipeline, instrumentation, antenna, radiation pattern, wireless sensor, Fresnel zone, intra-channel interference.

Дёмко Анатолий Ильич

*К.т.н., доцент, Сургутский государственный университет
dai321@mail.ru*

Семенов Олег Юрьевич

*К.ф.-м.н., доцент, Сургутский государственный университет
ous.tutor.phinma@mail.ru*

Аннотация. В данной работе представлены расчёты по модернизации беспроводной сети контрольно-измерительных приборов и автоматики на нефтепроводе. Получены диаграммы направленности антенн беспроводных устройств, графики зависимостей, поясняющие влияние электромагнитных помех на радиосигнал. Рассмотренная телекоммуникационная модель может быть применена для решения задач проектирования систем связи нефтепроводов.

Ключевые слова: инфокоммуникационная система управления, автоматизация, нефтепровод, контрольно-измерительные приборы, антенна, диаграмма направленности, беспроводной датчик, зона Френеля, внутри-канальные помехи.

М агистральные нефтепроводы служат для транспортировки нефти на десятки тысяч километров от места добычи до центрального места сбора всей полученной нефти. Огромная протяжённость нефтяных трубопроводов в различных климатических зонах, в том числе и под землей значительно усложняет обслуживание и мониторинг их работы [1, 2]. Во избежание экономических потерь, аварий и неполадок необходимо применять методы дистанционного контроля и современные системы обнаружения утечек. Отличительной чертой обслуживания нефтепроводов является особая ценность транспортируемого продукта и опасность для окружающей среды, что увеличивает риски при возникновении дефектов [3–5].

Технологическая схема на нефтепроводе может быть довольно обширной, но в рамках данной работы рассматриваются участки, где присутствует контрольно-измерительные приборы и управляющие механизмы, то есть узлы запорной арматуры (УЗА). Количество таких участков зависит от инфраструктуры всего нефтяного месторождения. В работе рассмотрен участок нефтепровода протяженностью в 20 км. Начальной точкой нефтепровода служит дожимная насосная станция (ДНС), а конечной точкой является центральная перекачивающая станция (ЦПС). Нефтяной трубопровод оборудован тремя узлами

запорной арматуры. На каждом его участке применяются: блок автоматики для сбора и передачи информации на базовую станцию (БС), автоматизированное рабочее место диспетчера (АРМ), система контроля несанкционированного доступа на объект, задвижки с электроприводом, беспроводные датчики и приборы контроля (рис. 1).

Модернизация инфокоммуникационной системы нефтепровода предполагает установку беспроводного датчика давления, беспроводного датчика температуры, а также *THUM* — *адантера Rosemount 775*, который преобразует проводной сигнал в беспроводной. Информация с датчиков, основные и дополнительные параметры, будут передаваться по беспроводному протоколу *WirelessHART*. Данное решение предполагает отказ от контрольных кабелей и переход на беспроводную систему связи. В эстакаде от блока автоматики до задвижки будут применяться силовые кабели, идущие на электропривод задвижек [6, 7].

Для передачи данных с узлов запорной аппаратуры до сервера сбора информации будет использоваться модуль радиомодема совместно с радиостанцией *Motorola GM340*. В данном решении передачи данных применяется радиорелейная линия связи для системы

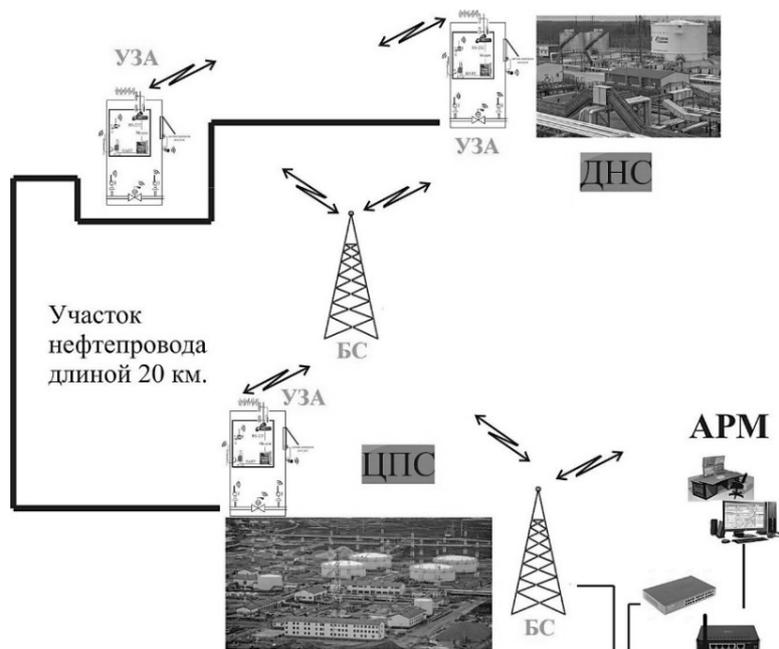


Рис. 1. Схема телекоммуникационной промышленной сети на месторождении

с пятью объектами автоматизации. Через каждый объект на трубопроводе передается пакет информации в общую автоматизированную систему, адрес передающего устройства и пакет данных. Это позволит объединить весь технологический процесс на данном участке трубопровода [8, 9].

В качестве датчика с передачей параметров давления в нефтепроводе применяются — *Rosemount 3051S*, а температурного датчика — *Rosemount 648*, который будет измерять температуру блока автоматики. Эти датчики являются беспроводными и подключаются по интерфейсу через шлюз, который в свою очередь будет соединен с контроллером сбора информации через сеть *Ethernet* по протоколу *Modbus TCP*, скорость передачи при этом устанавливается 9600 бит/с [9–12].

Модернизация сети из трех объектов связи на участках в 20 км представлена с учетом расположения нефтяного объекта. В нашем случае объекты связи будут проходить вблизи нефтепровода, обеспечивая непрерывный мониторинг и управление работой трубопровода.

Для размещения оборудования необходимо руководствоваться проектной документацией по автоматизации технологического объекта. Оборудование будет состоять из аппаратно-технического комплекса, в который входят: устройства сопряжения, шлюз для беспроводной радиосвязи с датчиков, контроллер, радиостанция и модем для преобразования радиосигнала в цифровой.

Программно-технический комплекс для обеспечения энергонезависимой работы оборудования подключен к источнику бесперебойного питания [12, 13].

Оборудование и беспроводные датчики давления устанавливаются непосредственно в нефтепровод на резьбовое соединение с обеих сторон задвижки. Для дистанционного открытия/закрытия задвижки на нефтепроводе применяется электропривод, напряжение на который подается от блока местной автоматики (БМА) по кабелю марки — *ВВГЭнг 2,5х4*. Также необходимо контролировать положение открытия или закрытия задвижки, эти данные будут передаваться по контрольному кабелю *КВВЭнг(а)-Is 4х1* в устройство ввода вывода дискретных сигналов. Для обеспечения радиосвязи объекта с базовой станцией в транкинговой сети используется широкополосная коллинеарная антенна модели *ТС330Д2-6*, выполненная на основе двух петлевых вибраторов. Антенна имеет круговую диаграмму направленности в горизонтальной плоскости и диаграмму направленности в виде «восьмерки» в вертикальной плоскости с углом раскрытия $\pm 30^\circ$. По конструктивному исполнению антенна — грозозащищенная при условии заземления мачты, излучатели антенны короткозамкнуты на мачту и соединены с радиостанцией *Motorola GM340*.

В работе проанализированы два протокола для беспроводного оборудования *WirelessHART* и *ISA100.11a*, работающие на частоте 2,4 ГГц. На их основе строится защищенная и самоорганизующаяся архи-

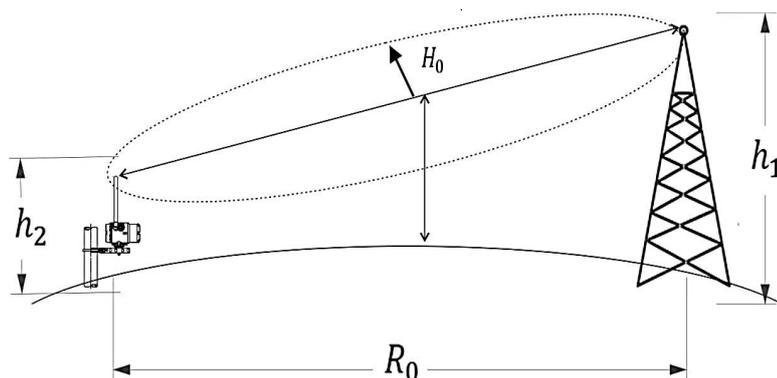


Рис. 2. Схема зон Френеля антенн

тектура по стандарту *IEEE802.15.4*. На каждом объекте связи два проводных датчика давления, один датчик температуры и адаптеры производства компании *Emerson*, связанные сетевой топологией «*Mesh*» с IP-адресом.

Для установки приборов нужно руководствоваться двумя основными факторами: расстояние передатчика до приемника и выбранная среда распространения радиоволн, что может повлиять на помехоустойчивость передаваемого сигнала. Это прежде всего наличие или отсутствие препятствий и радиоволновая активность в данной местности [12–14]. Расстояние от датчика *Rosemount 3051S*, работающего на частоте сигнала 2,4 ГГц, до шлюза согласно условиям работы не более 100 метров, коэффициент ослабления будет равен 20.

Для вычисления величины затухания сигнала (ослабление при распространении сигнала) в децибелах применяют формулу:

$$L_p = X \cdot \log\left(\frac{4\pi \cdot d \cdot f}{c}\right), \quad (1)$$

где X — коэффициент ослабления сигнала,
 d — расстояние от точки передачи,
 f — частота сигнала,
 c — скорость электромагнитной волны равная $3 \cdot 10^8$ м/с.

Подставив данные значения в выражение (1), получим:

$$L_p = 20 \cdot \log\left(\frac{4 \cdot 3,14 \cdot 100 \cdot 24 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^8}\right) = 80,04 \text{ дБ}, \quad (2)$$

затухание сигнала для беспроводного датчика [13].

Радиус работы датчика $R = 50$ м, расстояние между 1 и 2 антенной $R_0 = 100$ м и коэффициент K — сравнительная координата наивысшей точки профиля (рис. 2) рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{R}{R_0} = \frac{50}{100} = 0,5. \quad (3)$$

Длина волны определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{c}{f}, \quad (4)$$

где c — это скорость электромагнитной волны,

f — рабочая частота.

Из формулы (4) длина волны — λ будет равняться:

$$\lambda = \frac{2,99 \cdot 10^8}{24 \cdot 10^8} = 0,125 \text{ м}. \quad (5)$$

Радиус зоны Френеля (рис. 2) H_0 будет равен:

$$H_0 = \sqrt{\frac{R_0 \cdot \lambda \cdot K \cdot (1-K)}{3}} = \sqrt{\frac{100 \cdot 0,125 \cdot 0,5 \cdot (1-0,5)}{3}} = 1,021 \text{ м}. \quad (6)$$

При проектировании нужно учитывать, что высота антенны будет ограничена отсутствием дополнительных сооружений для выносной антенны передатчика, её высоту будем рассматривать при отсутствии рефракции. Радиус зоны Френеля в любой точке от датчика до шлюза будет составлять 1,1 метра, а за координату наивысшей точки принимается место установки шлюза [12–14].

Условие, при котором траектория радиоволн может считаться прямолинейной, будет допустимым, если рассчитан эквивалентный радиус Земли a_z :

$$a_z = \frac{a}{1 + \frac{a^2}{2}} \quad (7)$$

где a — это геометрический радиус Земли, равный 6370 км,

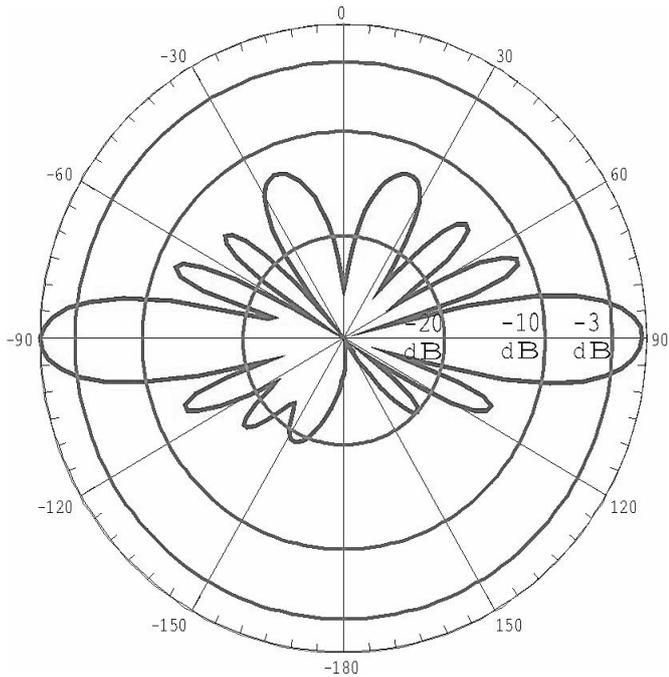


Рис. 3. Диаграмма направленности антенны датчика в вертикальной плоскости

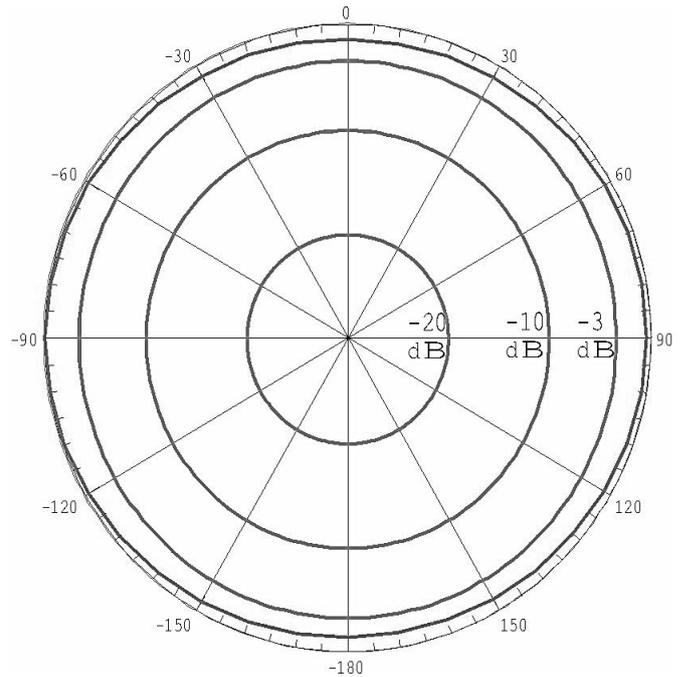


Рис. 4. Диаграмма направленности антенны датчика в горизонтальной плоскости

g — значение эффективного вертикального градиента диэлектрической проницаемости воздуха, m^{-1} ($g = -10 \cdot 10^{-8} m^{-1}$).

$$a_3 = \frac{6370 \cdot 10^3 \text{ м}}{1 + \frac{6370 \cdot 10^3 \text{ м} \cdot (-10 \cdot 10^{-8} \text{ м}^{-1})}{2}} = 9,347 \cdot 10^6 \text{ м.} \quad (8)$$

Радиосигнал может проходить на местности с высотой кустарников и мелких деревьев в 1 метр. Тогда суммарная высота трассы — H_e до точки приема будет равна $1,1+1=2,1$ (сумме радиуса зоны Френеля и высоты растений). Для хорошего приёма сигнала от датчика антенну точки доступа (шлюза) можно установить на высоте блока местной автоматики (БМА) [15–17, 19].

Рекомендуемый просвет радиолинии будет составлять:

$$H = \frac{\left(h_1 - \frac{R_1^2}{2 \cdot a_3}\right) \cdot R_2 + \left(h_2 - \frac{R_2^2}{2 \cdot a_3}\right) \cdot R_1}{R_0} = \frac{\left(5 - \frac{50^2}{2 \cdot 9,347 \cdot 10^6}\right) \cdot 50 + \left(1 - \frac{50^2}{2 \cdot 9,347 \cdot 10^6}\right) \cdot 50}{100} = 3,01 \text{ м,} \quad (9)$$

где h_1 и h_2 — высоты антенн шлюза и датчика, и соответственно $R_2 = R_0 - R_1$.

При расчетах применялась программа *MMANA-GAL Basic* [18] и были получены диаграммы направленности антенны беспроводного датчика с коэффициентом усиления в 5 дБм, показанные на рис. 3 и рис. 4.

При проектировании сети применена всенаправленная антенна *D-Link ANT24-0501* с коэффициентом усиления 5дБ. Её диаграммы направленности (ДН) в 3D-плоскости [18], горизонтальной и вертикальной плоскостях показаны на рисунках 5, 6 и 7 соответственно.

График зависимости коэффициента стоячей волны (КСВ) антенны от частоты сигнала представлен на рис. 8.

Оценим внутриканальные помехи устройств, работающих по протоколу *WirelessHART (IEC62591)* стандарта *IEEE802.15.4* с помощью метода минимальных совокупных потерь — $L_{\text{МСП}}$, и минимальный принимаемый сигнал — $P_{\text{прм}}$ должен быть равен максимально возможной чувствительности — $L_{\text{МВЧ}}$, которая составляет -70 дБм. Тогда минимальный принимаемый сигнал приемника определяется формулой [12, 13]:

$$P_{\text{прм}} = L_{\text{МВЧ}} + 3 = -70 + 3 = -67. \quad (10)$$

Величину потерь распространения сигнала $L_{\text{п}}(d)$ оценивают соотношением (11) в диапазоне частот 2,4 ГГц — 2,45 ГГц (дистанция более 20 метров):

$$L_{\text{п}}(d), \text{ дБ} = 63,7 + 20 \cdot \log \frac{100}{15} = 80,2 \text{ дБ,} \quad (11)$$

где d — дистанция, м.

Зависимость величины затухания сигнала от расстояния в открытом пространстве представлена на графиче-

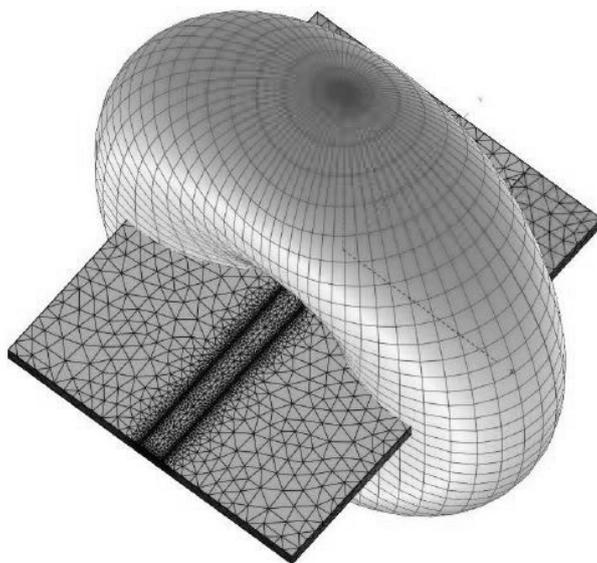


Рис. 5. Трёхмерный вид ДН антенны на частоте 2.4 ГГц

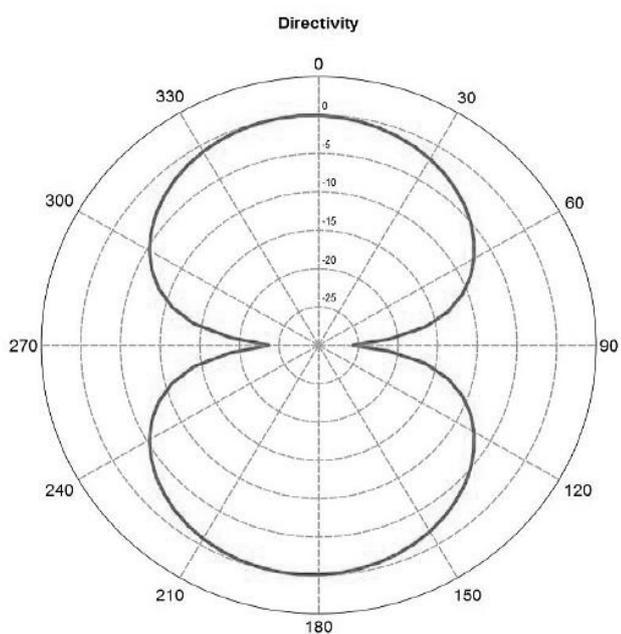


Рис. 6. Вид ДН антенны в горизонтальной плоскости

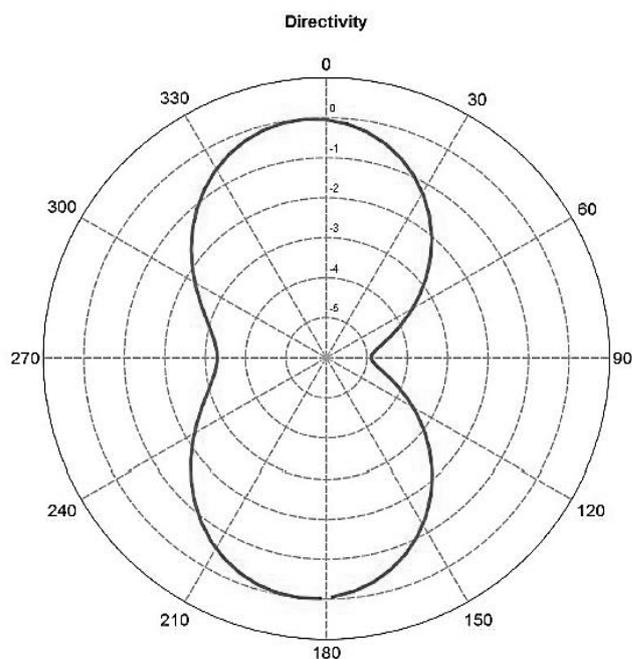


Рис. 7. Вид ДН антенны в вертикальной плоскости

ке (рис. 9) из которого видно, что $L_{\pi}(d)$ уменьшается с увеличением расстояния d .

Определим максимальную величину потерь по формуле:

$$L_{\text{МСП}} = P_{\text{прд}} - P_{\text{прм}} - \frac{c}{l} \quad (12)$$

где $P_{\text{прд}}$ — эффективная изотропно-излучаемая мощность для интерферирующего передатчика, дБм;

c/l — отношение сигнал-интерференция для приемника радиосигнала, дБ [13, 19].

Если выполняется равенство $L_{\pi} = L_{\text{МСП}}$, то защитную дистанцию d , между передатчиком и приемником можно оценить из выражения:

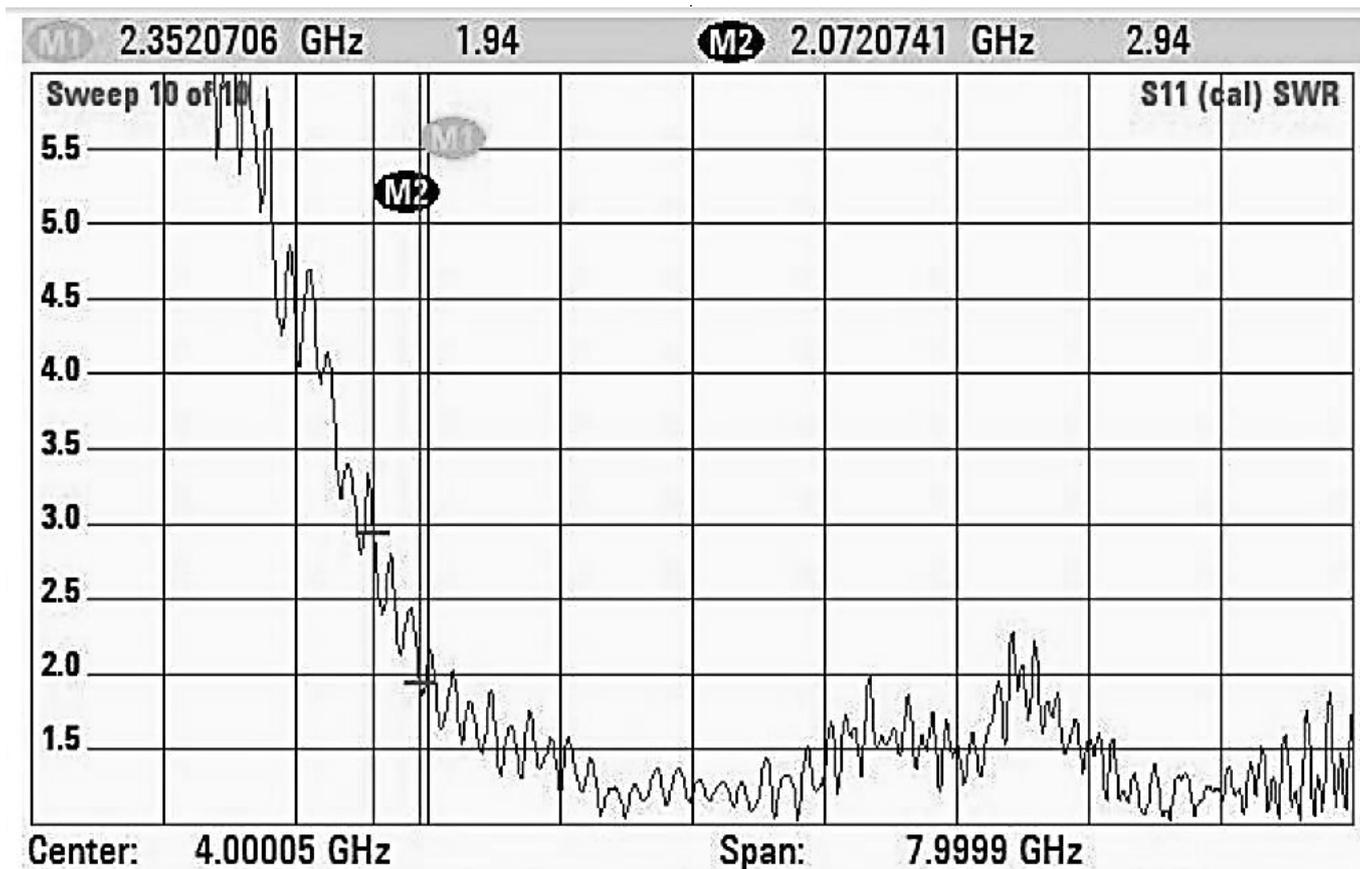


Рис. 8. График коэффициента стоячей волны (КСВ) антенны в зависимости от частоты

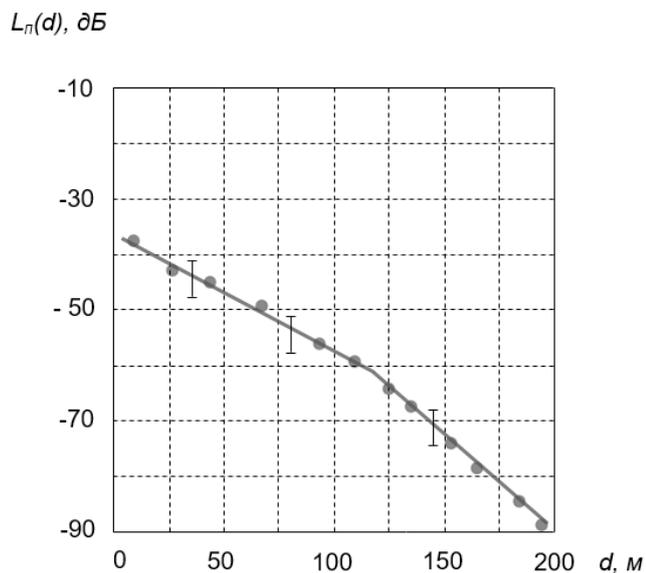


Рис. 9. Зависимость величины затухания сигнала от расстояния в свободном пространстве

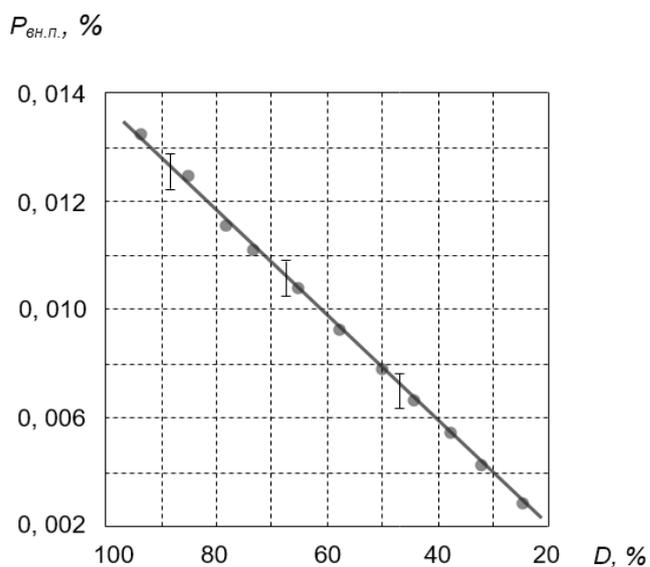


Рис. 10. Зависимость величины вероятности внутриканальной помехи от рабочего цикла

$$d_z = 15^{\frac{L_{\pi}-63,7}{30}}, \text{ при } L_{\pi} > 63,7. \quad (13)$$

Для корректной работы с другими беспроводными сетями связи полезно иметь функцию беспроводного управления. Устройства, работающие по протоколу *WirelessHART*, при нештатной работе, создают помехи для радиостанции *GM350 Motorola* на частоте 470 МГц.

Величина вероятности внутриканальной помехи $P_{\text{вн.п}}$ для канала передачи от одного источника помех (*FHSS*-устройства) определяется выражением:

$$P_{\text{вн.п}} = D \cdot N^{-1}, \quad (14)$$

где D — рабочий цикл *FHSS* — устройства;
 N — число скачков частоты устройств *WirelessHART* [12, 13, 21].

Зависимость вероятности внутриканальной помехи сети от величины рабочего цикла *FHSS*-устройств представлена на графике (рис. 10).

Из графика зависимости (рис. 10) видно, что с уменьшением величины рабочего цикла устройств, создающих помехи, вероятность внутриканальной помехи уменьшается, а с ростом числа источников помех m ве-

роятность внутриканальной помехи в сети увеличивается и может быть найдена из выражения:

$$P_{\text{вн.п}} = D \cdot \left(1 - \left((N-1) \cdot N - 1\right) \cdot m\right). \quad (15)$$

Установка беспроводных приборов должна осуществляться по стандартам, и для их стабильной работы рекомендуется применять экранированные кабели, а также необходимо заземлять все оборудование на объекте связи [13, 19–21].

Рассмотренная телекоммуникационная сеть предназначена для мониторинга технологического процесса и управления оборудованием на нефтепроводе, который проходит по месторождению от ДНС до ЦПС протяженностью в 20 км. Данный вариант сети может быть применён не только на нефтепроводе, но и на других технологических объектах, требующих постоянного мониторинга с удаленной рабочей станцией оператора.

Работа выполнена в рамках проекта в области фундаментальных и прикладных исследований «Комплект приборов для экологического мониторинга и нефтегазового комплекса» при поддержке Департамента образования и молодежной политики (приказ от 25.08.2017 № 1281) Ханты-Мансийского автономного округа — Югры и Сургутского государственного университета.

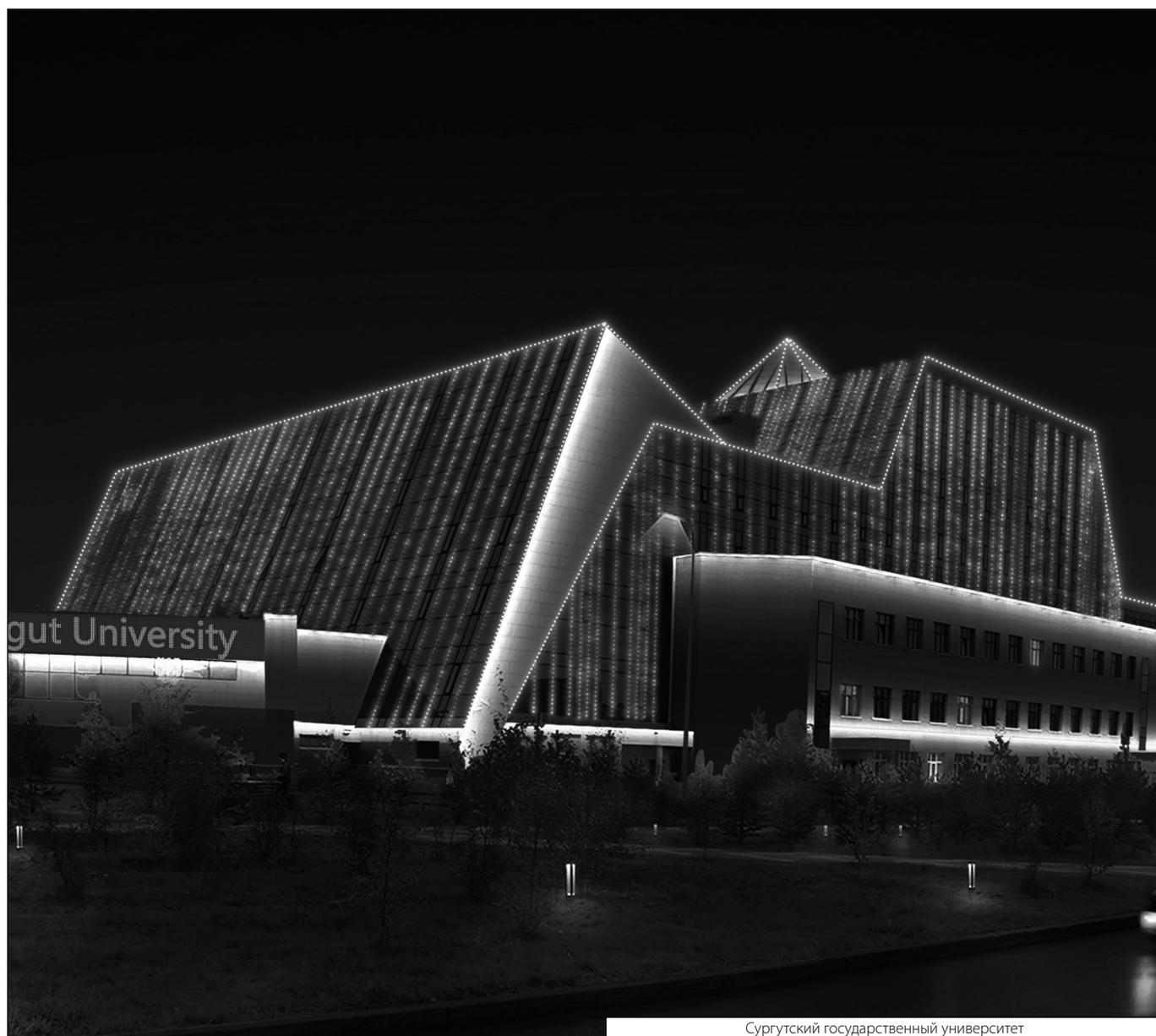
ЛИТЕРАТУРА

1. Кутуков С. Е. Информационно-аналитические системы магистральных трубопроводов. — М.: СИП РИА, 2002. — 324 с.
2. Есаулов А. О., Текшева И. В. Моделирование систем управления нефтепроводом // Трубопроводный транспорт нефти. 2010. № 8. С. 63–65.
3. Бушмелева К. И. Автоматизированная геоинформационная система мониторинга технического состояния магистральных газопроводов / К. И. Бушмелева, И. И. Плюснин // Информационные технологии. — 2009. — № 5. — С. 68–72.
4. Semenov O. Yu. and Dyomko A. I. 2019 AIP Conf. Proc. (Omsk) vol. 2141 (Melville, NY: AIP Publishing) — pp. 050010–1–050010–10.
5. Ганиев М. И., Дёмко А. И., Семенов О. Ю. Применение пьезоэлектрических преобразователей в магнитострикционных уровнемерах // Технологии будущего нефтегазодобывающих регионов: сб. ст. Первой международной науч. — практич. конф. мол. учен. и спец. Первого междунар. молод. науч. — практич. форума «Нефтяная столица». 8–9 февр. 2018 г. Сургут: УНИИ СурГУ, 2018. С. 59–63.
6. Дёмко А. И., Семенов О. Ю. Методы построения OFDM-систем и обработки радиосигнала в программе MATLAB SIMULINK / Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки». — 2019. — № 11–2. — С. 47–54.
7. Рашич А. В. Сети беспроводного доступа WiMAX: учебное пособие / А. В. Рашич; Издательство Политехнического университета. — СПб., 2011. — 180 с.
8. Семенов О. Ю. Организация связи передачи данных в SCADA-системе с нижним уровнем в автоматизированной системе управления технологического процесса / Давлетов Р. Р., Семенов О. Ю. // Роль физико-математического и инженерного образования в современном обществе: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Сургут, 7 ноября 2017 г.). — Сургут. гос. ун-т. — Сургут: ИЦ СурГУ, 2017. — С. 22–26.
9. Руководство по проектированию системы IEC62591 WirelessHART® Май — 2014 г. Редакция 04–109 с.
10. Семенов О. Ю. Подключение абонентов ТФОП к сети IP в рамках концепции NGN / Семенов О. Ю., Шафикова А. Ф. // Роль физико-математического и инженерного образования в современном обществе: материалы Всерос. науч. — практич. конф. (Сургут, 7 ноября 2017 г.). — Сургут. гос. ун-т. — Сургут: ИЦ СурГУ, 2017. — С. 82–85.
11. Гольдштейн Б. С., Соколов Н. А., Яновский Г. Г. Сети связи: Учебник для ВУЗов. СПб.: БХВ — Петербург, 2010. — 400 с., ил.
12. Рекомендация МСЭ-R P. 834–5. Влияние тропосферной рефракции на распространение радиоволн. (Вопрос МСЭ-R201/3). — 2005. — 14 с.
13. Будяк В. С., Сидоров Д. В., Клименко Т. Б. Электромагнитная обстановка автоматизированных модульных узлов радиосвязи / Омский научный вестник. 2014. № 1 (127). С. 201–205.
14. Mihai I. V., Tamas D. R., Sharaiha A. A. Technique for Radar Cross Section Measurements in the Fresnel Region. IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett. 2019, vol. 18, — pp. 1149–1153.

15. Lesanu C.E., Done A. "Parasitic circular polarized vertical antennas," 2016 International Conference on Development and Application Systems (DAS), Suceava, 2016, pp. 143–149. doi: 10.1109/DAAS.2016.7492564.
16. Аббасова Т. С. Обеспечение помехозащищенности беспроводных устройств телекоммуникационных систем / Инфокоммуникационные технологии. — 2015. — Т. 13, № 1. — С. 88–93.
17. Беломойцев Д.Е., Волосатова Т. М. Технологии и библиотеки методов построения пикосетей мобильных устройств — Москва: Новые технологии, 2006. — 32 с.: ил.
18. Программа моделирования антенн MMANA-GAL basic 3.0.0.30: [Электронный ресурс]: URL: <http://www.radio.ru/mmana/> (дата обращения: 25.03.2020 г.).
19. Куюн А. В. Исследование электромагнитной совместимости излучающих радиосистем малого радиуса действия / Радиотехника. — 2007. — С. 16–20.
20. Артюшенко В.М., Корчагин В. А. Моделирование вероятности появления внутриканальных и интермодуляционных помех при высокой плотности размещения беспроводных устройств с малым радиусом действия / Приволжский научный вестник. — 2014. № 4 (32). С. 33–41.
21. Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем. Учебное пособие / Под ред. д.т.н., проф. М. А. Быховского. — М.: Эко-Трендз, 2006. — 376 с.

© Дёмко Анатолий Ильич (dai321@mail.ru), Семенов Олег Юрьевич (ous.tutor.phinma@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Сургутский государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНИМОСТИ ПСЕВДОДВУМЕРНОЙ МОДЕЛИ ПЛАСТА КАРАТ

STUDY OF THE FIELD OF APPLICABILITY OF THE PSEUDO-TWO-DIMENSIONAL RESERVOIR MODEL KARAT

*I. Zhdanov
I. Brigadnov*

Summary. This paper presents the results of the study of the applicability area of the developed pseudo-two-dimensional reservoir model, as well as the validation of the calculation results using synthetic cases and using retrospective analysis. Based on the study, it was concluded that the algorithm allows, taking into account the assumptions inherent in the initial models, to describe the physical processes in the reservoir and the well with a reliability acceptable for making production decisions. In addition, it allows you to perform calculations under conditions of high uncertainty in the input data and has extensive automation capabilities while maintaining a high speed of calculations.

Keywords: reservoir proxy model, development optimization, oil field development, geological and hydrodynamic models.

Жданов Иван Александрович

Аспирант, Санкт-Петербургский Горный
Университет

zhdanov.ia.spbu@gmail.ru

Бригаднов Игорь Альбертович

Д.ф.-м.н., профессор, Санкт-Петербургский Горный
Университет

brigadnov@mail.ru

Аннотация. В данной работе представлены результаты исследования области применимости разработанной псевдодвумерной модели пласта, а также валидация результатов расчетов на синтетических кейсах и с помощью ретроспективного анализа. На основе проведенного исследования сделаны выводы о том, что алгоритм позволяет с учетом допущений, заложенных в исходные модели, описывать физические процессы в пласте и скважине с достоверностью, приемлемой для принятия производственных решений. Помимо этого, он позволяет выполнять расчеты в условиях высокой неопределенности во входных данных и обладает широкими возможностями автоматизации при сохранении высокой скорости расчетов.

Ключевые слова: прокси-модель пласта, оптимизация разработки, разработка нефтяного месторождения, геолого-гидродинамические модели.

Поиск экономически оптимального сценария разработки нефтегазовых месторождений на основе физико-математических моделей является основой для принятия производственных решений при разработке месторождений нефти и газа. Для принятия решения на этапе проектирования или управления разработкой месторождения в общем случае необходимо определить набор операций (действий), позволяющий на основе исходных данных получить решение приемлемой точности в заданный временной период. При этом первой операцией, определяющей успешность всего процесса принятия решения, является выбор физико-математических моделей, на основе которых выполняются расчеты. Решить данную задачу можно с помощью так называемой идеологии иерархии геолого-гидродинамических моделей (ИГГДМ), предполагающей обоснованный и соразмерный задаче выбор инструмента моделирования в зависимости от решаемой задачи, сложности объекта разработки, полноты и достоверности исходных данных [1]. Инструменты для контроля и управления добычей разделяются в соответствии с масштабом анализа на уровне: месторождения, блоков, скважин [2–4].

Для большинства объектов разработки валидность выбора вида и размерности модели определяется сле-

дующими ключевыми критериями: тип коллектора (терригенный или биохемотренный), наличие подвижной водяной и газовой фазы, сложность геологического строения резервуара, чувствительность к полноте и качеству исходных данных, необходимость выполнения массовых расчетов и др.

Для активов, имеющих длительную историю разработки и значительный фонд скважин создание и поддержание постоянно действующей гидродинамической модели является очень трудоемким процессом. Таким образом, целью данной работы является апробация разработанной прокси-модели пласта КАРАТ, основанной на дифференциальном материальном балансе, на синтетических кейсах и с помощью ретроспективного анализа.

Разработанная модель охватывает задачи, решаемые в псевдо-двухмерной (по пространству) постановке на уровне скважин [5].

Двумерная синтетическая модель

Выполнено тестирование адаптации разработанной модели на данные синтетической двумерной модели

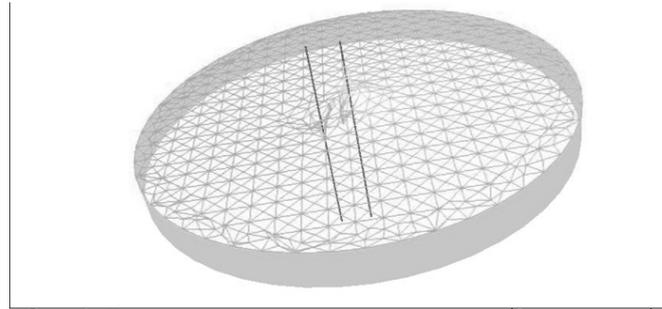


Рис. 1. Двумерная синтетическая модель (2 скважины)

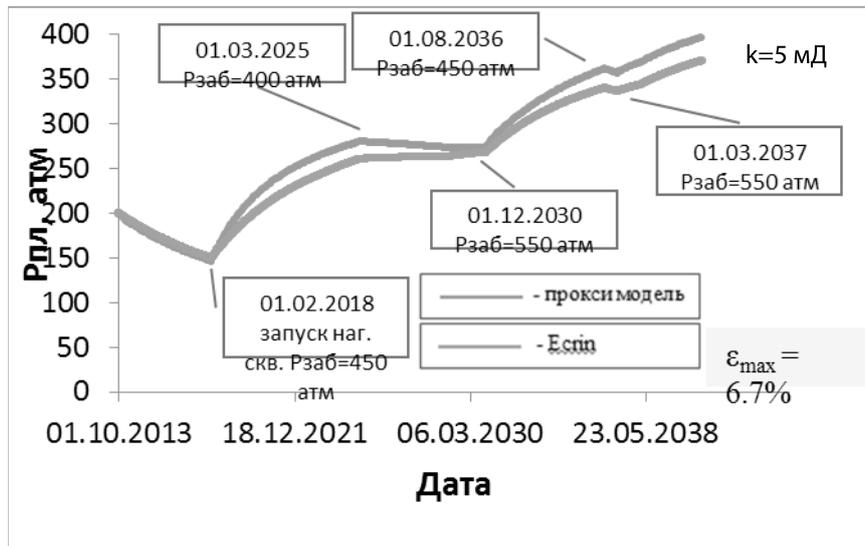


Рис. 2. Сравнение динамик изменения пластовых давлений для синтетической модели с постоянным забойным давлением на добывающей скважине (50 атм) и меняющемся во времени забойным давлением на нагнетательной скважине, а также меняющемся во времени скин-факторе добывающей скважины между Карра Ecrin и KAPAT

путем сравнения пластового давления, рассчитанного в коммерческом симуляторе Карра Ecrin компании КарраEngineering, с давлением, полученным в результате автоадаптации разработанной прокси модели.

Были построены синтетические примеры моделей при следующих заданных параметрах (рис. 1):

- Количество добывающих скважин: 1,
- Количество нагнетательных скважин: 1,
- Границы залежи: $P = \text{const}$ (границы постоянного давления),
- Начальное пластовое давление $P_k = 200$ атм,
- Эффективная толщина пласта $h = 10$ м,
- Допущения: $k/\mu = \text{const}$, $c_w = c_o = 0$.

На рисунке 2 представлено сравнение динамик изменения пластовых давлений для синтетической модели с постоянным забойным давлением на добывающей

скважине (50 атм.) и меняющемся во времени забойным давлением на нагнетательной скважине (значения 450; 400; 550; 450; 550 атм.), а также меняющемся во времени скин-факторе добывающей скважины.

Нагнетательная скважина была запущена спустя 5 месяцев после запуска добывающей скважины. Как видно из сравнения, относительная ошибка до запуска нагнетательной скважины менее 0.2%. После запуска нагнетательной скважины относительная ошибка начинает увеличиваться и достигает своего максимального значения 6.7%.

По результатам тестирования адаптации разработанной модели на данные синтетической модели была получена хорошая сходимость пластового давления, рассчитанного в коммерческом гидродинамическом симуляторе Карра Ecrin, с давлением, полученным в инструменте KAPAT. Относительная ошибка до запуска

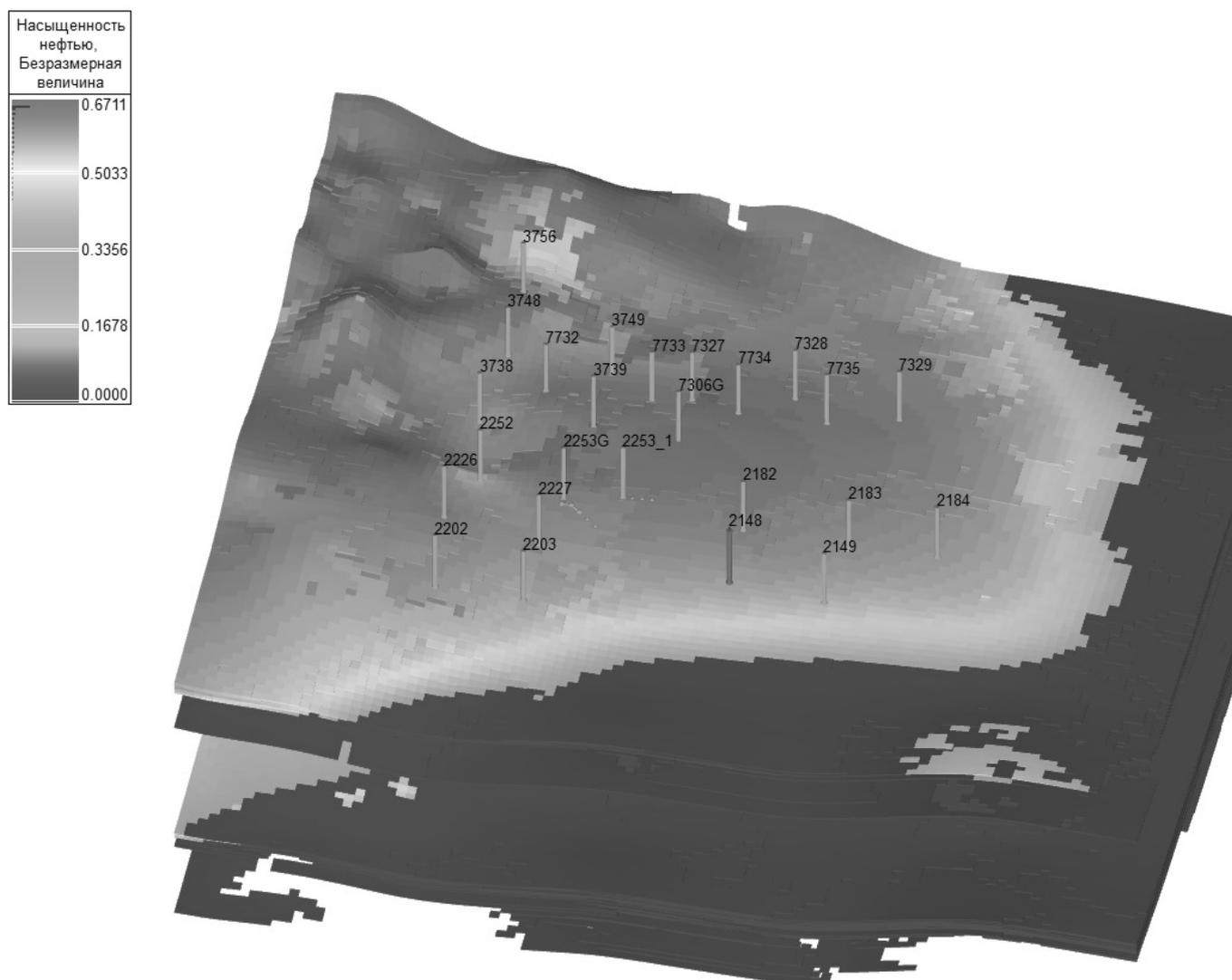


Рис. 3. Трехмерная синтетическая модель (25 скважин)

нагнетательной скважины во всех рассматриваемых синтетических двухмерных моделях не превышает 0.2%. Вывод — инструмент КАРАТ с высокой достоверностью применим для оценки пластового давления на режиме истощения. После запуска нагнетательной скважины относительная ошибка возрастает, но в рассматриваемых моделях не превышает 12.2%. Также стоит отметить, что во всех рассматриваемых синтетических моделях воспроизводится динамика изменения пластового давления. Данная точность является приемлемой для принятия производственных решений на основе результатов автоадаптации разработанной модели.

Трехмерная синтетическая модель (25 скважин)

Для валидации разработанной модели использовался численный коммерческий симулятор tNavigator.

Был построен синтетический пример модели при следующих заданных параметрах (рис. 3):

- Количество скважин: 25,
- Количество непроницаемых разломов: 1,
- Начальное пластовое давление $P_k=253$ атм,
- Вязкость нефти $\mu_o=0.68$ сП,
- Вязкость воды $\mu_w=0.37$ сП,
- Давление насыщения $P_b=179.5$ атм,
- Газосодержание нефти $R_g=96$ м³/м³,
- Средняя нефтенасыщенная толщина пласта А $h_A=3.2$ м,
- Средняя нефтенасыщенная толщина пласта Б: $h_B=7.2$ м.

Выполнено тестирование адаптации разработанной модели на данные синтетической трехмерной модели путем сравнения пластового давления, рассчитанно-

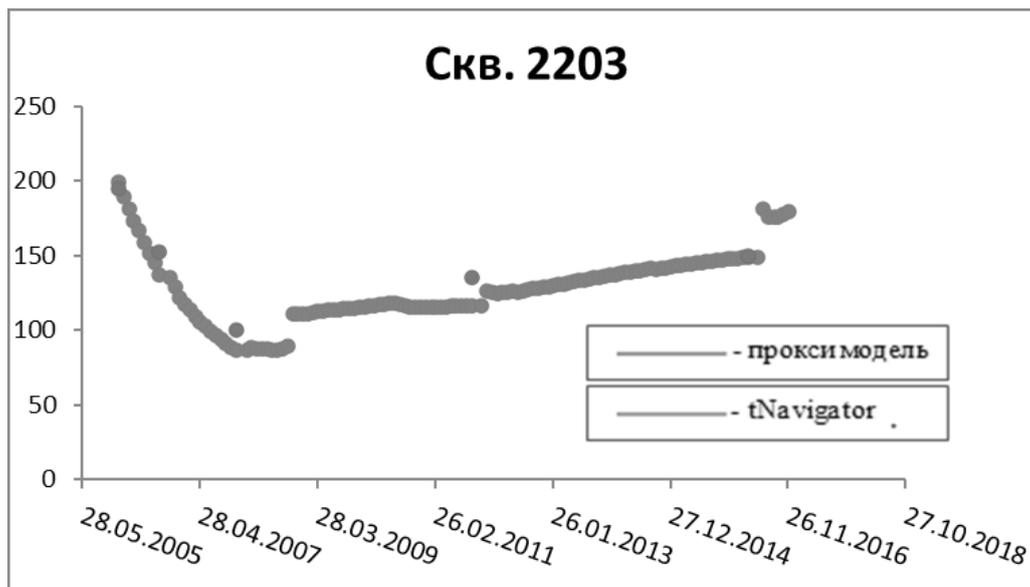


Рис. 4. Сравнение пластовых давлений для скважины 2203

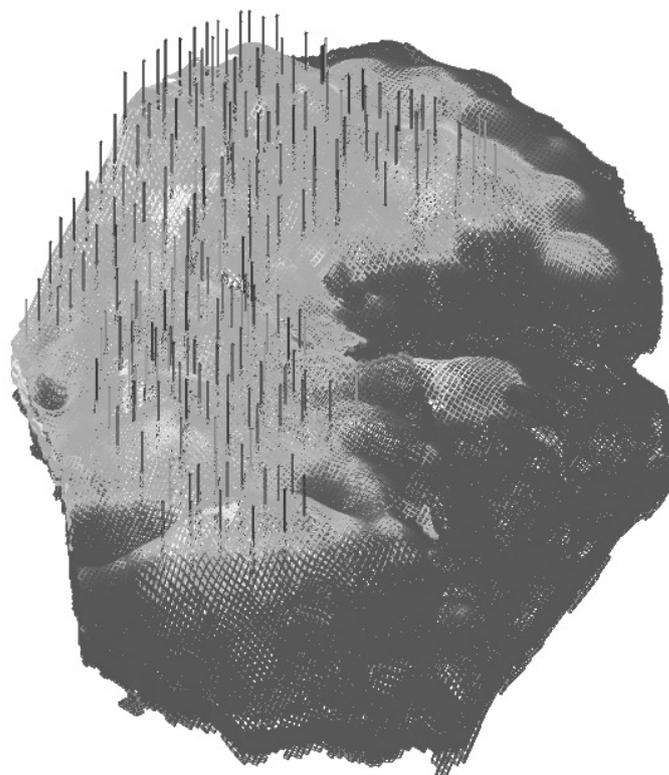


Рис. 5. Трехмерная синтетическая модель (63 скважины)



Рис. 6. Сравнение прогнозов добычи нефти, рассчитанных с помощью симулятора tNavigator и инструмента КАРАТ

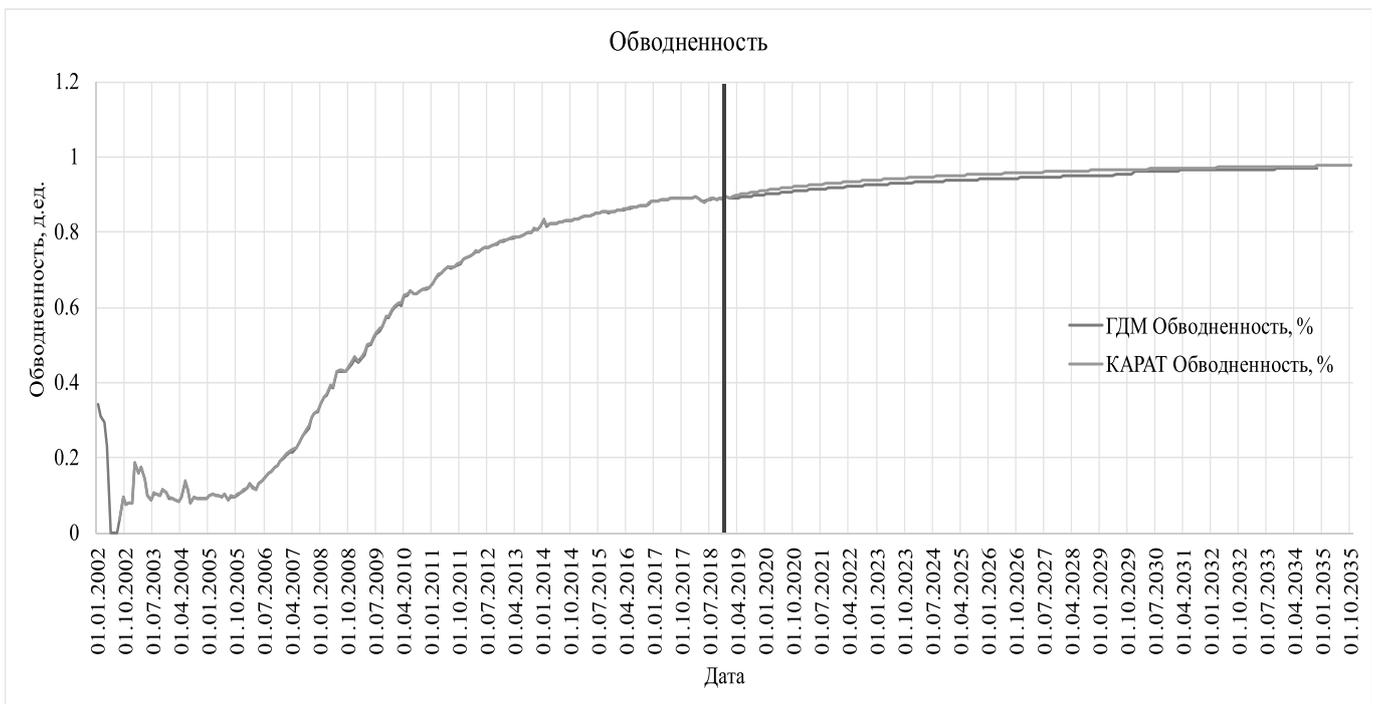


Рис. 7. Сравнение прогнозов обводненности, рассчитанных с помощью симулятора tNavigator и инструмента КАРАТ

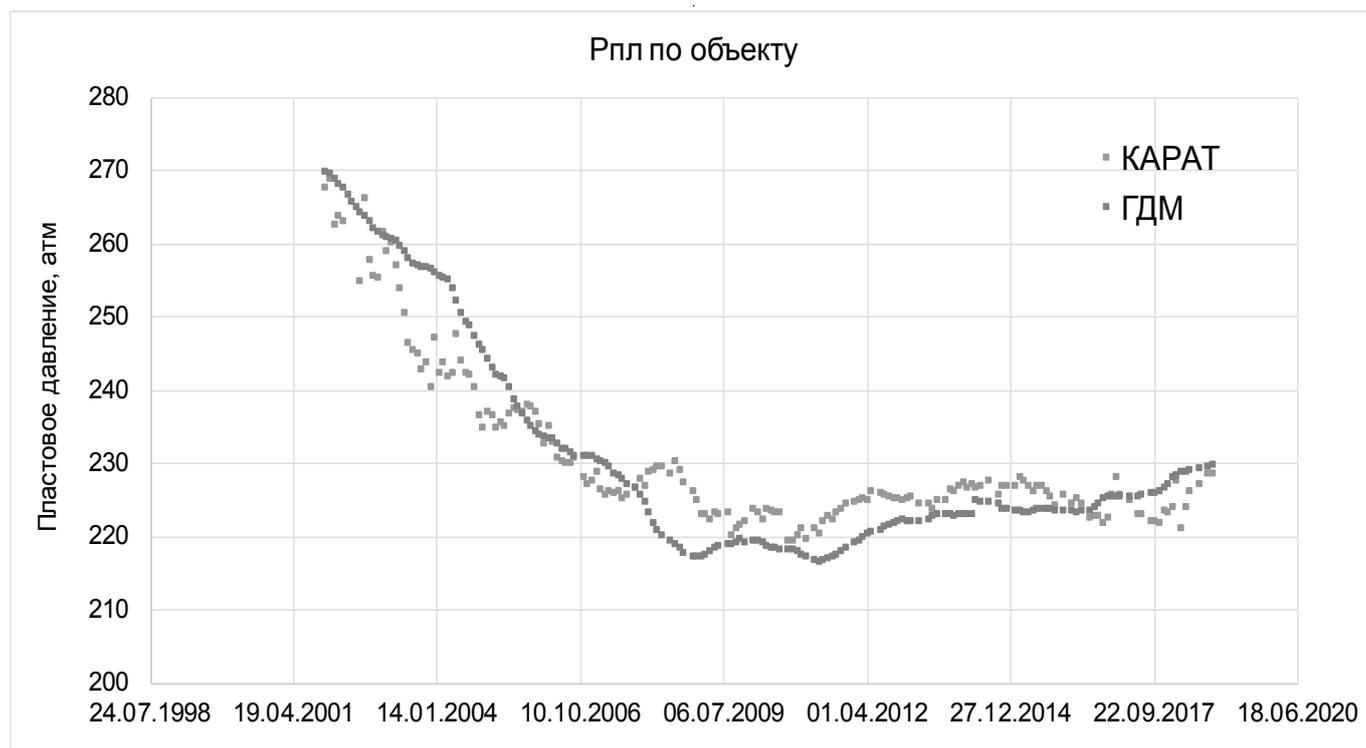


Рис. 8. Сравнение пластового давления, рассчитанного с помощью симулятора tNavigator и инструмента KARAT

го в коммерческом симуляторе tNavigator компании RockFlowDynamics, с давлением, полученным в результате автоадаптации в инструменте KARAT.

На рисунке 4 представлено сравнение пластовых давлений для скважины 2203 синтетического месторождения. Давление, полученное в результате автоадаптации разработанного инструмента KARAT воспроизводит динамику изменения пластового давления, восстановленного по синтетическим КВД. Максимальная относительная ошибка составляет 13.6%.

По результатам тестирования адаптации разработанной модели на данные синтетической трехмерной модели можно сделать вывод о зависимости максимальной относительной ошибки от заданного начального пластового давления. Также результаты автоадаптации чувствительны к рассчитанным запасам, приходящимся на скважину.

В итоге, по результатам тестирования модели на нескольких десятках синтетических кейсов, средняя относительная погрешность не превышает 20%, что для ранних сроков эксплуатации большинства скважин (вскрывающих коллектор с эффективной проницаемостью более 0.5 мД) не является определяющим для выбора метода воздействия на пласт в дальнейшем. Таким образом, инструмент KARAT применим для описания ши-

рокого диапазона объектов разработки с учетом ограничений, приведенных в этой работе.

Трехмерная синтетическая модель (БЗ скважины)

Для валидации разработанной модели, также, как и для предыдущей синтетической модели, использовался численный коммерческий симулятор tNavigator.

Был построен синтетический пример модели при следующих заданных параметрах (рис. 5):

Количество скважин: 63,
Начальное пластовое давление $P_k=270$ атм,
Вязкость нефти $\mu_o=1.14$ сП,
Вязкость воды $\mu_w=0.3$ сП,
Давление насыщения $P_b=66.13$ атм,
Газосодержание нефти $R_g=50$ м³/м³.

Выполнено тестирование адаптации разработанной модели на данные синтетической трехмерной модели путем сравнения пластового давления, рассчитанного в коммерческом симуляторе tNavigator компании RockFlowDynamics, с давлением, полученным в результате автоадаптации в инструменте KARAT.

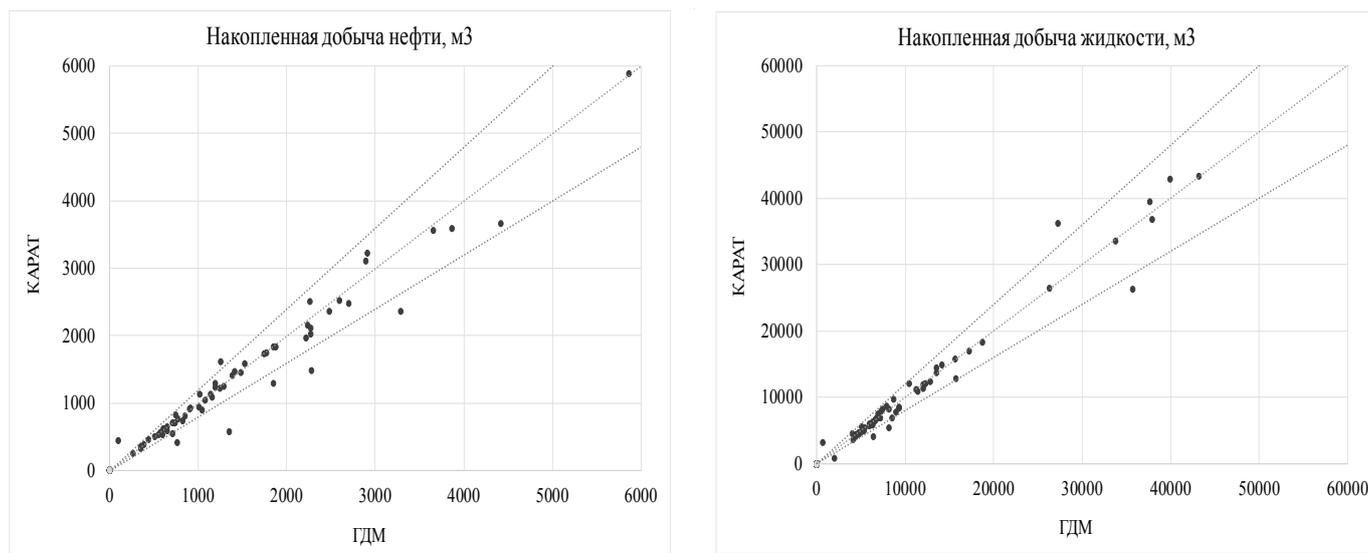


Рис. 9. Кросс-плоты дебитов жидкости и дебитов нефти, рассчитанных с помощью симулятора tNavigator и инструмента КАРАТ на 6-й прогнозный месяц

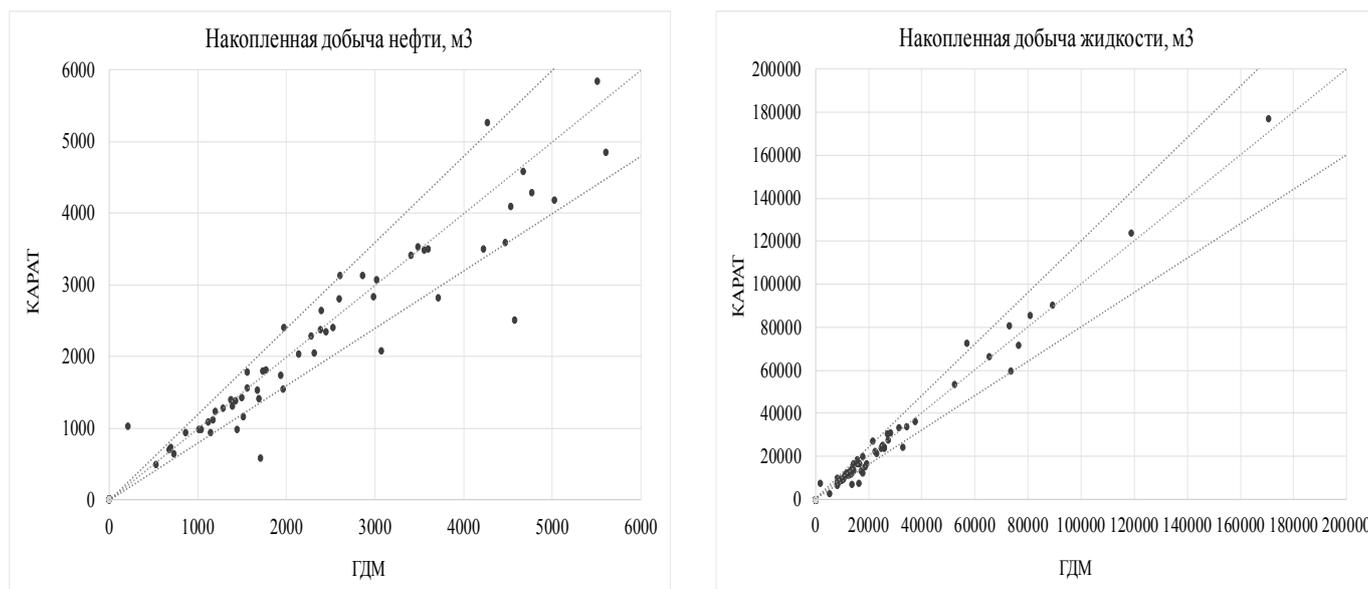


Рис. 10. Кросс-плоты дебитов жидкости и дебитов нефти, рассчитанных с помощью симулятора tNavigator и инструмента КАРАТ на 12-й прогнозный месяц

На рисунке 6 представлено сравнение прогнозов добычи нефти синтетического объекта разработки, рассчитанных с помощью симулятора tNavigator и инструмента КАРАТ.

Прогнозные значения добычи нефти, полученные из модели КАРАТ и tNavigator, также хорошо согласуются между собой. Имеющиеся расхождения связаны с небольшими расхождениями в прогнозе обводненности (рис. 7).

На рисунке 8 представлено сравнение динамики пластового давления синтетического объекта разработки, рассчитанных с помощью симулятора tNavigator и инструмента КАРАТ.

Как видно из рисунка 8, динамики пластового давления, полученного из модели КАРАТ и tNavigator, хорошо согласуются между собой. При этом, относительная ошибка в отдельные месяцы достигает 10%.

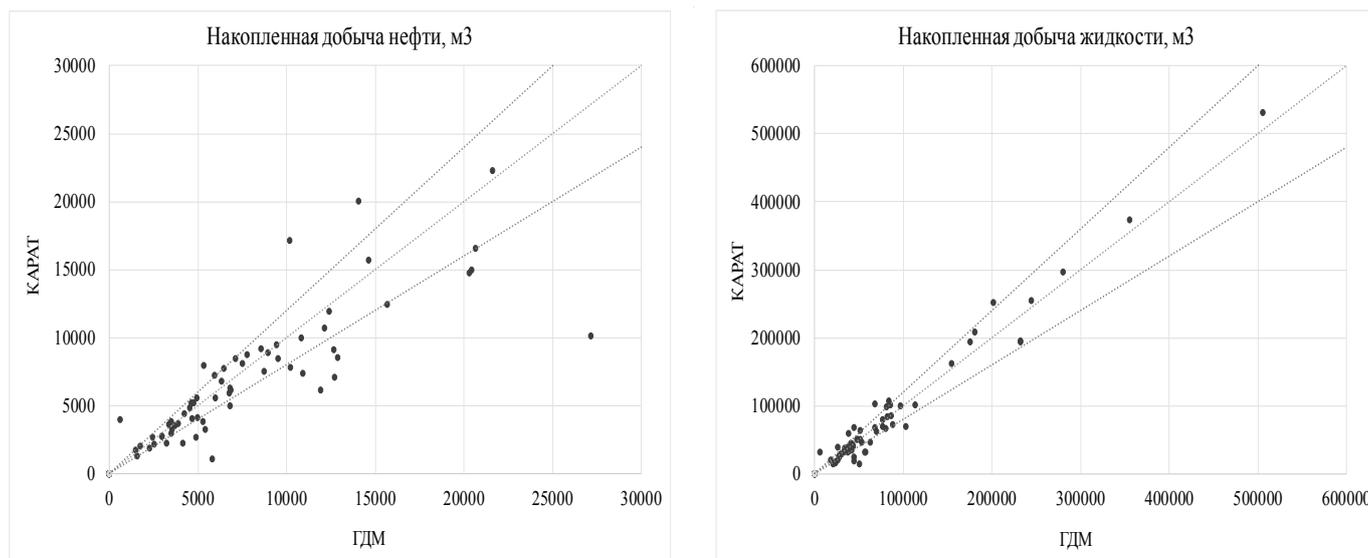


Рис. 11. Кросс-плоты дебитов жидкости и дебитов нефти, рассчитанных с помощью симулятора tNavigator и инструмента КАРАТ на 36-й прогнозный месяц

Таблица 1. Сравнение процентной доли скважин, удовлетворяющих различным критериям относительной ошибки

Накопленная добыча нефти, м3 (6-й месяц прогноза)					Накопленная добыча жидкости, м3 (6-й месяц прогноза)				
Отн. ошибка, %	<5%	<10%	<15%	<20%	Отн. ошибка, %	<5%	<10%	<15%	<20%
Общее количество скв., шт.	63				Общее количество скв., шт.	63			
Соответствует критерию, %	35	71	86	88	Соответствует критерию, %	51	77	86	90
Накопленная добыча нефти, м3 (12-й месяц прогноза)					Накопленная добыча жидкости, м3 (12-й месяц прогноза)				
Отн. ошибка, %	<5%	<10%	<15%	<20%	Отн. ошибка, %	<5%	<10%	<15%	<20%
Общее количество скв., шт.	63				Общее количество скв., шт.	63			
Соответствует критерию, %	25	57	71	79	Соответствует критерию, %	44	63	76	84
Накопленная добыча нефти, м3 (36-й месяц прогноза)					Накопленная добыча жидкости, м3 (36-й месяц прогноза)				
Отн. ошибка, %	<5%	<10%	<15%	<20%	Отн. ошибка, %	<5%	<10%	<15%	<20%
Общее количество скв., шт.	63				Общее количество скв., шт.	63			
Соответствует критерию, %	6	32	49	65	Соответствует критерию, %	22	43	54	68

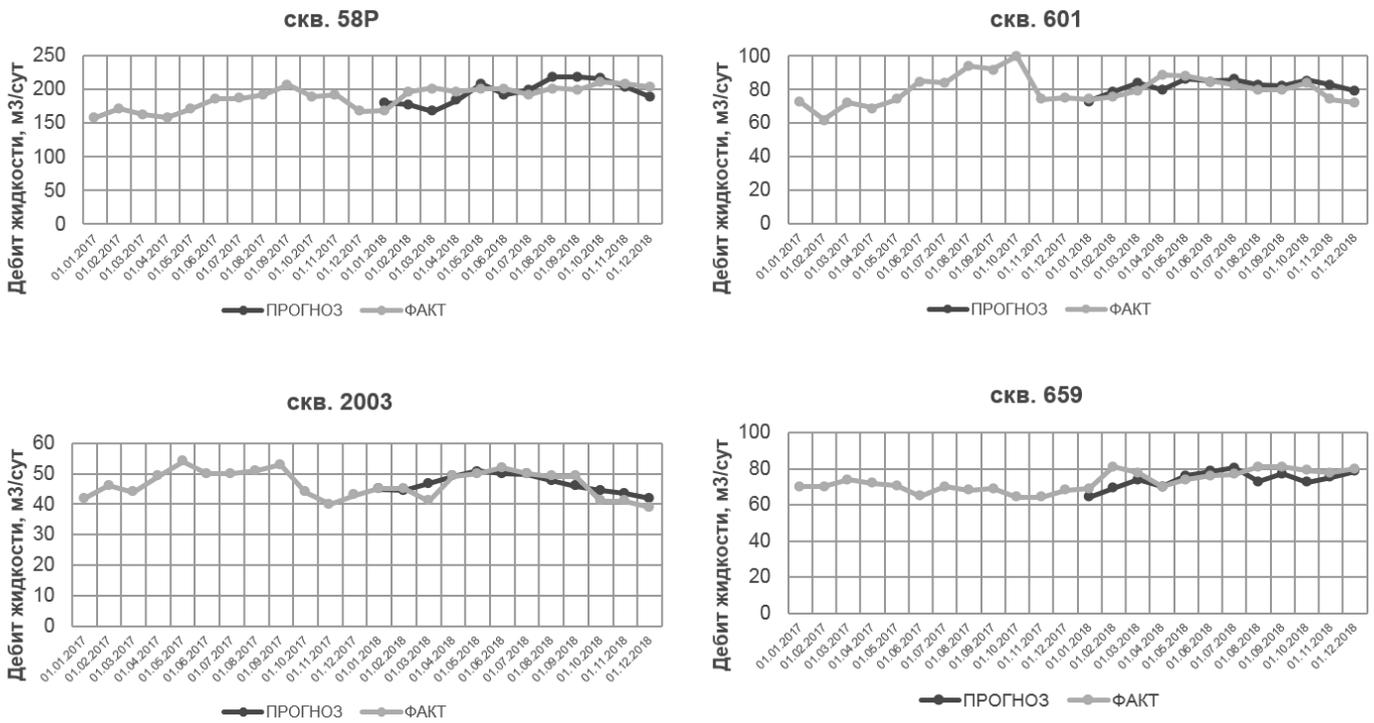


Рис. 12. Сравнение результатов ретроспективного прогноза разработанной модели с фактическими данными по дебиту жидкости

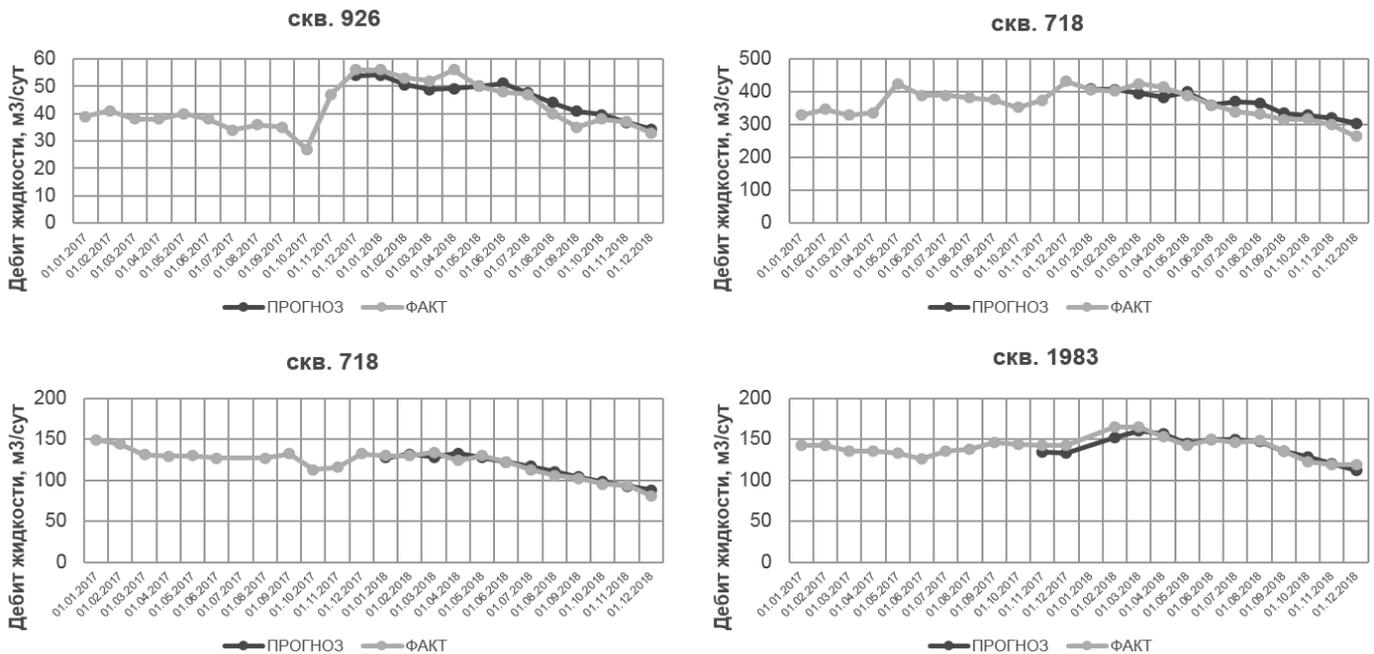


Рис. 13. Сравнение результатов ретроспективного прогноза разработанной модели с фактическими данными по дебиту жидкости

Далее рассматривался поскважинный анализ прогнозной способности модели KAPAT.

Для этих целей были построены кросс-плоты накопленной добычи жидкости и нефти за прогнозный период, рассчитанных с помощью симулятора tNavigator и инструмента KAPAT на 6-й прогнозный месяц (рис. 9).

Также были построены кросс-плоты накопленной добычи жидкости и нефти за прогнозный период, рассчитанных с помощью симулятора tNavigator и инструмента KAPAT на 12-й и 36-й прогнозный месяц (рис. 10, рис. 11).

Как видно из рисунков 9, 10 и 11, значения накопленной добычи жидкости и нефти за прогнозный период, рассчитанных с помощью симулятора tNavigator и инструмента KAPAT на 6-й, 12-й и 36-й прогнозные месяцы, хорошо согласуются между собой. Для большинства скважин относительная ошибка не превышает 20%.

Процентная доля скважин, удовлетворяющих различным критериям относительной ошибки, для всех рассматриваемых периодов прогноза приведены в таблице 1.

Как можно судить по полученным результатам, относительная ошибка накопленной добычи жидкости и накопленной добычи нефти увеличивается при увеличении длительности прогнозного периода. Однако, при длительности прогнозного периода до 12 месяцев относительная ошибка не превышает 20% для 80% рассматриваемых скважин.

Тестирование на реальных данных

Выполнено сравнение результатов ретроспективного прогноза разработанной модели с фактическими данными по дебиту жидкости.

На рисунке 12 и рисунке 13 представлены примеры сопоставления фактических и прогнозных значений дебита жидкости по скважинам одного из месторождений Западной Сибири.

В результате анализа результатов ретроспективного прогноза на разработанной модели по нескольким сотням скважин относительная погрешность в расчетном дебите жидкости и нефти не превышает 10% для 90% скважин на горизонт расчета не более 1 года.

Разработанная модель KAPAT имеет ряд методических ограничений:

- ◆ естественная или техногенная газовая шапка
- ◆ газоконденсатные и газовые объекты
- ◆ естественная мезо- и макротрещиноватость
- ◆ интенсификация разработки методами увеличения нефтеотдачи

Данный алгоритм позволяет с учетом допущений, заложенных в исходные модели, описывать физические процессы в пласте и скважине с достоверностью, приемлемой для принятия производственных решений. Помимо этого, он позволяет выполнять расчеты в условиях высокой неопределенности во входных данных и обладает широкими возможностями автоматизации при сохранении высокой скорости расчетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жданов И.А., Алексеева А. М., Шарифов А. Р., Маргарит А. С., Халиуллин Ф. Ф., Цареградская М. И., Григорьев А. В., Результаты апробации прокси-модели пласта для оптимизации заводнения на примере пласта БВ8/1 Вынгапуровского месторождения, ПРОнефть. Профессионально о нефти, 2019, 2, с. 16–20.
2. Rezapour A., Ortega A., Ershaghi I., Reservoir Waterflooding System Identification and Model Validation with injection/production Rate Fluctuations// Society of Petroleum Engineers. — 2015. — April 27. DOI:10.2118/174052-MS.
3. Decline curve analysis using type curves — analysis of oil well production data using materials balance time: application to field cases/L.E. Doublet, P.K. Pande, T.J. McCollum, T. A. Blasingame//SPE28688-MS. — 1994.
4. Grinestaff G.H., Waterflood pattern allocations: Quantifying the injector to producer relationship with streamline simulations, SPE54616-MS, 1999.
5. Билинчук А.В., Халиуллин Ф. Ф., Ситников А. Н., Пустовских А. А., Маргарит А. С., Жданов И. А., Анджукаев Ц. В., Разработка и внедрение инструмента для достижения потенциала добычи, Нефтяное хозяйство, 2016, № 12, с. 84–86.

© Жданов Иван Александрович (zhdanov.ia.spbu@gmail.ru), Бригаднов Игорь Альбертович (brigadnov@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ — МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ

PROBLEMS OF INTEGRATION OF CORPORATE INFORMATION SYSTEMS — METHODS AND TECHNOLOGIES

A. Lebedev

Summary. The article considers the problems of integration of corporate information systems (IS) in the conditions of metallurgical holdings. The structure of the levels of integration of corporate IS and the resource planning system of the enterprise, as a central module of the IT landscape, are presented. The structure of general integration approaches is proposed at different architectural levels of IS, providing a uniform, unified presentation of data from different sources and taking into account different types of heterogeneity of IS. Various integration approaches are analyzed in accordance with the level of abstraction at which IS integration is performed. It is shown that explicit and accurate semantics of integrable data is important for semantically correct and meaningful integration results.

Keywords: information systems, resource planning system, corporate information integration, application integration, data integration, platform integration, single access to data.

Лебедев Александр Сергеевич

*Старший преподаватель, Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б. Н. Ельцина
aslebedev@urfu.ru*

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы интеграции корпоративных информационных систем (ИС) в условиях металлургических холдингов. Приведены структура уровней интеграции корпоративных ИС и система планирования ресурсов предприятия, как центрального модуля ИТ-ландшафта. Предложена структура общих интеграционных подходов на разных архитектурных уровнях ИС, обеспечивающих однородное, унифицированное представление данных из разных источников и учитывающих различные виды гетерогенности ИС. Проанализированы различные интеграционные подходы в соответствии с уровнем абстракции, на которой выполняется интеграция ИС. Показано, что явная и точная семантика интегрируемых данных важна для семантически правильных и значимых результатов интеграции.

Ключевые слова: информационные системы, система планирования ресурсов, интеграция корпоративной информации, интеграция приложений, интеграция данных, интеграция платформ, единый доступ к данным.

Анализ структуры информационной подсистемы современных крупных организаций, корпораций, холдингов показывает характеристики, общие для всех организаций. К этим характеристикам относится большое число информационных систем (ИС), автоматизирующих отдельные процессы, сферы деятельности и организационные подразделения. Информационное пространство включает ИС разных производителей, с разными датами запуска в эксплуатацию, использующие различные аппаратные и программные платформы, имеющие различную информационную архитектуру и т.д. Типичную ситуацию для крупных и средних современных организаций принято называть гетерогенным ИТ-ландшафтом.

Центральным модулем ИТ-ландшафта можно считать систему планирования ресурсов предприятия (Enterprise Resource Planning, ERP), разработанную в качестве важнейшего вспомогательного инструмента для обеспечения поддержки принятия управленческих решений. Эффективность управления и принятия решений была значительно улучшена ERP-системами, что способствует развитию предприятия. В последнее время в свя-

зи с ростом и расширением бизнеса, формированием холдингов, растущее предприятие планирует или уже достигло обновления и модернизации своей ERP-системы. Следовательно, различные традиционные системы ERP (legacy information system [1]) появляются в разных организациях и отделах.

Большинство традиционных ERP-систем представляют собой гетерогенные системы, которые могут разрабатываться различными компаниями-разработчиками программного обеспечения в рамках разных сред разработки, поэтому для организаций это создаёт большую проблему для внедрения интегрированной системы бизнес-аналитики на основе различных информационных систем ERP и для достижения совместного принятия решений в процессе управления. Вследствие развития и значительного прогресса в технологии ИС (например, сервис-ориентированная системная архитектура, бизнес-аналитика и т.д.) существует тенденция, согласно которой многие предприятия планируют разработать и внедрить систему бизнес-аналитики на основе своих существующих ERP-систем для оперативного и эффективного реагирования в динамичной бизнес-среде. По-

этому проблемы эффективного и действенного согласования и интеграции этих разнородных ERP-систем стали неотложной задачей, которая должна быть исследована и решена.

В целом, интеграция нескольких информационных систем направлена на объединение выбранных систем таким образом, чтобы они образовывали единое новое целое и давали пользователям возможность взаимодействия с единой информационной системой. Причина интеграции двояка: во-первых, учитывая набор существующих информационных систем, можно создать интегрированное представление для облегчения доступа к информации и ее повторного использования через единую точку доступа к информации. Во-вторых, учитывая определенную потребность в информации, данные из различных дополняющих информационных систем объединяются, чтобы получить более полную основу для удовлетворения потребности.

В контексте предприятия проблема интеграции обычно упоминается как интеграция предприятия (enterprise integration, EI). Корпоративная интеграция означает способность интегрировать информацию и функциональные возможности из различных информационных систем на предприятии. Это включает интеграцию корпоративной информации (enterprise information integration, EII), которая касается интеграции на уровне данных и информации, и интеграцию корпоративных приложений (enterprise application integration, EAI), которая рассматривает интеграцию на уровне логики приложения.

EAI представляет сложную и многогранную технологию, охватывающую все уровни корпоративной системы: архитектуру, процессы, программное и аппаратное обеспечение. EAI обеспечивает интеграцию следующих уровней:

- ◆ Интеграция бизнес-процессов (Business Process Integration, BPI). Для функционирования BPI компании необходимо определять, управлять и проводить процессы обмена корпоративной информацией среди различных бизнес-систем. На основе этого организация имеет возможность сократить расходы, упростить операции и улучшить обработку запросов клиентов.
- ◆ Интеграция приложений (Enterprise Application Integration, EAI). Назначением EAI является консолидация данных или функций отдельных приложений и подсистем с другими, вследствие чего достигается интеграция, приближенная к реальному времени. При этом возможна потребность специальной интеграции, в первую очередь, когда необходима консолидация существующего

приложения с вновь внедряемым ERP-приложением.

- ◆ Интеграция данных (Data Integration). Для успешной интеграции бизнес-процессов и приложений необходима интеграция систем баз данных и данных. Задачи интеграции данных включают консолидацию и анализ данных из учетных систем, сбор и подготовка данных (Extract Transform Loading, ETL), управление основными данными (Master Data Management) и ряд других. Перед началом интеграции, следует построить модель данных, определить местонахождение (идентифицировать) и каталогизировать данные. После завершения этих этапов данные становятся пригодными для совместного использования и распространения в системах баз данных.
- ◆ Стандарты интеграции (Standards of Integration). Для проведения интеграции данных нужно обобщить стандартные форматы данных. Для интеграции стандартами являются форматы, поддерживающие распространение и использование бизнес данных и информации, т.е. стандарты становятся основой осуществления интеграции корпоративных приложений.
- ◆ Интеграция платформ (Platform Integration). Завершением интеграции систем, как базовой архитектуры, так и программного и аппаратного обеспечения является интеграция разнесенных частей гетерогенных сетей. Интеграция платформ также относится к процессам и инструментам, которыми эти системы осуществляют оптимальный и безопасный обмен информацией. Результатом является беспрепятственная передача данных различными приложениями.

Интеграция нескольких информационных систем, как правило, направлена на объединение выбранных систем таким образом, чтобы они образовывали единое новое целое. Пользователям предоставляется однородное логическое представление данных, которые физически распределены по разнородным источникам данных. Для этого все данные должны быть представлены с использованием одних и тех же принципов абстракции (унифицированная глобальная модель данных и унифицированная семантика). Эта задача включает в себя обнаружение и разрешение конфликтов схемы и данных, касающихся структуры и семантики.

По определению общепризнанного "отца" технологии хранилища данных В. Inmon, проблема с различными приложениями и огромным объемом избыточности данных в том, что не существует единой "системы записи". Проблема заключается в архитектуре, созданной для поддержки ранних приложений. Избыточность данных является просто побочным продуктом неправильной

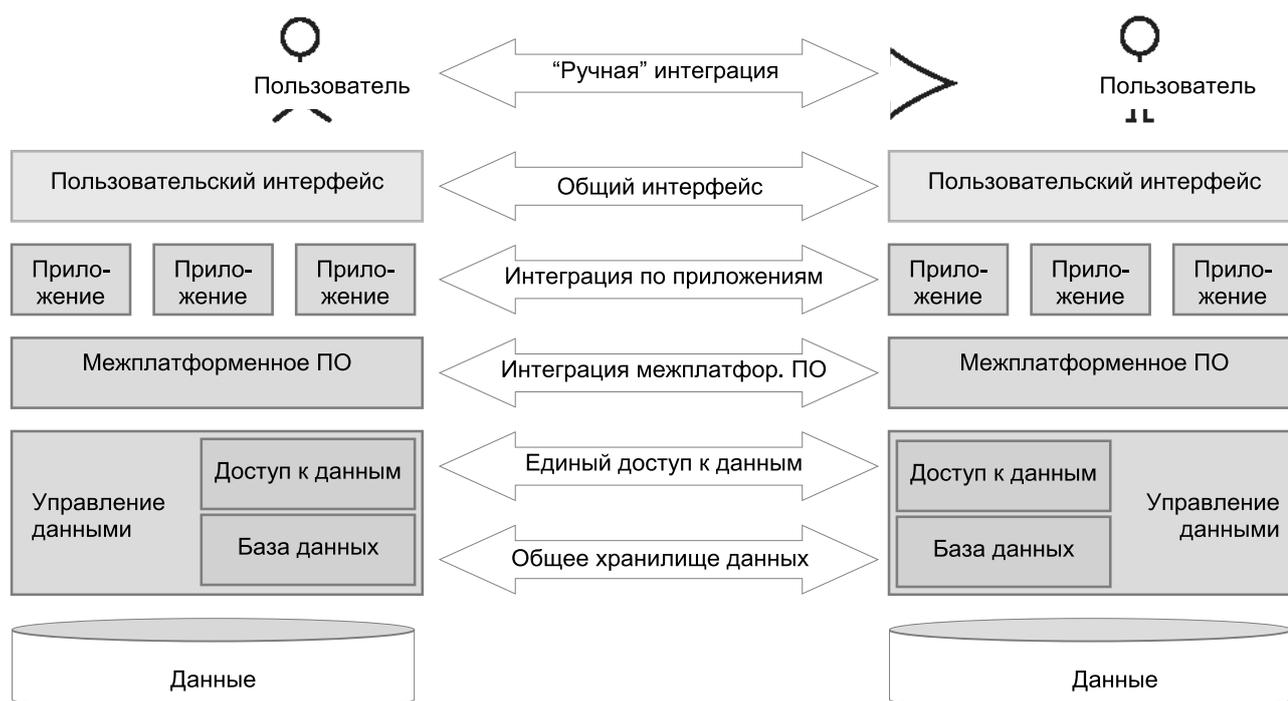


Рис. 1. Общие интеграционные подходы на разных архитектурных уровнях

архитектуры. Реальность такова, что огромные объемы избыточных данных находятся внутри корпорации [2].

В целом, информационные системы не ориентированы на интеграцию. Поэтому всякий раз, когда требуется интегрированный доступ к различным исходным системам, источники и их данные, которые не соответствуют друг другу, должны объединяться дополнительными функциями адаптации и согласования. Следует учитывать, что не существует единственной проблемы интеграции. Хотя цель всегда состоит в том, чтобы обеспечить однородное, унифицированное представление данных из разных источников, конкретная задача интеграции определяет:

- ◆ архитектурный вид информационной системы (рис. 1),
- ◆ содержание и функциональность компонентов системы,
- ◆ вид информации, которой управляют компонентные системы (буквенно-цифровые данные, мультимедийные данные; структурированные, полуструктурированные, неструктурированные данные),
- ◆ требования относительно автономности компонентных систем,
- ◆ предполагаемое использование интегрированной информационной системы (доступ только для чтения или запись),
- ◆ требования к производительности и

- ◆ доступные ресурсы (время, деньги, человеческие ресурсы и т.д.) [3].

Кроме того, обычно необходимо учитывать несколько видов гетерогенности. К ним относятся различия в:

- ◆ аппаратном обеспечении и операционных системах,
- ◆ программном обеспечении управления данными,
- ◆ моделях данных, схемах и семантике данных,
- ◆ промежуточном программном обеспечении,
- ◆ пользовательских интерфейсах и
- ◆ бизнес-правилах и ограничениях целостности.

Проанализируем различные интеграционные подходы в соответствии с уровнем абстракции, на которой выполняется интеграция.

Информационные системы могут быть описаны с использованием многоуровневой архитектуры, как показано на рис. 1.: на самом верхнем уровне пользователи получают доступ к данным и услугам через различные интерфейсы, которые работают поверх различных приложений. Приложения могут использовать промежуточное программное обеспечение — мониторы обработки транзакций (transaction processing, TP), промежуточное программное обеспечение, ориентированное на сообщения (message-oriented middleware, MOM), промежуточное программное обеспечение SQL и т.д., — для доступа к данным через уровень доступа к данным. Сами

данные управляются системой хранения данных. Обычно системы управления базами данных (СУБД) используются для объединения доступа к данным и уровня хранения.

В целом, проблема интеграции может быть решена на каждом из представленных уровней системы. Для этого доступны следующие основные подходы, как показано на рис. 1.

Ручная интеграция

Здесь пользователи напрямую взаимодействуют со всеми соответствующими информационными системами и вручную интегрируют выбранные данные. То есть пользователям приходится иметь дело с различными пользовательскими интерфейсами и языками запросов. Кроме того, пользователи должны иметь подробные знания о местоположении, логическом представлении данных и семантике данных.

Общий пользовательский интерфейс

В этом случае пользователю предоставляется общий пользовательский интерфейс (например, веб-браузер), который обеспечивает единый внешний вид. Данные из соответствующих информационных систем по-прежнему представляются отдельно, поэтому пользователям все еще необходимо обеспечить гомогенизацию и интеграцию данных (например, в поисковых системах).

Интеграция с помощью приложений

В этом подходе используются приложения интеграции, которые обращаются к различным источникам данных и возвращают интегрированные результаты пользователю. Это решение практично для небольшого числа компонентных систем. Тем не менее, приложения становятся все более объемными, так как число системных интерфейсов и форматов данных для гомогенизации и интеграции растет.

Интеграция с помощью межплатформенного ПО

Межплатформенное (промежуточное) программное обеспечение предоставляет повторно используемую функциональность, которая обычно используется для решения специализированных аспектов проблемы интеграции, например, как это делается в промежуточном программном обеспечении SQL. В то время как приложения освобождаются от реализации общих функций интеграции, в приложениях все еще требуются усилия по интеграции. Например, промежуточное программное обеспечение SQL предоставляет единую точку до-

ступа для отправки запросов SQL во все подключенные системы компонентов. Однако результаты запроса не интегрированы в один однородный набор результатов. Кроме того, для создания интегрированных систем обычно приходится объединять различные инструменты промежуточного программного обеспечения.

Единый доступ к данным

В этом случае логическая интеграция данных осуществляется на уровне доступа к данным. Глобальные приложения обеспечиваются единым глобальным представлением физически распределенных данных, хотя на этом уровне доступны только виртуальные данные. Локальные информационные системы сохраняют свою автономию и могут поддерживать дополнительные уровни доступа к данным для других приложений. Однако глобальное предоставление физически интегрированных данных может занимать много времени, поскольку доступ к данным, их гомогенизация и интеграция должны выполняться во время выполнения.

Общее хранилище данных

Здесь физическая интеграция данных выполняется путем передачи данных в новое хранилище данных; местные источники могут быть либо удалены, либо оставлены в рабочем состоянии. В целом, физическая интеграция данных обеспечивает быстрый доступ к данным. Однако, если локальные источники данных удалены, приложения, которые к ним обращаются, также должны быть перенесены в новое хранилище данных. Если локальные источники данных остаются работоспособными, необходимо периодически обновлять общее хранилище данных.

На практике конкретные интеграционные решения реализуются на основе представленных шести общих интеграционных подходов.

Вместе с тем интеграция представляется большим, чем просто структурная или техническая проблема. Технически довольно легко подключить разные реляционные СУБД. Более сложным является интеграция данных, описываемых различными моделями данных; еще сложнее проблемы, вызванные данными с разнородной семантикой. Следовательно, явная и точная семантика интегрируемых данных важна для семантически правильных и значимых результатов интеграции.

В области базы данных семантика может рассматриваться как интерпретация людьми данных и элементов схемы в соответствии с их пониманием мира в определенном контексте. При интеграции данных типом рассматриваемой семантики является, как правило, семантика

реального мира, связанная с отображением объектов в модельном или вычислительном мире в реальный мир [4]. В этом случае семантическая интеграция является задачей группировки, объединения или дополнения данных из разных источников с учётом явной и точной семантики данных во избежание структурного объединения семантически несовместимых данных. Следовательно, семантическая интеграция должна гарантировать, что объединяются только данные, относящиеся к одной и той же или достаточно сходной реальной сущности или концепции. Необходимым условием для этого является разрешение семантической неоднозначности в отношении интегрируемых данных с помощью явных метаданных, чтобы выявить все соответствующие неявные предположения и информацию, лежащую в основе контекста.

Онтологии, которые можно определить как явные, формальные описания концепций и их взаимосвязей, существующих в определенном пространстве дискурса, вместе с общим словарным запасом для ссылки на эти концепции — могут способствовать решению проблемы семантической гетерогенности. По сравнению с другими схемами классификации, такими как таксономии, тезаурусы или ключевые слова, онтологии позволяют создавать более полные и более точные модели предметной области [5].

Содействие гибкому сотрудничеству между предприятиями является еще одной областью, которая создает проблемы для интеграции данных. Например, для виртуальных организаций как наборов организационных единиц, которые работают для достижения общей цели, интеграция данных на лету чрезвычайно важна из-за их динамического характера [6]. Для эффективного своевременного предоставления необходимой информации всеми сотрудничающими партнерами, каждый из которых находится в различном реальном контексте, имея в виду собственную концептуальную модель мира, гибкая и адаптированная интеграция данных является необходимым условием. На основе адекватно интегрированных данных могут быть реализованы необходимые приложения, такие как управление цепочками поставок (SCM), планирование ресурсов предприятия (ERP) и управление взаимоотношениями с клиентами (CRM).

Поскольку одной из целей интеграции данных является предоставление унифицированного доступа к нескольким источникам данных, конфиденциальность и безопасность являются важными вопросами. Таким образом, необходимы гибкие, но эффективные средства контроля доступа в интегрированных системах [7]. Несмотря на то, что интеграция может обеспечить много преимуществ, интеграция данных и обмен данными часто затрудняются проблемами конфиденциальности [8].

Например, компании воздерживаются от обмена данными из-за боязни быть эксплуатируемой конкурентами или регулирующими органами. Аналогичным образом, интегрированный доступ к данным пациентов может способствовать развитию медицинских исследований, но может оказаться невозможным без проверенных мер защиты конфиденциальности и контроля доступа. Поэтому разработка методов, гарантирующих интеграцию данных и обмен данными без потери конфиденциальности, является крайне важной.

Качество данных, которое можно охарактеризовать с помощью точности, полноты, своевременности и согласованности данных, представляет большой интерес для удобства использования интегрированных данных. Однако в области интеграции данных часто необходимо принимать во внимание сложные потоки данных между производителями данных, интеграторами данных и потребителями интегрированных данных, чтобы обеспечить надлежащие решения для обеспечения качества данных. При этом, схемы с улучшенной онтологией, используемые в семантической интеграции данных, представляют собой важную предпосылку для высококачественных интегрированных данных и, таким образом, могут облегчить проблемы, связанные с качеством [9]. В частности, возможность для пользователей проверить, откуда данные берутся и как они были объединены и преобразованы в их текущую форму, имеют ключевое значение для предоставления пользователям возможности различать факты и убеждения и, как следствие, установить доверие к интегрированным данным [9]. Поэтому проблемы происхождения данных и прослеживаемости, вероятно, будут играть важную роль в будущих системах интеграции, особенно когда речь идет о сложных преобразованиях данных в широко распространенных источниках данных. Кроме того, глобальное обеспечение ограничений целостности может помочь пользователям доверять интегрированным данным из разных источников [10].

Таким образом, проведенный анализ проблем и основных подходов в области интеграции корпоративных информационных систем показал, что однозначного и эффективного решения для всех ситуаций пока нет. Наиболее сложные проблемы интеграции данных вызваны семантической неоднородностью.

Для обеспечения научного обоснования решения проблем интеграции корпоративных информационных систем, необходимо определить методы и модели управления основными данными, адекватные конкретной ситуации и задачам информационной системы предприятия, ориентируясь на формирование автоматизированных систем интеллектуального анализа данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Brodie M. L. The promise of distributed computing and the challenges of legacy information systems // Interoperable database systems. — 2013. — Vol. 7. — P. 1–31.
2. Inmon B. What is data redundancy? — <https://searchdatamanagement.techtarget.com>.
3. Dittrich K.R., Jonscher D. All Together Now — Towards Integrating the World's Information Systems // In: Advances in Multimedia and Databases for the New Century. — World Scientific Press. — Kyoto, Japan, November 30 — December 2, 2018. — P. 109–123.
4. Ouksel A.M., Sheth A. P. Semantic Interoperability in Global Information Systems: A Brief Introduction to the Research Area and the Special Section. / SIGMOD Record. — 2017. — Vol. 28(1). — P. 5–12.
5. Huhns M.N., Singh M. P. Agents on the Web: Ontologies for Agents // IEEE Internet Computing. — 2017. — Vol. 1(6). — P. 81–83.
6. Winslett M. Databases in Virtual Organizations: A Collective Interview and Call for Researchers // SIGMOD Record. — 2015. — Vol. 34(1). — P. 86–89.
7. Jonscher D., Dittrich K. R. An Approach for Building Secure Database Federations // In: 20th International Conference on Very Large Data Bases (VLDB2014). — Morgan Kaufmann. — Santiago de Chile, Chile, September 12–15, 2014. — P. 24–35.
8. Clifton C., et al. Privacy-Preserving Data Integration and Sharing // In: 9th ACM SIGMOD Workshop on Research Issues in Data Mining and Knowledge Discovery (DMKD2014). — Paris, France, June 13, 2014. ACM. — P. 19–26.
9. Gertz M., et al. Report on the Dagstuhl Seminar "Data Quality on the Web" // SIGMOD Record. — 2014. — Vol. 33(1). — P. 127–132.
10. Conrad S., et al. Schema Integration with Integrity Constraints // In: 15th British National Conference on Databases (BNCOD2017). — London: Springer.UK. — July 7–9, 2017. — P. 200–214.

© Лебедев Александр Сергеевич (aslebedev@urfu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина

СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВОГО ОТПЕЧАТКА АУДИОФАЙЛА НА ОСНОВЕ ВЕКТОРА ПРИЗНАКОВ, ПОЛУЧАЕМОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CONSTANT-Q И ФУРЬЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

AN APPROACH TO CALCULATE A FEATURE VECTOR USING FOURIER AND CONSTANT-Q TRANSFORMS FOR AUDIO FINGERPRINTING

**A. Mansurov
P. Ladygin**

Summary. This paper presents an approach for audio fingerprinting of audio files based on the calculation of a feature vector using Fourier and Constant-Q transforms. A comparative analysis of spectrograms and chromatograms obtained with the Fourier and Constant-Q transforms is performed, and peculiarities of the spectrograms and chromatograms are discussed. It is concluded that the calculation of feature vectors by processing chromatograms to identify roots of chords (or “pure” tones) is more effective than using techniques that require processing spectrograms. The proposed approach for the calculation of feature vectors allows their simple comparison and identification of complex musical compositions with an accuracy of 97%.

Keywords: audio fingerprinting, audio files, spectrogram, identification, chromatogram, wavelet, constant-q transform.

Мансуров Александр Валерьевич

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», г. Барнаул
mansurov.alex@gmail.com*

Ладыгин Павел Сергеевич

*Старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», г. Барнаул
pavel-ladygin@yandex.ru*

Аннотация. В публикации рассматривается процесс формирования цифровых отпечатков аудиофайлов на основе векторов признаков, получаемых путем анализа аудиофайла (фрагмента или целого файла) с использованием преобразования Фурье и Constant-Q преобразования. Выполняется сравнительный анализ спектрограмм и хроматограмм, полученных с помощью указанных преобразований, отмечаются особенности получаемых спектрограмм и хроматограмм, делается заключение об эффективности хроматограмм для построения вектора признаков на основе выделенных сигналов основных («чистых») тонов. Предложенный способ формирования вектора признаков позволяет использовать простую функцию для их последующего сравнения, что дает возможность производить идентификацию сложных композиций с точностью более 97%.

Ключевые слова: цифровой отпечаток, аудиофайлы, спектрограмма, хроматограмма, идентификация, вейвлет, constant-q преобразование.

Введение

Вопрос идентификации и сопоставления (сравнения) аудиофайлов, музыкальных композиций и их фрагментов друг с другом является важной проблемой в случае проведения экспертных исследований, установления факта нелегального использования или нарушения прав на интеллектуальную собственность. Традиционные подходы подразумевают непосредственное исследование экспертом музыкального произведения «на слух» или путем анализа нотных партитур [1], что существенно ограничивает эффективность проводимого исследования и может вносить долю субъективности. Также, существенно ограничивается сфера применения подходов исключительно музыкальными произведениями, исключая большое количество аудиальной информации, не являющейся музыкальной (например, данные акустической эмиссии при исследовании прочностных характеристик материалов).

Современные компьютерные алгоритмы позволяют анализировать аудиальную информацию более эффек-

тивно и точно, и их применение не лимитировано исключительно музыкальными композициями. К продвинутым решениям можно отнести, например, технологию Shazam [1,2], а также способ, используемый компанией Google в своих сетевых сервисах (например, Youtube) [3]. Основой таких решений является осуществление спектрального анализа аудиофайла (фрагмента или целиком), получение спектральных характеристик и вычисление (составление) на их основе цифрового отпечатка, который потом используется для сопоставления с другими подобными отпечатками [4]. Наиболее часто используются энергетические спектральные характеристики и анализ спектрограмм Фурье-спектра [4,5] и мел-частотные кепстральные коэффициенты [6]. Однако, не меньшей популярностью пользуются и характеристики, получаемые при обработке вейвлет-спектра анализируемого сигнала [7–10]. Во многом это объясняется адаптивностью к частотному диапазону, селективностью в детализации вычисляемых характеристик и свободой выбора вейвлет-функции в применяемом преобразовании [10].

Таблица 1. Соответствие «название ноты» — «частота звучания»

		Нота						
		До	Ре	ми	фа	Соль	ля	си
Частота, Гц	1 октава	261,63	293,66	329,63	349,23	392	440	493,88
	2 октава	523,25	587,32	659,26	698,46	784	880	987,75



Рис. 1. Нотная запись мелодии «В траве сидел кузнечик»



Рис. 2. Алгоритм формирования вектора признаков для получения цифровых отпечатков аудиофайлов из работы [14].

Эффективным и успешным для получения спектра исследуемого сигнала и последующего вычисления характеристик и получения цифрового отпечатка является Constant-Q преобразование [8–10, 11–13]. Constant-Q преобразование похоже на преобразование Фурье и также осуществляет преобразование серии данных в частотной области, но в своей основе оно тесно связано с непрерывным Morlet вейвлет-преобразованием и имеет ряд достоинств [11,12]. В частности, поддерживая постоянную $Q = f_k / \Delta f_k$ обеспечивается автоматическая адаптация ширины каждого фильтра Δf_k в соответствии с центральной частотой f_k (как в случае вейвлет-преобразований). В этом случае возможно прямое установление соответствий между серией применяемых фильтров и музыкальными нотами при условии идентификации соответствующих центральных частот [13].

В данной работе рассматривается перспективность формирования цифрового отпечатка в виде «вектора признаков», получаемого при анализе фрагмента аудиофайла музыкальной композиции (или, в перспективе, любого произвольного аудиосигнала) с использованием «традиционного» Фурье-спектра и спектрограмм Constant-Q преобразования. В работе изложен непосредственно сам подход к получению «вектора признаков», приведен анализ полученных результатов. Работа является развитием предложенного ранее в [14] метода формирования вектора признаков для получения цифровых отпечатков аудиофайлов.

Метод формирования вектора признаков для получения цифровых отпечатков аудиофайлов

В предлагаемом способе мелодия представляется важнейшим, первичным компонентом музыкальной композиции. Поскольку любая мелодия может быть представлена в виде нотной записи, описываемый способ предлагает выполнение перехода к нотному представлению и последующую работу при построении «вектора признаков» с частотной сеткой, соответствующей частоте каждой чистой ноты своей октавы.

На рис. 1. представлена нотная запись фрагмента мелодии «В траве сидел кузнечик». Таблица 1 содержит соответствие нот, присутствующих в мелодии, частотам, на которых они звучат.

Предложенный ранее в [14] метод формирования вектора признаков для получения цифровых отпечатков аудиофайлов представляет собой следующую последовательность действий рис. 2:

В работе [14] показана устойчивость получаемого цифрового отпечатка к различным модификациям аудиофайла (замедление, ускорение, смена «питча»), поэтому в данной работе не рассматривается.

В продолжение исследования принято, что в среде графического программирования Labview затруднен

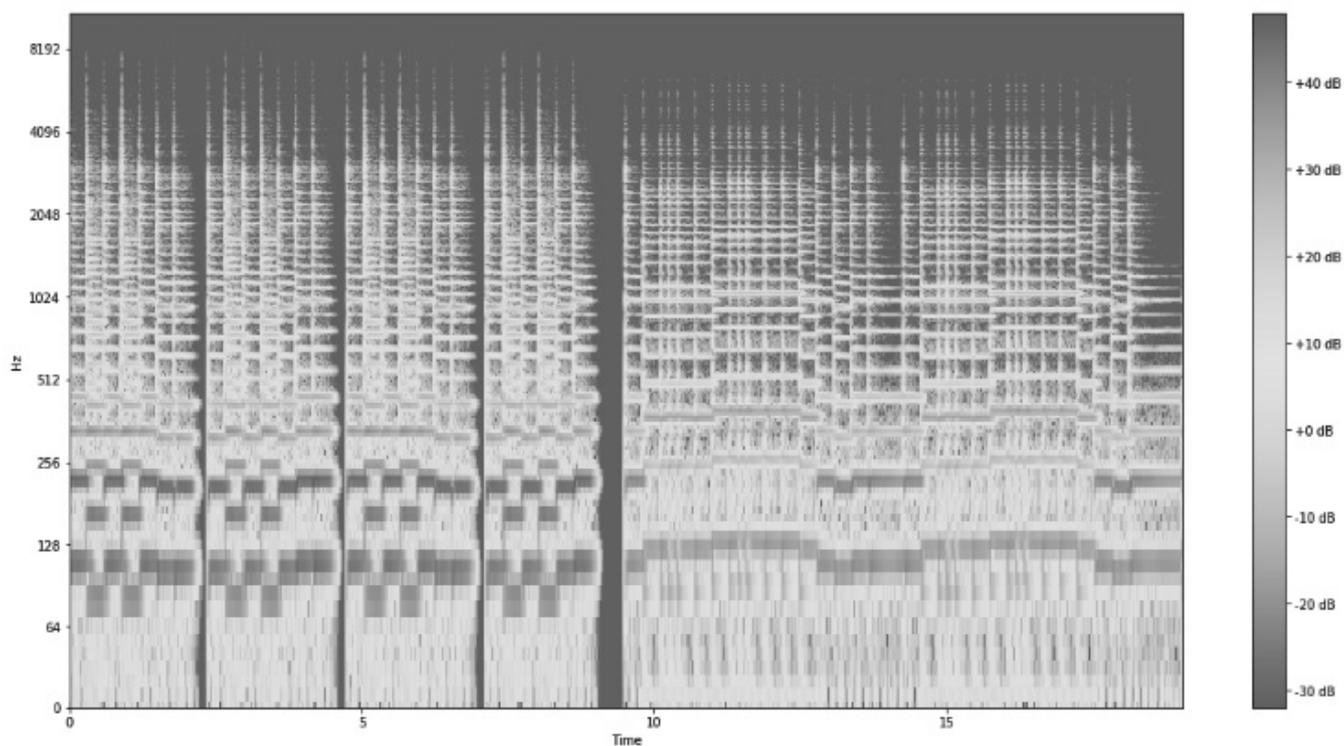


Рис. 3а. STFT-спектрограмма аудиосигнала с мелодией «В траве сидел кузнечик» в 3-й октаве, виртуальный инструмент FL Studio 11– Guitar.

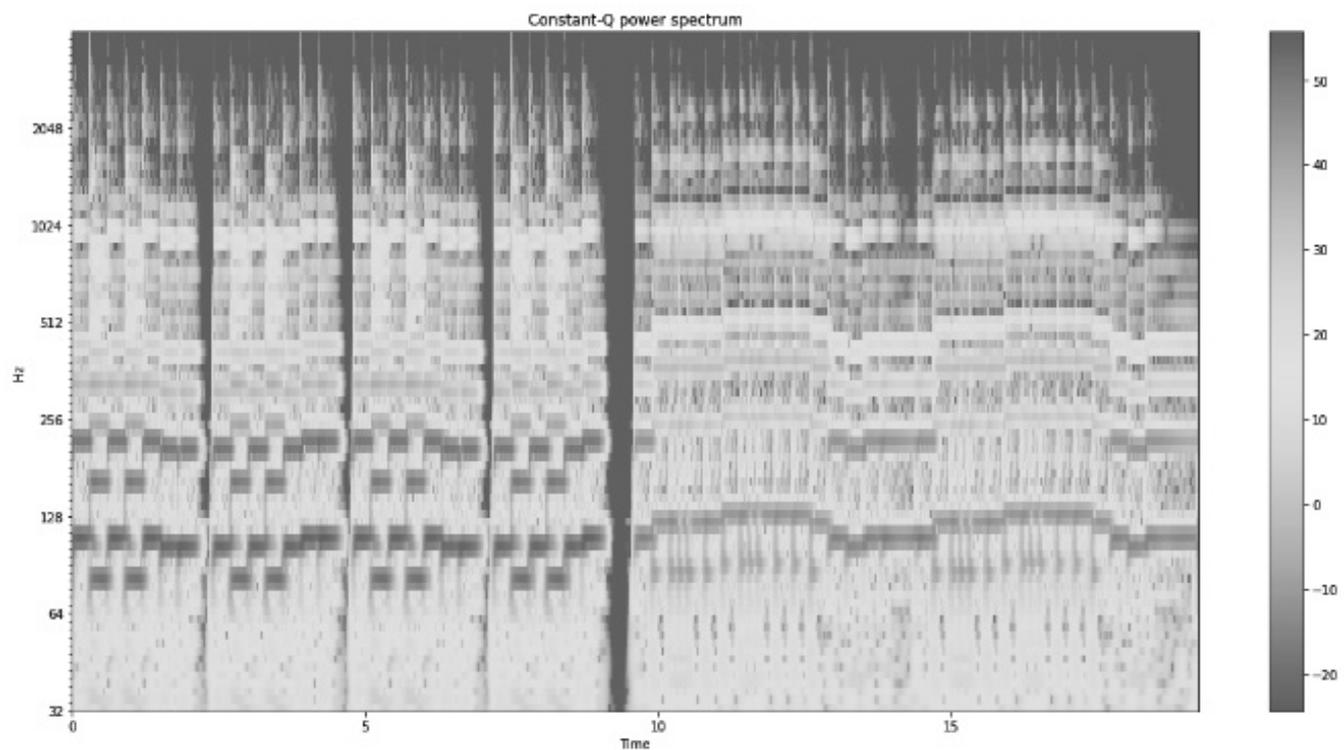


Рис. 3б. CQT-спектрограмма аудиосигнала с мелодией «В траве сидел кузнечик» в 3-й октаве, виртуальный инструмент FL Studio 11– Guitar.

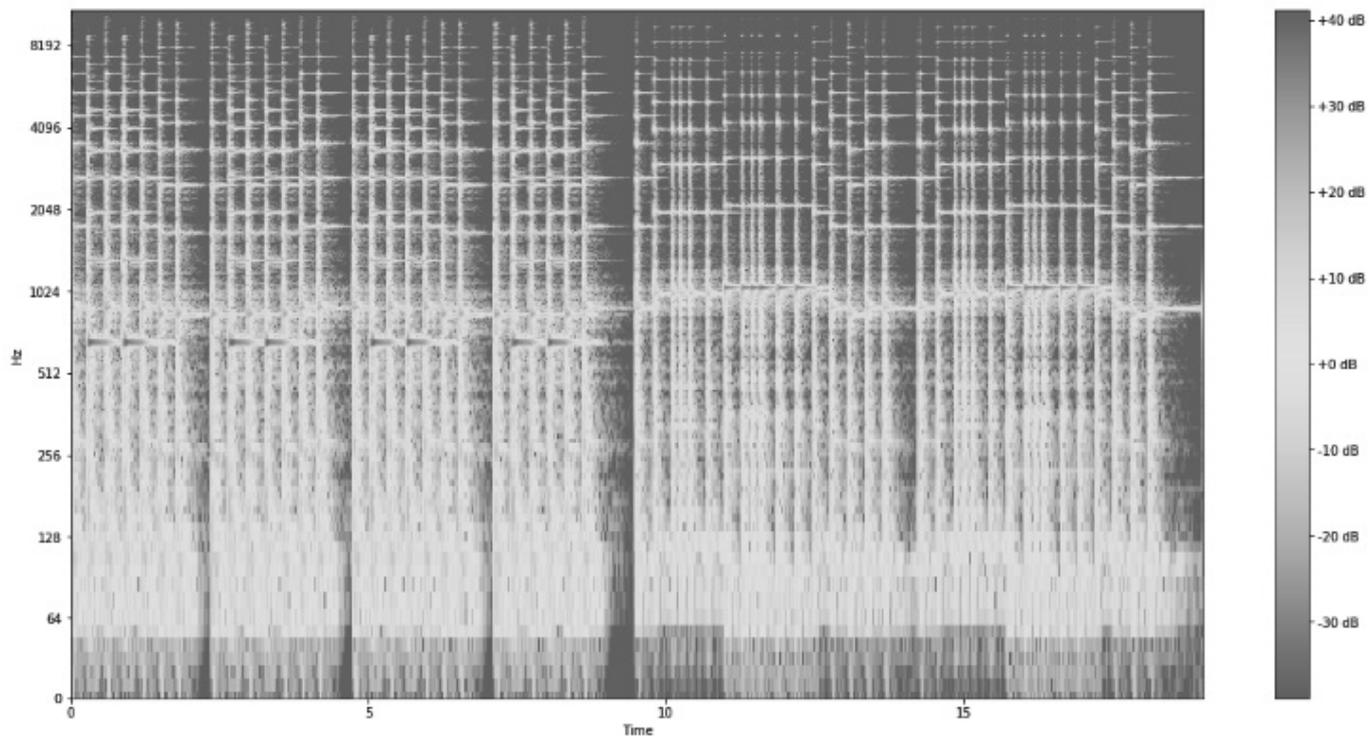


Рис. 4а. STFT-спектрограмма аудиосигнала с мелодией «В траве сидел кузнечик» в 6-й октаве, виртуальный инструмент FL Studio 11– Piano.

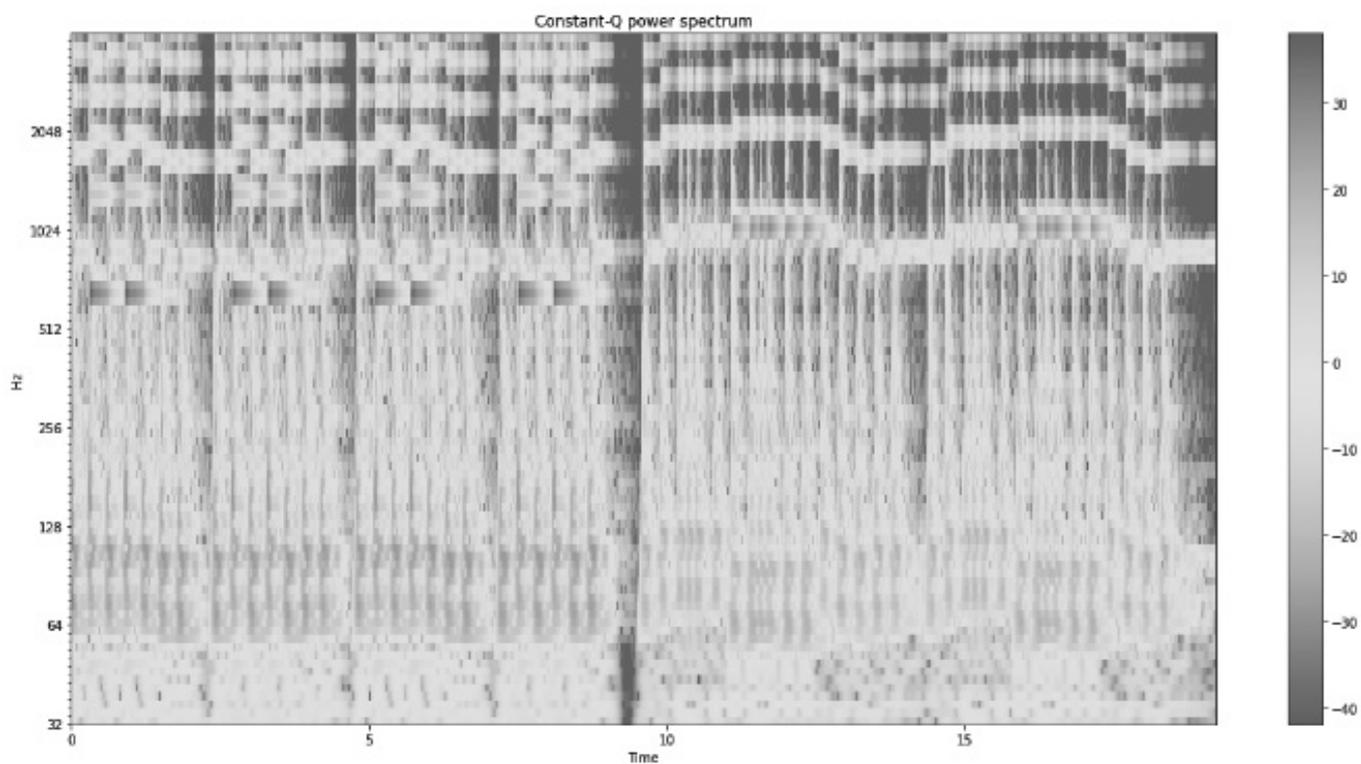


Рис. 4б. STFT-спектрограмма аудиосигнала с мелодией «В траве сидел кузнечик» в 6-й октаве, виртуальный инструмент FL Studio 11– Piano.

процесс исследования аудиосигналов на предмет дополнительных признаков, важных для создания цифровых отпечатков аудиофайлов. Также было принято решение сделать алгоритм независимым от ширины окна Фурье-преобразования, которая зависела от темпа исполнения мелодии и не всегда попадала удачно на начало и конец ноты. Продолжение исследования предложенного метода происходило на языке Python, как на наиболее удобном и полном в отношении инструментария для исследования аудиосигналов. Для поиска частоты основного тона принято решение исследовать спектрограммы, полученные с помощью Short-time Fourier (STFT) и Constant-Q (CQT) — преобразований, как наиболее полно отражающие содержимое аудиосигналов.

Short-time Fourier преобразование

Оконное преобразование Фурье — это разновидность преобразования Фурье, определяемая следующим образом:

$$F(t, w) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(\tau)W(\tau - t)e^{-i\omega\tau} d\tau \quad (1)$$

где $W(\tau-t)$ — некоторая оконная функция [15].

Для вычисления STFT в Python может быть применена функция `librosa.stft(X)`, где X — аудиосигнал [16].

Constant-Q преобразование

В соответствии с теоретической базой и рекомендациями [9,12], Constant-Q преобразование тесно связано с Фурье-преобразованием и для его вычисления используется аналогичный подход. Для Constant-Q преобразования k -я спектральная компонента $X[k]$ вычисляется следующим образом:

$$X[k] = \frac{1}{N[k]} \sum_{n=0}^{N[k]-1} W[k, n]x[n]e^{-\frac{j2\pi Qn}{N[k]}} \quad (2)$$

где $N[k]$ — длина окна для каждого «бина», $W[k, n]$ — функция окна, Q — постоянная преобразования, $x[n]$ — исходный сигнал.

Для вычисления CQT в Python может быть применена функция `librosa.cqt(x, sr)`, где x — аудиосигнал, sr — частота дискретизации аудиосигнала.

Сравнительный анализ спектрограмм, полученных с помощью STFT и CQT

Для анализа работы двух преобразований CQT и STFT были сформированы 23 звуковые дорожки, со-

держащие как реальные записи музыкальных инструментов, так и сгенерированные в программе FL Studio [17]. В данной работе представлены наиболее интересные результаты.

Визуальный анализ полученных спектрограмм показывает следующее:

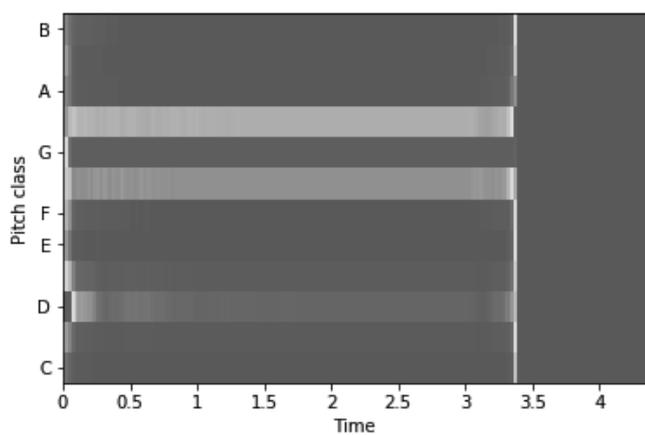
1. ширина и яркость основного тона на спектрограммах STFT меняется в зависимости от его значения: в нижней полосе частот основной тон более широк и размазан, в то время как в верхней полосе частот узок и мало заметен;
2. ширина основного тона на спектрограммах CQT практически не меняется в зависимости от полосы частот;
3. спектрограммы CQT имеют чуть более читаемый вид в нижней полосе частот;
4. спектрограммы STFT содержат меньше «шумов», характеризующих тембральные характеристики музыкального инструмента. Такие шумы больше свойственны спектрограммам CQT.

Исходя из вышеизложенного можно заключить, что спектрограммы CQT и STFT содержат информацию о длительности аудиосигнала, его основных наиболее интенсивных частотах (в случае монофонической записи — частотах основного тона), однако излишнее зашумление обертонами затрудняет процесс извлечения информации о наиболее значащих частотах. В задачах идентификации основной мелодии не важно, на каком музыкальном инструменте мелодия сыграна, значит не важны «лишние» гармоники. Также частота основного тона на данных изображениях размазана по полосе частот, что затрудняет определение её точного значения для формирования вектора признаков аудиосигнала.

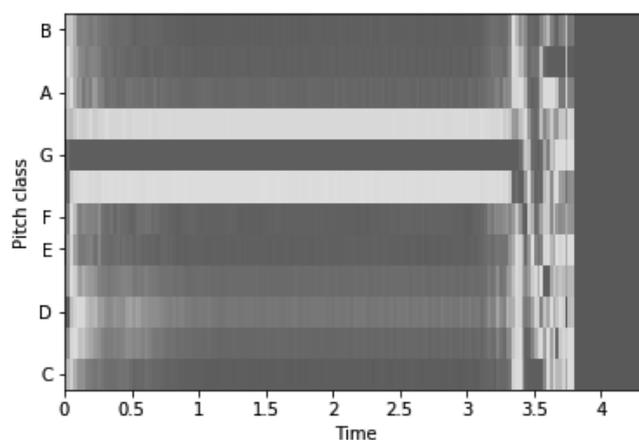
Сравнительный анализ хроматограмм, полученных с помощью STFT и CQT

Наиболее устойчивыми к изменениям тембра и инструментовки характеристиками аудиосигналов, содержащих мелодические конструкции, являются хроматограммы [18]. Построение хроматограмм основывается на условном разделении частотного диапазона на 12 полутонов (согласно западной музыкальной нотации), соответствующих стандартной октаве (C, C#, D, D#, E, F, F#, G, G#, A, A#, B), что позволяет отражать гармонические и мелодические характеристики аудиосигнала.

Хроматограмма «собирает» все гармоники, объединяясь с частотой основного тона, что нормирует участки сигнала к оси частот, удобной для идентификации аудиосигнала. По оси Y отображается нота, по оси X — время.

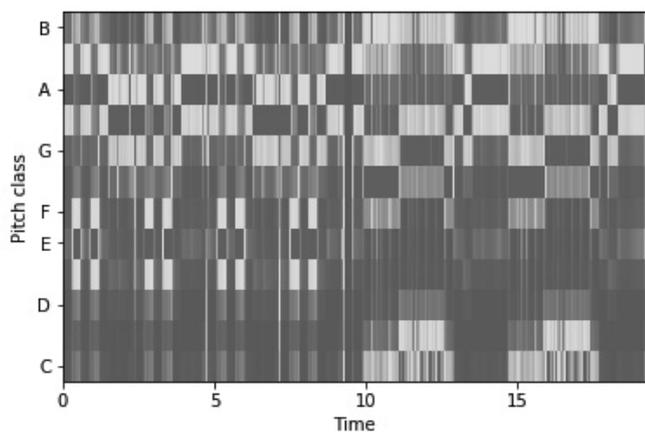


а)

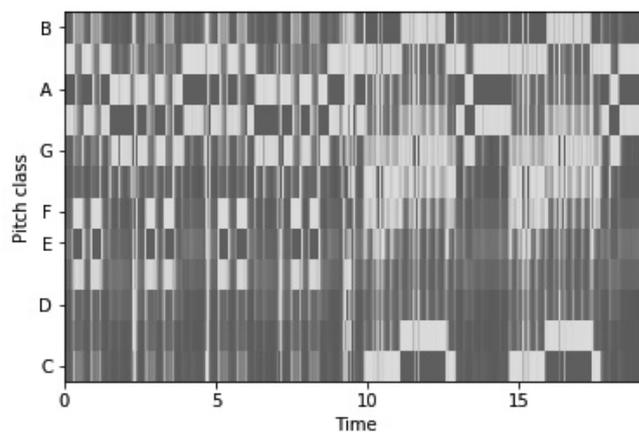


б)

Рис. 5. Нота G4 — «соль» 4-й октавы: а) STFT-хроматограмма, б) CQT-хроматограмма



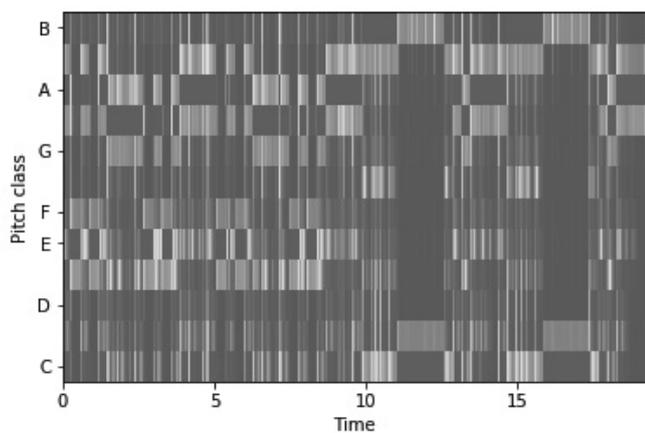
а)



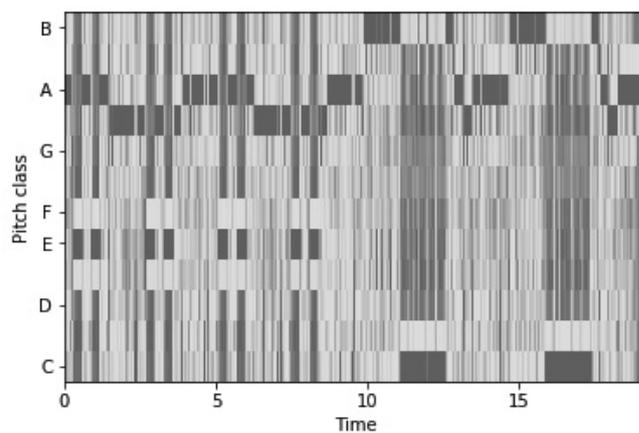
б)

Рис. 6. Мелодия «В траве сидел кузнечик» в 3 октаве, инструмент — Guitar:

а) STFT-хроматограмма, б) CQT-хроматограмма



а)



б)

Рис. 7. Мелодия «В траве сидел кузнечик» в 6 октаве, инструмент — Piano: а) STFT-хроматограмма, б)

CQT-хроматограмма

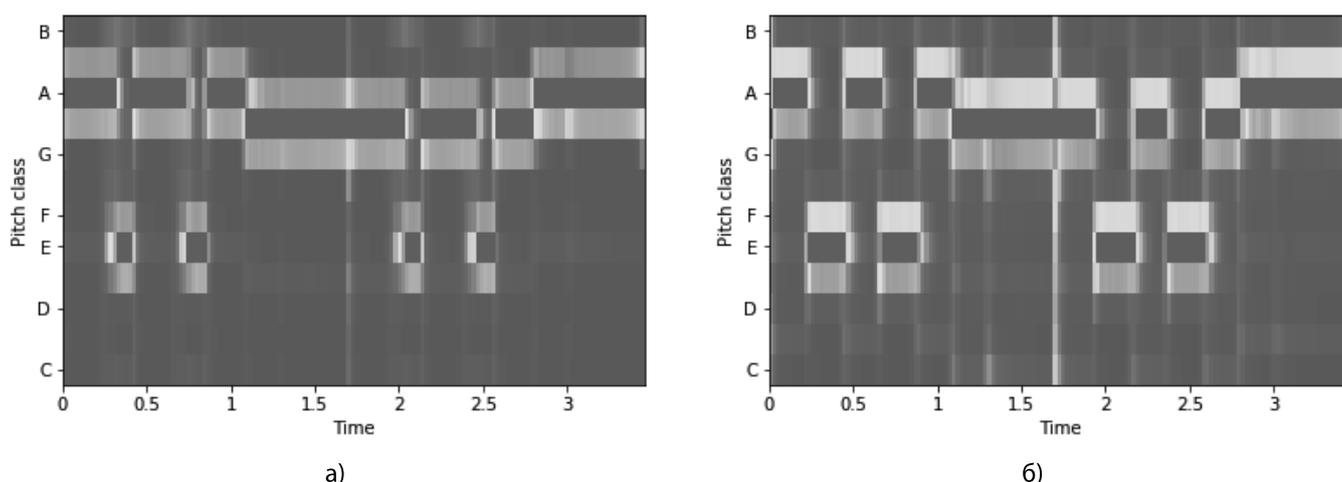


Рис. 8. STFT-хроматограмма участка мелодии «В траве сидел кузнечик», инструмент — Piano: а) в 4-й октаве, б) в 5-й октаве

Для построения хроматограмм может быть использована функция библиотеки Librosa языка Python `librosa.feature.chroma_cqt(y=x, sr=sr)`.

Для ранее рассмотренных аудиосигналов были построены хроматограммы, изображенные на рис. 5а, рис. 5б, рис. 6а, рис. 6б, рис. 7а, рис. 7б.

Визуальный анализ полученных хроматограмм показывает, что:

1. ширина и яркость основного тона на хроматограммах STFT и CQT не меняется в зависимости от его положения в воспроизводимом диапазоне частот;
2. хроматограммы CQT имеют намного более читаемый вид в нижней полосе частот, чем хроматограммы от STFT;
3. хроматограммы STFT содержат меньше «шумов» вокруг основной ноты. Такие шумы больше свойственны спектрограммам CQT.
4. хроматограммы CQT содержат «зашумлённые хвосты» и не равны нулю в тех областях аудиосигнала, в которых ноты нет. Здесь мы видим некоторый шум, который сложно как-либо идентифицировать.

По сравнению со спектрограммами, хроматограммы содержат больше информации о длительностях тех или иных нот, присутствующих в аудиосигнале, что позволяет строить вектор признаков, позволяющий сравнивать аудиосигналы с мелодическими конструкциями между собой. Однако, видно, что весь частотный диапазон спектрограмм приводится к 12-ступенчатой оси ординат. Когда мелодия могла пойти вверх, в другую октаву, хроматограмма отобразит эту ноту всё равно внутри своего диапазона. Данную особенность необходимо

учитывать при построении векторов признаков аудиосигналов.

Построение вектора признаков аудиосигнала

При экспертной оценке двух мелодических конструкций между собой на предмет схожести учитывается определённое количество одинаково идущих нот подряд. По различным судебным решениям можно обнаружить, что «плагиатом» считалось осознанное или неумышленное заимствование от 7 до 11 нот подряд [19]. При этом эксперт визуально сравнивает партитуры музыкальных партий, а также «на слух» определяет их степень схожести.

Для более быстрой оценки мелодий на предмет заимствования предлагается формирование вектора признаков спорных аудиосигналов и сравнение их между собой. Используя вышеприведённые характеристики аудиосигналов, предлагается формирования вектора признаков следующего содержания:

$$[(k_0, X), (k_1, X), \dots (k_n, X)], \quad (3)$$

в котором kn — номер отсчёта в сигнале, а X — значение из набора: $0, 1, \dots, z$, где $z = 12$, что соответствует номеру ноты в 12-ступенчатом звуковом ряде C, C#, D, D#, E, F, F#, G, G#, A, A#, B.

Построение вектора признаков происходит с помощью анализа хроматограмм, как более удобных изображений мелодических конструкций, и преобразования изображения в массив. Для построения такого вектора написана функция `fingerprint`:

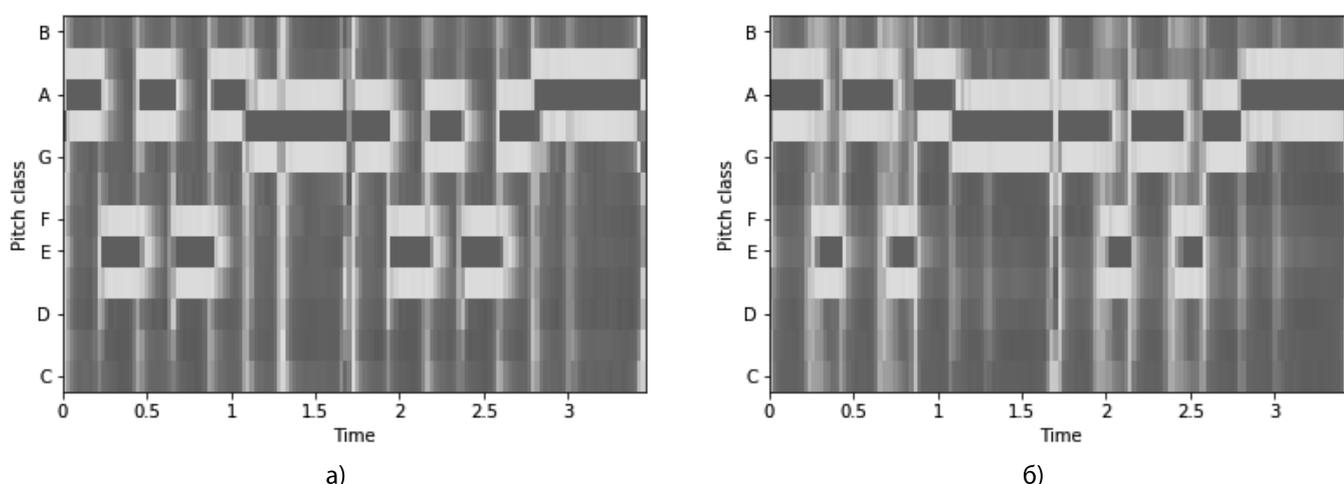


Рис. 9. CQT-Хроматограмма участка мелодии «В траве сидел кузнечик», инструмент — Piano: а) в 4-й октаве, б) в 5-й октаве

```
def fingerprint(arr2D):
    local_maxima = get_2D_peaks(arr2D, plot=True)
    local_maxima_sorted = sorted(local_maxima,
    key=lambda tup: tup[0])
    return local_maxima_sorted
```

В данной функции метод `get_2D_peaks(arr2D, plot=True)` занимается поиском локальных пиков на изображении хроматограммы. Все гармоники с интенсивностью меньше 95% от максимальной фильтруются.

Для тестового формирования векторов признаков аудиофайлов и сравнения их между собой были сформированы две мелодические конструкции, исполненные в 4й и 5й октавах с одинаковой скоростью, их STFT-хроматограммы представлены на рис. 8а и рис. 8б.

Поэлементное сравнение, полученных векторов признаков из хроматограмм STFT-преобразования по типу (2), показывает совпадение мелодий в 85%.

Хроматограммы CQT-преобразования представлены на рис. 9а и рис. 9б.

Поэлементное сравнение, полученных векторов признаков из хроматограмм CQT-преобразования по типу (2), показывает совпадение мелодий в 97%.

Заключение

В статье предлагается подход к формированию «вектора признаков», который получается в результате обработки аудиофайла и является основой для генерирования цифрового отпечатка данного аудиофайла. Разработанный подход базируется на том, что большинство регистрируемых музыкальных объектов

интеллектуальной собственности являются в своей основе мелодией. Такая мелодия представляется как набор пауз и звуков, каждые из которых характеризуется спектрами, получаемыми с помощью преобразования Фурье.

Показано, что спектрограммы аудиофайлов не позволяют достоверно определять частоту основного тона и менее эффективны для построения векторов признаков по предложенному алгоритму, чем хроматограммы. Анализ хроматограмм позволяет находить частоту с максимальной амплитудой на каждом фрагменте мелодии, которая в большинстве случаев является «чистым тоном» и является табличным значением, имеющим соответствующее нотное обозначение.

Выполненное тестирование предложенного подхода показало его убедительную эффективность в случае анализа простых мелодий. Применение простой функции сравнения двух векторов позволяет выполнять идентификацию сложных композиций с точностью более 97%. Применение более эффективного метода для выполнения сравнения в данной публикации не рассматривается и является вопросом для последующих исследований.

Данный подход наиболее полезен для автоматического анализа аудиоданных, который может облегчить работу эксперта, удешевить и ускорить процесс искусствоведческой экспертизы, а также расширить существующую доказательную базу в задачах проверки мелодий на плагиат. Помимо этого, предлагаемый способ может быть включен в существующие методики, предложенные в работах [4] и [5], для повышения точности идентификации аудиофайлов в различных Интернет-сервисах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экспертное заключение по информационным материалам запроса от 30.03.2017 / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» [Электронный ресурс]. URL: https://spbu.ru/sites/default/files/20171206_zakl.pdf (дата обращения 02.05.2020).
2. Raphi Z. Audio Fingerprinting. [Электронный ресурс] / Zafar Rafii. URL: <http://www.zafarrafii.com/doc/Rafi%20-%20Audio%20Fingerprinting%20-%20NU%20EECS%20352%202014.pdf> (дата обращения 25.06.2020).
3. Эволюция Content ID: как Youtube совершенствует свою самую спорную функцию [Электронный ресурс] / Air. URL: <http://www.air.io/content-id-evolution/> (дата обращения 22.06.2020).
4. Cano P., Batlle E., Kalker T., Haitsma J. A review of audio fingerprinting // The Journal of VLSI Signal Processing, 2005. Vol.41, pp. 271–284.
5. Haitsma J, Kalker T. A Highly Robust Audio Fingerprinting System / Journal of New Music Research, Vol. 32(2003), No. 2, p. 211–222.
6. Sonnleitner R. Widmer G. Robust quad-based audio fingerprinting. IEEE/ACM Trans. Audio, Speech and Lang. Proc. 24, 3 (March 2016), pp. 409–421. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TASLP.2015.2509248>.
7. Baluja S., Covell M. Content fingerprinting using wavelets. // Proc. 3rd European Conference on Visual Media Production (CVMP 2006). Part of the 2nd Multimedia Conference 2006, 2006, pp. 198–207. DOI: 10.1049/cp:20061964
8. Schörkhuber C., Klapuri A. Constant-Q transform toolbox for music processing. // 7th Sound and Music Computing Conference 2010, Barcelona, Spain, 2010. URL: https://iem.kug.ac.at/fileadmin/media/iem/projects/2010/smc10_schoerkhuber.pdf (дата обращения 22.06.2020).
9. Cancela P., Rocamora M., Lopez E. An Efficient Multi-Resolution Spectral Transform for Music Analysis. // 10th International Society for Music Information Retrieval Conference, 2009, pp. 309–314. URL: <http://ismir2009.ismir.net/proceedings/PS2-20.pdf> (дата обращения 22.06.2020).
10. Huzaifah M. Comparison of time-frequency representations for environmental sound classification using convolutional neural networks. 2017. URL: <https://arxiv.org/abs/1706.07156> (дата обращения 22.06.2020).
11. Chettri S.R., Ishiwaka Y., Kimura H., Nagano I. Harmonic wavelets, constant Q transforms, and the cone kernel TFD. // Proc. SPIE2762, Wavelet Applications III, (22 March 1996), 1996, pp. 446–451. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.236016>
12. Brown J. C. Calculation of a constant q spectral transform. // The Journal of the Acoustical Society of America, V. 89, 1991, pp. 425–434. URL: <http://academics.wellesley.edu/Physics/brown/pubs/cq1stPaper.pdf> (дата обращения 22.06.2020).
13. Purwins H., Blankertz B., Obermayer K. A new method for tracking modulations in tonal music in audio data format. // Proceedings of the IEEE-INNS-ENNS International Joint Conference on Neural Networks. IJCNN2000. Neural Computing: New Challenges and Perspectives for the New Millennium, Como, Italy, 2000, V.6, pp. 270–27. DOI: 10.1109/IJCNN.2000.859408.
14. Мансуров А.В., Ладыгин П. С. Подход к формированию вектора признаков для алгоритма формирования цифровых отпечатков аудиофайлов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. — 2017. -№ 09. -С. 27–34.
15. Ervin Sejdīć, Igor Djurović, Jin Jiang. Time–frequency feature representation using energy concentration: An overview of recent advances // Digital Signal Processing. Volume 19, Issue 1, January 2009, Pages 153–183.
16. Librosa [Электронный ресурс] / librosa development team. URL: <https://librosa.org/> (дата обращения 22.06.2020).
17. FL Studio [Электронный ресурс] / Официальный сайт. URL: <https://www.image-line.com/> (дата обращения 22.06.2020).
18. Shepard, Roger N. Circularity in judgments of relative pitch // Journal of the Acoustical Society of America. 36 (212): 2346–2353.
19. Количество нот плагиата в музыке / Copyright © КОПИРАЙТ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.copyright.ru/news/main/2015/2/2/plagiat/> (дата обращения 27.07.2020).
20. Shum S. The Basics of Audio Fingerprinting [Электронный ресурс] / MIT Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory. URL: http://people.csail.mit.edu/sshum/talks/audio_fingerprinting_sls_24Oct2011.pdf (дата обращения 25.06.2020).

© Мансуров Александр Валерьевич (mansurov.alex@gmail.com), Ладыгин Павел Сергеевич (pavel-ladygin@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОПРОВЕРКИ РАБОТ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗРАБОТАННОГО ПЛАГИНА ДЛЯ LMS MOODLE

AUTOMATION OF ORGANIZATION OF MUTUAL VERIFICATION OF STUDENT WORK USING THE DEVELOPED PLUGIN FOR LMS MOODLE

**N. Nasyrov
N. Gorlushkina
Yu. Valitova
P. Tartynskikh**

Summary. Mutual verification of student works is one of the forward-looking and relevant educational approaches in the conditions of spreading and increasing the importance of distance and blended learning. The paper deals with the problem of the need to automate routine and time-consuming actions to organize mutual verification of student works.

The description of the implemented plugin for LMS Moodle, which automates the creation of course elements that can be used to organize mutual verification of students' work is provided as a solution. The plugin allows you to create individual tasks for trainees with automatic generation of task descriptions, evaluation criteria, examples of work based on previously submitted data. The ability to display statistical data on each student allows you to create individual tasks based on the results demonstrated in the execution of previously issued tasks. The implemented module allows you to reduce the time spent on creating tasks for mutual verification.

Keywords: automation, mutual verification, workshop activity, individualization of the educational process, Moodle.

Насыров Наиль Фаизович

Аспирант, инженер, Университет ИТМО
pasdel@mail.ru

Горлушкина Наталия Николаевна

К.т.н., доцент, с.н.с., доцент, Университет ИТМО
nagor.spb@mail.ru

Валитова Юлия Олеговна

К.п.н., доцент, Университет ИТМО
julijawal@gmail.com

Тартынский Петр Сергеевич

Инженер, Университет ИТМО
tartynskikh.ps@yandex.ru

Аннотация. Взаимопроверка студенческих работ — один из наиболее перспективных и актуальных подходов к организации процесса обучения в условиях распространения и повышения значимости дистанционного и смешанного обучения. В работе рассматривается проблема необходимости автоматизации рутинных и требующих существенных временных затрат действий по организации взаимопроверки работ обучающихся.

В качестве решения приводится описание реализованного плагина для LMS Moodle, автоматизирующего создание элементов курсов, с помощью которых можно организовать взаимопроверку работ обучающихся. Разработанный плагин позволяет формировать индивидуальные задания для обучающихся с автоматической генерацией описания заданий, критериев оценивания, примеров выполнения работ на основе заранее предоставленных данных. Возможность отображения статистических данных по каждому обучающемуся позволяет создавать индивидуальные задания на основе результатов, продемонстрированных при выполнении ранее выполненных заданий. Разработанный плагин позволяет снизить временные затраты на создание заданий для взаимопроверки.

Ключевые слова: автоматизация, взаимопроверка, модуль семинар, индивидуализация процесса обучения, Moodle.

Введение

Вызовы времени требуют поиска новых деятельных, развивающих форм, средств и методов обучения и контроля результатов обучения. Изменения должны позволить повысить эффективность формирования профессиональных компетенций, востребованных рынком труда, за счет новых способов усвоения,

мышления и учебной деятельности, развитие познавательных сил и творческого потенциала студента.

Одним из современных интерактивных методов организации взаимодействия студентов является взаимная проверка ими результатов работы друг друга. Это позволяет повысить вовлеченность обучающихся в процесс обучения, предоставить им возможность сравнить

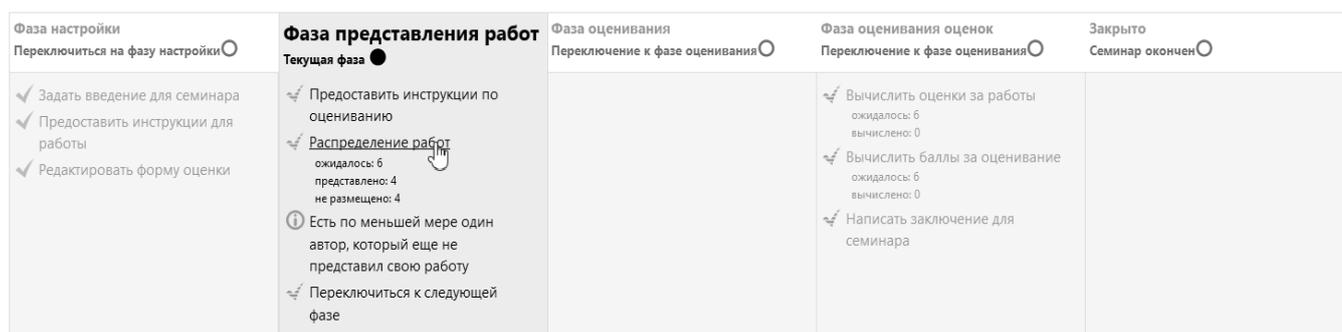


Рис. 1. Интерфейс страницы модуля Семинар

свои результаты с результатами других, оценить достаточность знаний для решения различных задач одного типа. Приемы взаимной проверки работ обучающимися при организации контроля получают все большее распространение во время занятий, развивая когнитивные, социальные, профессиональные навыки [1–4]. Оценивая работу сверстников, обучающиеся способны находить новые знания на основе имеющихся. Участвуя в проверке чужих работ, студент приобретает опыт оценочной деятельности, который пригодится в дальнейшей профессиональной деятельности. Это определяет все большую востребованность взаимопроверки в учебном процессе вузов.

В условиях увеличения доли смешанного и дистанционного обучения, наблюдаемого в последнее время, у преподавателей возникла проблема проверки студенческих работ со сложным результатом, которые требуют в большинстве дисциплин ручной длительной проверки преподавателем. Использование методов взаимопроверки позволяет преподавателям решить эту проблему.

Как отмечалось ранее, все активнее развиваются технологии дистанционного и смешанного обучения, в которые органично интегрируется обучение через системы дистанционного обучения (СДО, Learning management systems, LMS) и массовые открытые онлайн курсы (massive open online courses, MOOC) [5]. Этот факт подтверждается тем, что в разработку, наполнение контентом создаваемых курсов и развитие дистанционного обучения включились ведущие университеты по всему миру [6]. На текущий момент существует достаточное количество СДО. Однако, далеко не в каждой из них предусмотрен инструментальный взаимопроверки работ обучающихся.

В СДО, поддерживающих организацию взаимопроверки работ обучающихся, процесс создания подобных элементов курсов сопряжен со значительными временными затратами и выполнением однотипных, зачастую

рутинных, действий. Очевидно, что процесс взаимопроверки в случаях, когда это можно осуществить без ущерба качеству процесса обучения, должен быть максимально автоматизирован.

Дальнейшее исследование проблемы автоматизации организации взаимопроверки и демонстрация полученного решения приводится на примере системы дистанционного обучения LMS Moodle. Выбор указанной системы в первую очередь обусловлен тем, что LMS Moodle имеет встроенный модуль *Семинар (Workshop)*, предоставляющий функции организации взаимопроверки работ обучающимися. Стоит отметить, что в модуле реализована возможность использовать широкий спектр типов заданий по сложности, а также варьировать количество заданий в одном *Семинаре*.

Использованию LMS Moodle также способствовали такие факторы, как бесплатность системы, открытый исходный код, наличие локализации для русскоязычных пользователей, популярность в России [7].

Применение LMS Moodle при взаимопроверке

Для реализации взаимопроверки в LMS Moodle присутствует модуль курса *Семинар*, с помощью которого можно внедрить технологию взаимопроверки в процесс обучения. *Семинар* в LMS Moodle — это гибкий, функциональный модуль для проектирования такого вида занятий, где каждый студент не только выполняет собственную работу, но и оценивает результаты работы других студентов [8]. Однако, по мнению автора пособия [8], *Семинары*, предоставляя большое разнообразие вариантов использования, являются самым сложным элементом курса в настройке и управлении.

Для использования модуля *Семинар* определена последовательность действий, которую должны выполнить для планирования и управления процессом

обучения преподаватель, а затем в процессе обучения и студенты. Эти действия можно иллюстрировать изображением страницы модуля в системе Moodle, представленном на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, в процессе взаимодействия с модулем *Семинар* выделяются пять фаз [9]. Рассмотрим фазы подробнее.

1. **Фаза настройки.** Происходит описание основных правил и критериев, которыми должны будут руководствоваться студенты. После чего преподаватель должен разместить задания, которые нужно будет выполнять студентам. При этом стоит отметить, что преподаватель может обозначить даты прохождения всех заданий студентами сразу, а в дальнейшем вносить коррективы в случае необходимости.

При создании *Семинара* необходимо устанавливать ряд параметров. В частности, следует указать стратегию оценивания (форму и методы оценивания), способ вычисления оценки за работу, оценку за оценивание, добавить инструкции для проверяющего, включая примеры выполнения работы. Кроме этого, необходимо отметить настройки обязательности загрузки файлов выполненной работы для проверки, указать теги, количество проверяющих и др. Отдельной задачей является указание критериев оценивания, их весов и баллов для оценивания.

2. **Фаза представления работ.** Студенты должны предоставить выполненные работы, загрузив их в систему. После этого происходит распределение работ для проверки между студентами. В зависимости от настроек *Семинара* распределение может происходить как случайным образом, так и осуществляться вручную преподавателем. Количество работ для взаимопроверки также должно быть обозначено заранее при создании рассматриваемого элемента курса.
3. **Фаза оценивания.** В режиме экспертной оценки обучающиеся осуществляют рецензирование присланных работ. В этой фазе предполагается формирование двух оценок обучающегося, первая за выполненную работу, которую он загрузил в систему, и вторая за оценивание в качестве рецензента.

Стоит отметить, что преподаватель может вручную переоценить работу студента или участвовать в качестве дополнительного рецензента.

4. **Фаза оценивания оценок.** Устанавливаются параметры для вычисления результатов за оценивание полученных работ. Основная задача на этом этапе — рассчитать итоговые оценки для представленных материалов и оценок, а также

обеспечить обратную связь для авторов и рецензентов. Также устанавливаются параметры отображения материалов в следующей фазе.

5. **Фаза закрытия семинара.** Эта фаза завершает выполнение взаимопроверки работ. Отображаются результаты взаимопроверки, а также оценка за оценивание. Студенты могут просматривать как присланные материалы, так и результаты оценивания другими студентами.

Очевидно, что при всех положительных возможностях модуля *Семинар* действия преподавателя для организации взаимопроверки по курсу занимают достаточно много времени, что часто останавливает преподавателей от использования такой технологии, как взаимопроверка работ студентов в своей преподавательской деятельности.

Это приводит к ситуации, когда в условиях необходимости внедрения новых деятельных, развивающих форм, средств и методов обучения и контроля результатов обучения, преподаватели отказываются от использования такого средства автоматизации взаимопроверки, как *Семинар* в LMS Moodle в силу существенных временных и трудовых затрат. Следовательно, становится актуальным вопрос оптимизации процесса создания модуля *Семинар*.

Плагины автоматизированной генерации заданий Семинаров в LMS Moodle

Одним из решений автоматизации организации взаимопроверки является инструмент резервного копирования в LMS Moodle путем экспорта и последующего импорта данных в файлах.mbz. При этом следует отметить следующие особенности:

- ♦ необходимо после импорта экземпляра экспортированного ранее *Семинара* вносить изменения, в частности, исходного задания, инструкций по выполнению заданий и критериев оценивания, а также соответствующих файлов медиаданных (например, образцы корректного выполнения работы, инструкции по проверке заданий при взаимопроверке, трактовку критериев и т.д.);
- ♦ преподавателю необходимо оценивать степень схожести созданных *Семинаров* по соответствующей тематике, количество критериев оценивания и т.д.

Таким образом, несмотря на то, что указанный подход способен оптимизировать процесс создания заданий для взаимопроверки. Он также не снимает в полной мере актуальность вопроса оптимизации временных затрат на создание заданий для взаимопроверки.

Название поля	Тип поля	Обязательно	Описание поля
Название	Текстовое поле	Да	Название задания
Описание	Текстовая область	Да	Описание семинара
Исходные материалы	Поле «Файл»	Да	Файл, который необходимо ...
Инструкция	Текстовая область	Да	Общие указания по оценке ...
Образец	Поле «Файл»	Да	Привер выполнения работы с ...

Рис. 2. Поля базы данных «Задания»

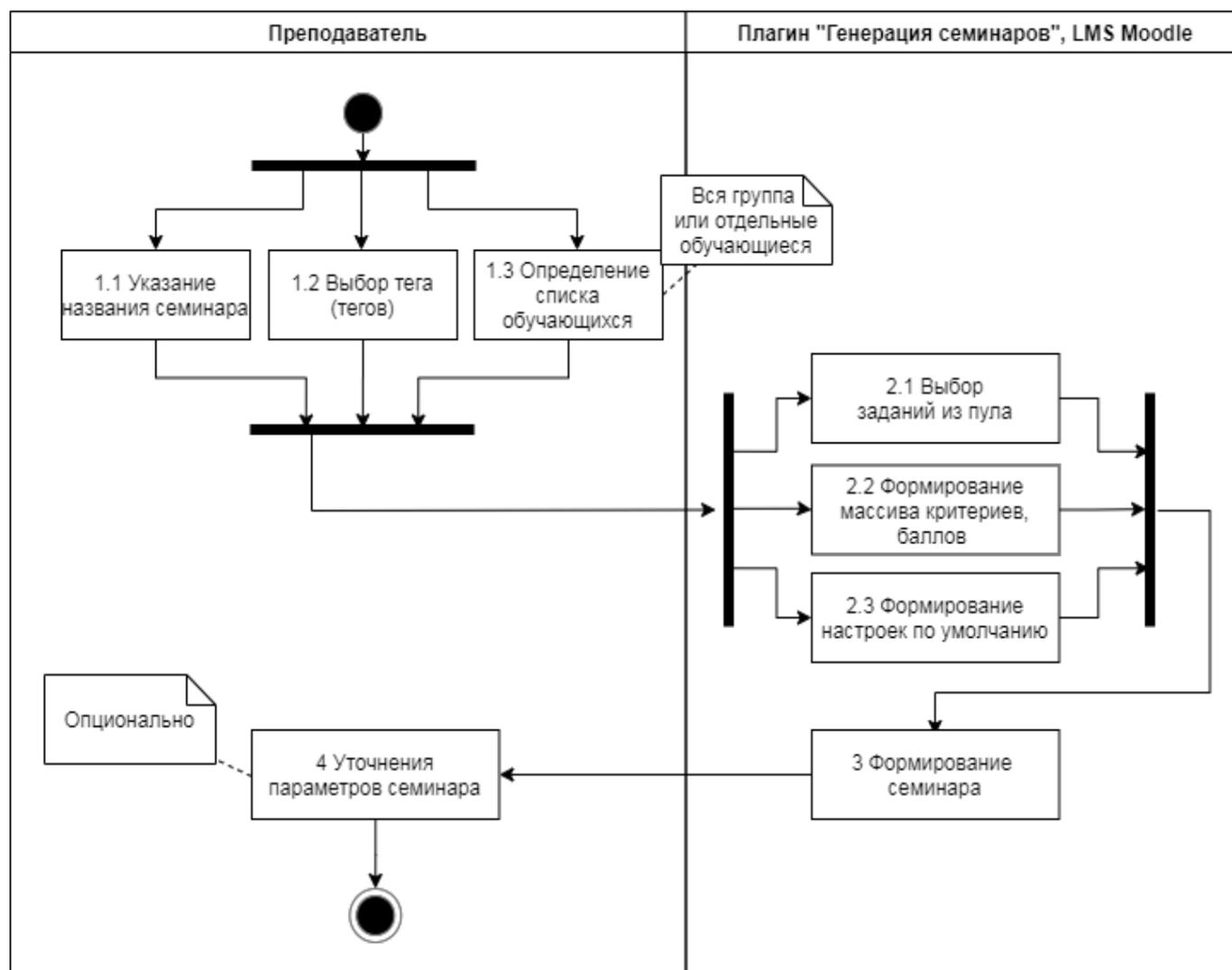


Рис. 3. Диаграмма активности плагина автоматизированной генерации задания Семинара

Наименование семинара

▼ Теги

Теги

▼ [Управлять стандартными тегами](#)

▼ Студенты

Область поиска

▼

Рис. 4. Интерфейс плагина «Генерация семинаров»

Для решения проблемы оптимизации процесса создания модулей *Семинар* предлагается использовать альтернативный подход — разработка плагина автоматизированной генерации *Семинаров* в LMS Moodle.

В ходе исследования был спроектирован и реализован плагин для LMS Moodle, позволяющий автоматизировать процесс создания *Семинаров* на основе загруженных ранее данных.

В основе работы плагина, автоматизирующего создание модулей *Семинар* и распределение заданий для взаимопроверки, лежит понятие «тег». Под тегом рассматривается условное обозначение типичных задач в рамках выполнения задания, направленных на приобретение возможности осуществлять необходимое действие, не делая ее выполнение своей сознательной целью [10].

В частности, в статье [10] указано, что использование тегов в заданиях и описаниях подзадач позволяет:

- ◆ выявлять пробелы в знаниях и умениях студента,
- ◆ исключать повторения действий, которые освоены и не вызывают сложности в их выполнении обучающимися,
- ◆ определять сочетания типичных задач, которые вызывают затруднения в освоении,
- ◆ в несколько раз снизить затрачиваемое преподавателем время на разработку задания и критериев оценивания и др.

Для работы плагина были созданы две базы данных (с использованием соответствующего стандартного элемента LMS Moodle) «Критерии» и «Задания». База данных «Критерии» содержит такие поля, как тег, описание критерия, инструкция для выполнения соответствующих заданий модуля *Семинар*, инструкции для оценивающих, максимальная оценка, вес и файл с дополнительной информацией. Структура базы данных «Задания» и ее отображение в LMS Moodle представлена на рисунке 2.

На рисунке 3 представлена диаграмма активности автоматизированного создания заданий плагином «Генерация семинаров» LMS Moodle.

Как представлено на рисунке 3, на этапах 1.1–1.3 необходимо указать название *Семинара*, теги, по которым будет проводиться поиск в базах данных «Задания» и «Критерии», а также выбрать из числа обучающихся, записанных на курс, тех, кому будет доступен этот *Семинар*. В случае, если не выбран ни один из студентов, созданный *Семинар* будет доступен всем обучающимся курса.

Пример заполненной формы представлен на рисунке 4.

С целью индивидуализации образовательного процесса создание заданий проводится на основе результатов, продемонстрированных обучающимся ранее. Так

в плагине «Генерация семинаров» реализована функциональная возможность отображения статистических данных по выполнению заданий *Семинаров* по соответствующим тегам. В частности, по каждому обучающемуся на курсе доступны следующие данные по каждому тегу:

- ◆ количество работ, выполненных обучающимся,
- ◆ максимальное количество баллов, которое можно было набрать в выполненных работах в результате взаимопроверки,
- ◆ количество набранных баллов в ходе взаимопроверки,
- ◆ процентное отношение набранных баллов к теоретически возможному значению суммы баллов,
- ◆ вес тега.

На этапах 2.1–2.2, указанных на рисунке 3, происходит выбор исходных данных для создаваемого модуля *Семинар* в соответствии с указанными тегами. Поиск осуществляется по тегам LMS Moodle, которые отмечены как стандартные. Выбор студентов, для которых происходит подбор заданий, происходит с помощью соответствующего механизма LMS Moodle, а ограничение доступа осуществляется по адресу электронной почты обучающегося.

Например, исходные данные для обучения оформлению текстовой учебной документации (например, отчетов по НИР) могут быть представлены в виде файлов docx, в которых может требоваться восстановить и/или исправить форматирование элементов. В этих текстовых документах могут содержаться задания, соответствующие различным тегам. В этом случае обучающемуся предоставляется один из файлов с исходным заданием по указанным тегам, а в инструкции к выполнению автоматически указывается, какие действия необходимо выполнить.

На этапе 2.3 происходит определение значений *Семинара* по умолчанию.

После этого происходит генерация элемента модуля *Семинар* с учетом указанных ранее параметров (этап 3 на рисунке 3). На завершающем этапе преподаватель имеет возможность при необходимости внести коррективы в параметры по умолчанию, например, временно скрыть элемент от обучающихся, указать даты основных фаз, задать параметры группового режима, предоставить дополнительную информацию по выполнению и оцениванию работ и т.д.

Стоит отметить, что предлагаемый плагин целесообразно применять в случае, когда заранее определены типовые параметры *Семинара*, а также заранее сформирован пул заданий с указанием соответствующих тегов и критериев оценивания с указанием тега, веса, баллов при оценивании.

Таким образом, разработанный плагин позволяет сократить время преподавателя, затрачиваемое на рутинную работу за счет заранее предустановленных параметров и определенных тегов. При этом преподаватель работает со стандартными средствами LMS Moodle и в привычном интерфейсе.

Заключение

Показано, что взаимопроверка студенческих работ является перспективной и актуальной технологией организации процесса обучения в условиях распространения и повышения значимости дистанционного и смешанного обучения. Взаимопроверка является предпочтительным способом проверки работ студентов, когда работ очень много, и когда возможна автоматизация этого процесса.

Раскрыта необходимость автоматизации рутинных и требующих существенных временных затрат действий по организации взаимопроверки работ обучающихся.

В качестве средства, позволяющего снизить временные затраты преподавателя и упростить его работу по организации взаимопроверки в модуле *Семинар* LMS Moodle, предложен плагин. Использование разработанного плагина позволяет:

1. создавать *Семинары* с заранее предустановленными параметрами, указав только теги, по которым происходит подбор задания;
2. создавать *Семинары* с возможностью устанавливать обучающихся или группу обучающихся, для которых подобранное задание будет актуальным;
3. изменять стандартными средствами LMS Moodle параметры созданных *Семинаров*.

При этом работа по настройке параметров, добавлению данных ведется с использованием стандартных элементов курса *База данных* и *Семинар*, а интерфейс разработанного плагина соответствует интерфейсу LMS Moodle.

Разработанный плагин готов к внедрению, с его помощью можно:

- ◆ оптимизировать деятельность преподавателя за счет сокращения количества рутинных действий,
- ◆ экономить ресурсы на создание подзадач и критериев оценки,
- ◆ определять более точно выбор соответствующих актуальных заданий,
- ◆ минимизировать ошибки в процессе подготовки заданий для обучающихся.

ЛИТЕРАТУРА

1. Trautmann, N. M. Interactive learning through web-mediated peer review of student science reports. *Educational Technology Research and Development*, 2007. 57(5), 685–704.
2. Гоголь А.А., Томашевич С. В., Красов А. В., Сетевой метод взаимопроверки знаний студентов // Материалы X всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции. — 2008. — С. 222–226.
3. Смирнова О.Б., Приходько М. А., Долгова Л. В. Об организации взаимопроверки в условиях промежуточного контроля по математике // Актуальные вопросы образования и науки. — 2019. — № 2. — С. 55–58.
4. L. de Alfaro and M. Shavlovsky. CrowdGrader: A tool for crowdsourcing the evaluation of homework assignments. In *Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education*, pages 415–420. ACM, 2014.
5. Информационные и коммуникационные технологии в образовании: монография / Под редакцией Бадарча Дендева. М.: ИИТО ЮНЕСКО, 2013.
6. Лесин С.М., Махотин Д. А. MOOC как современная технология организации смешанного обучения // *Интерактивное образование*. 2018, № 1–2, С. 25–34.
7. Дронова Е. Н. Технологии дистанционного обучения в высшей школе: опыт и трудности использования // *Преподаватель XXI Век* — 2018. — № 3–1. — С. 23–34
8. Анисимов А. М. Работа в системе дистанционного обучения Moodle. Учебное пособие. — Харьков, ХНАГХ, 2008. — 275 стр. С. 117–127.
9. Using Workshop — Moodle docs: [сайт]. URL: https://docs.moodle.org/38/en/Using_Workshop (дата обращения 12.06.20).
10. Насыров Н.Ф., Кобец Е. А., Горлушкина Н. Н. Автоматизированная генерация учебных подзадач на основе методики тегов и критериев // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки»* — 2020. — № 3. — С. 102–107

© Насыров Наиль Фаизович (pasdel@mail.ru), Горлушкина Наталия Николаевна (nagor.spb@mail.ru),
Валитова Юлия Олеговна (julijawal@gmail.com), Тартынских Петр Сергеевич (tartynskikh.ps@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



DOI 10.37882/2223–2966.2020.08.24

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И МЕХАНИЗМОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

DEVELOPMENT OF SPECIAL SOFTWARE FOR MANAGEMENT SYSTEMS AND DECISION MAKING MECHANISMS IN ORGANIZATIONAL SYSTEMS IN ORDER TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF THEIR FUNCTIONING

**M. Polenok
S. Bondarenko
O. Kazakov
O. Yurkova**

Summary. Informatization has not spared such services as hotel complexes. This is an area of activity that is more managerial than economic in nature, since it is necessary to optimize the work of managers and bartenders. The relevance of the project is based on the development and implementation of an automated accounting and analytical system of the hotel complex, which will determine the successful implementation of a high-quality tourist product to the consumer and will be one of the main sources of functioning of the tourist enterprise. The hotel business closely interacts with many other industries and contributes to their development, and therefore is of great interest to the economy of the state as a whole. Improving the quality of service is impossible without the development, implementation and operation of modern automation systems. Therefore, we have developed special software to improve the efficiency of management systems and decision-making mechanisms in organizational systems-accounting and analytical system of the hotel complex, which meets all the requirements, which is confirmed by the test result.

Keywords: accounting and analytical system, special software, management systems, operational efficiency.

Поленок Максим Викторович

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»
polenok.maksim.2001@mail.ru

Бондаренко Сергей Владимирович

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»
Bondrenkoseregabondarenko576@gmail.com

Казakov Олег Дмитриевич

К.э.н., ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»
kod8383@mail.ru

Юркова Ольга Николаевна

К.э.н., ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»
yurkova_olga@mail.ru

Аннотация. Информатизация не обошла стороной и такую сферу услуг как гостиничные комплексы. Эта сфера деятельности, которая имеет более управленческий характер, нежели экономический, поскольку необходимо оптимизировать работу менеджеров и барменов. Актуальность проекта построена на разработке и внедрении автоматизированной учетно-аналитической системы гостиничного комплекса, что предопределяет успешную реализацию качественного туристского продукта потребителю и явится одним из главных источников функционирования туристического предприятия. Гостиничный бизнес тесно взаимодействует со многими другими отраслями и способствует их развитию, а потому представляет большой интерес для экономики государства в целом. Повышение качества обслуживания невозможно без разработки, внедрения и функционирования современных систем автоматизации деятельности. Поэтому нами разработано специальное программное обеспечение для повышения эффективности функционирования систем управления и механизмов принятия решений в организационных системах — учетно-аналитическая система гостиничного комплекса, которая отвечает всем поставленным требованиям, что подтверждается результатом тестирования.

Ключевые слова: учетно-аналитическая система, специальное программное обеспечение, системы управления, эффективность функционирования.

Введение

На сегодняшний день очень трудно представить жизнь без вычислительной техники. Использование ЭВМ настолько велико, что очень сложно назвать область, где не применялось бы ЭВМ. В настоящий момент ЭВМ широко используются в таких сферах деятельности, как: сельское хозяйство, строительство, промышленность, бизнес, образование и т.д. Она заменяет большую часть рутинной работы, повышает ее эффективность, а также играет большую роль в развитии науки.

Информатизация не обошла стороной и такую сферу услуг как гостиничные комплексы. Эта сфера деятельности имеет более управленческий характер, нежели экономический. В ней необходимо оптимизировать работу менеджеров, которые постоянно ведут учёт номеров и клиентов, а также барменов. Поэтому, разработка и внедрение автоматизированной учетно-аналитической системы гостиничного комплекса повлечет за собой успешную реализацию качественного туристического продукта и станет одним из главных источников функционирования туристического предприятия.

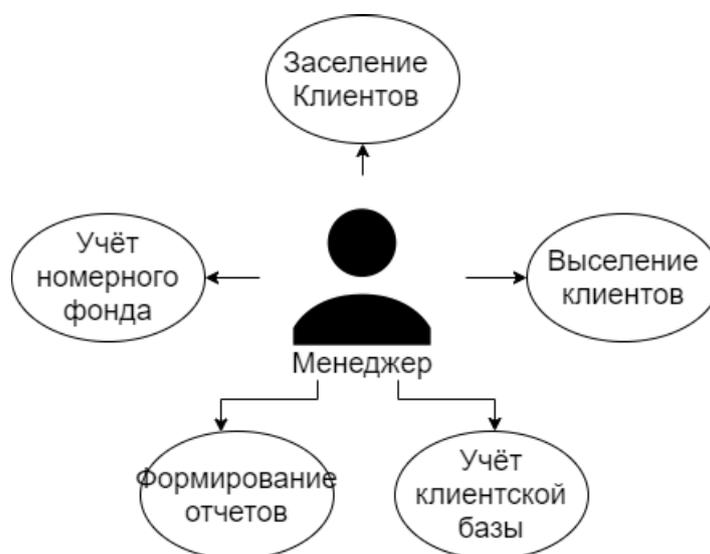


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования для автоматизированного рабочего места менеджера

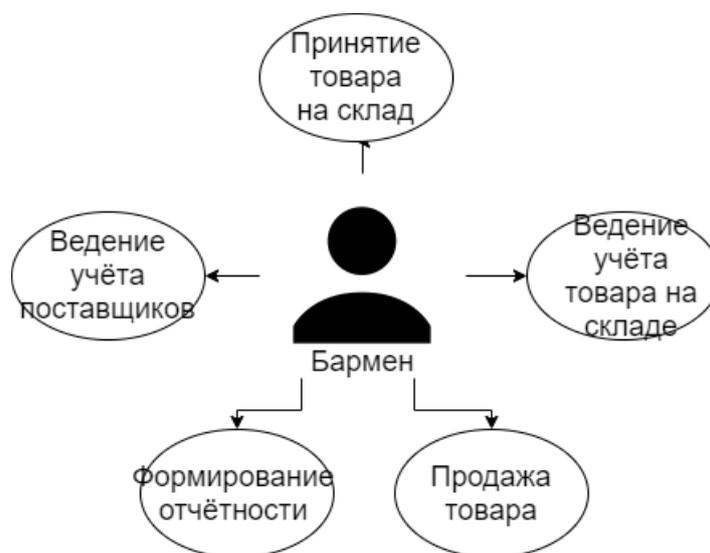


Рис. 2. Диаграмма прецедентов для бармена

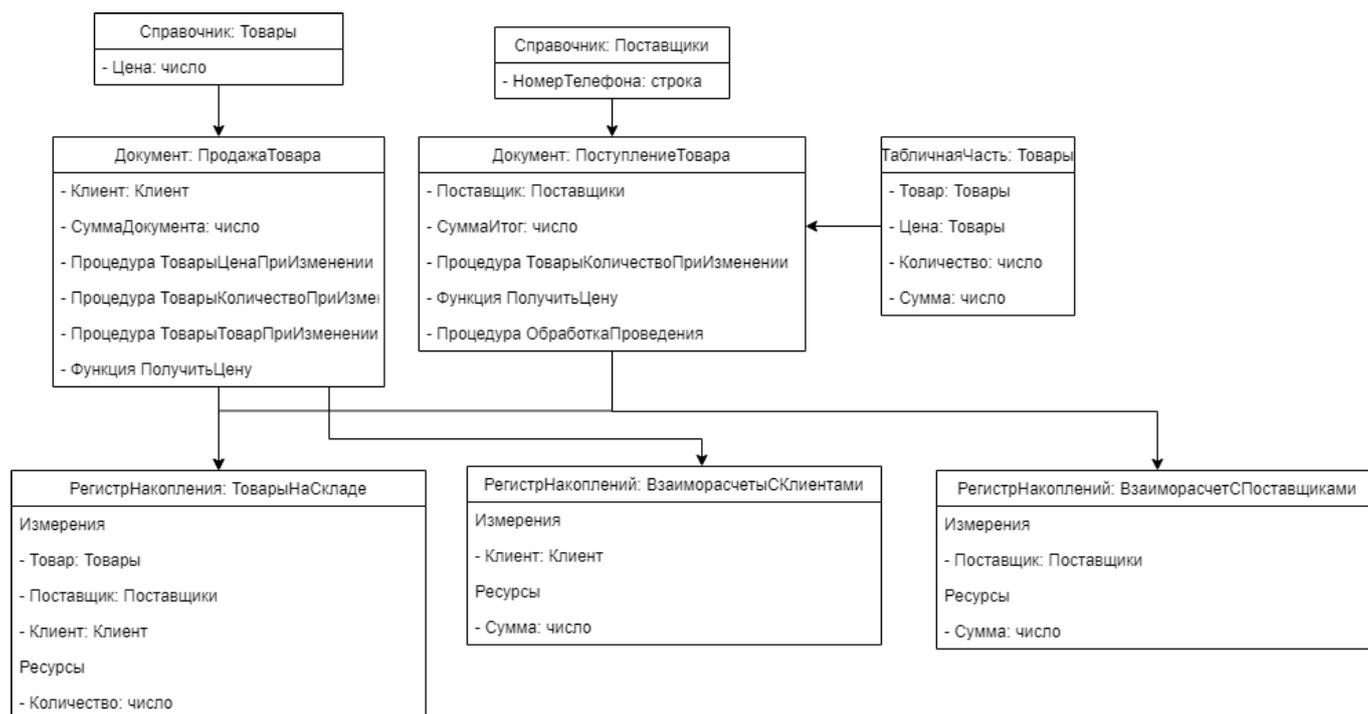


Рис. 3. Диаграмма классов UML для подсистемы бармен

Анализ процессов учета и планирования гостиницы

С каждым годом люди всё больше начинают путешествовать совершенно по разным причинам. Это может быть отпуск, командировка, свадебное путешествие и т.д. В связи с этим гостиничный бизнес набирает обороты. Его основная задача — это работа с клиентами и номерами.

В гостиничном комплексе работает разный персонал, у каждого из них свои обязанности. Менеджер заселяет клиентов, подбирает им номера, в зависимости от их запросов. Бармен является ответственным за барную стойку, предлагает коктейли, развлекает гостей, ведет учёт товаров и поставщиков. Также есть и другие сотрудники — это гардеробщик, начальник охраны, охранник, уборщик, повар, аналитик и т.д. Все они имеют свой набор функций, который обеспечивает полный и качественный комплекс услуг за короткий период времени.

Выбор средств разработки

Для реализации учетно-аналитической системы гостиничного комплекса будем использовать технологическую платформу «1С: Предприятие 8». Она представляет собой платформу и программные продукты, которые разработаны на ее основе для ведения учета, например «1С: Бухгалтерия 8». Особенностью является то, что платформа одна, а автоматизировать на ней можно дея-

тельность разных компаний и направлений бизнеса. Для этого нужно при необходимости докупить соответствующие конфигурации программ и интегрировать их.

Проектирование функциональной модели

Для разработки учетно-аналитической системы гостиничного комплекса необходимо построить функциональные модели, в которых будут отражаться основные процессы деятельности гостиничного комплекса.

Диаграмма вариантов использования для автоматизированного рабочего места менеджера представлена на рисунке 1.

Также необходимо построить диаграмму прецедентов для бармена (рис. 2).

Проектирование состава объектов конфигурации

Система автоматизации гостиничного комплекса разработана на платформе «1С: Предприятие 8», с использованием основных объектов конфигурации.

Схемы проектируемых объектов конфигурации для бармена и менеджера представлены в виде диаграмм классов UML на рисунках 3 и 4 соответственно.

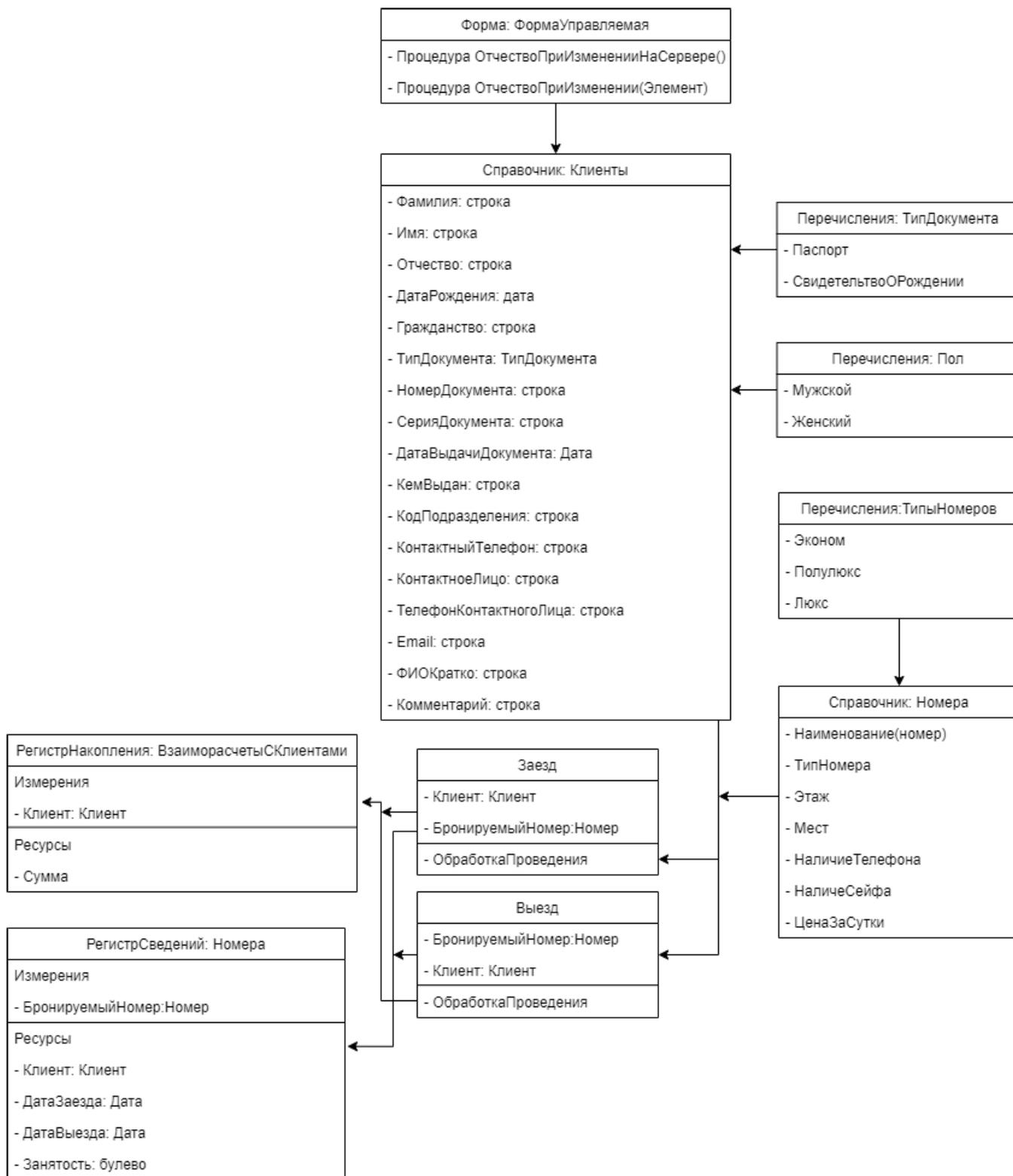


Рис. 4. Диаграмма классов UML для подсистемы менеджера

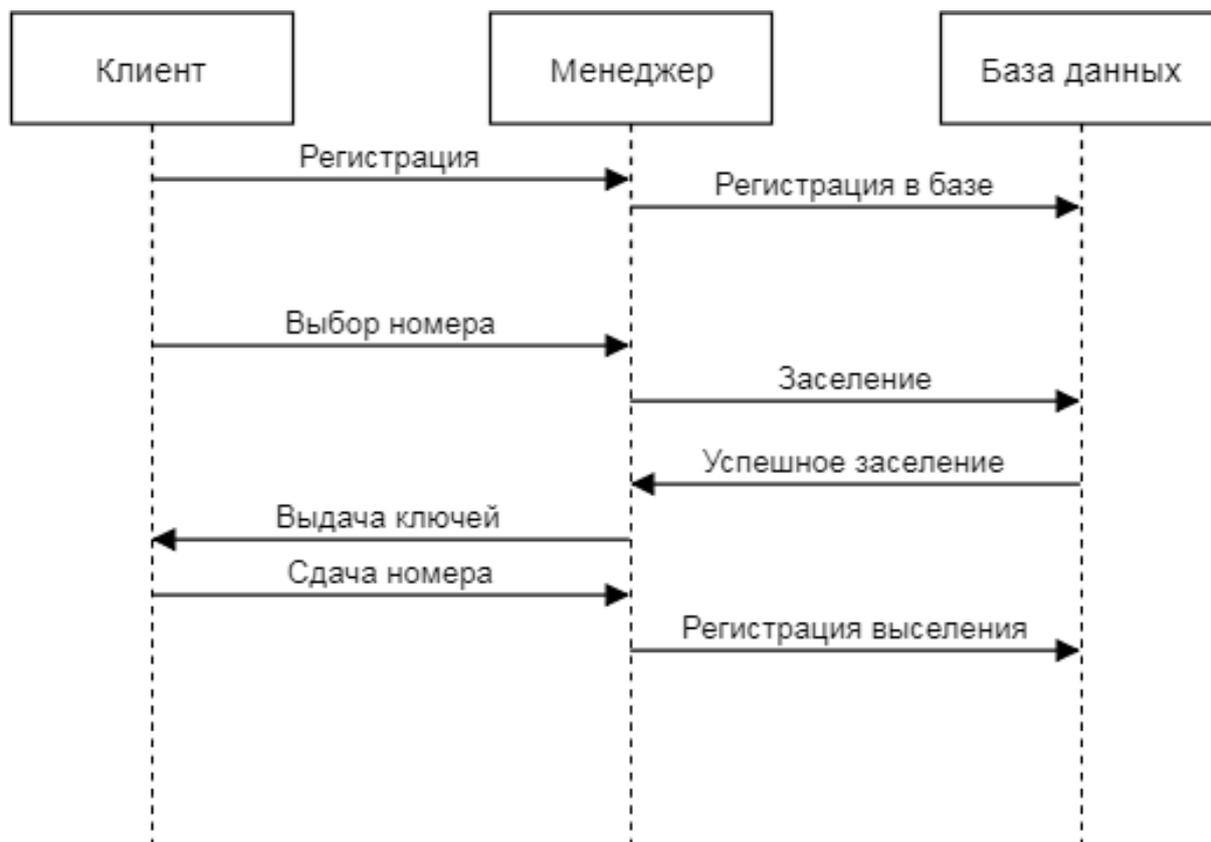


Рис. 5. Структура и взаимосвязи основных объектов для менеджера

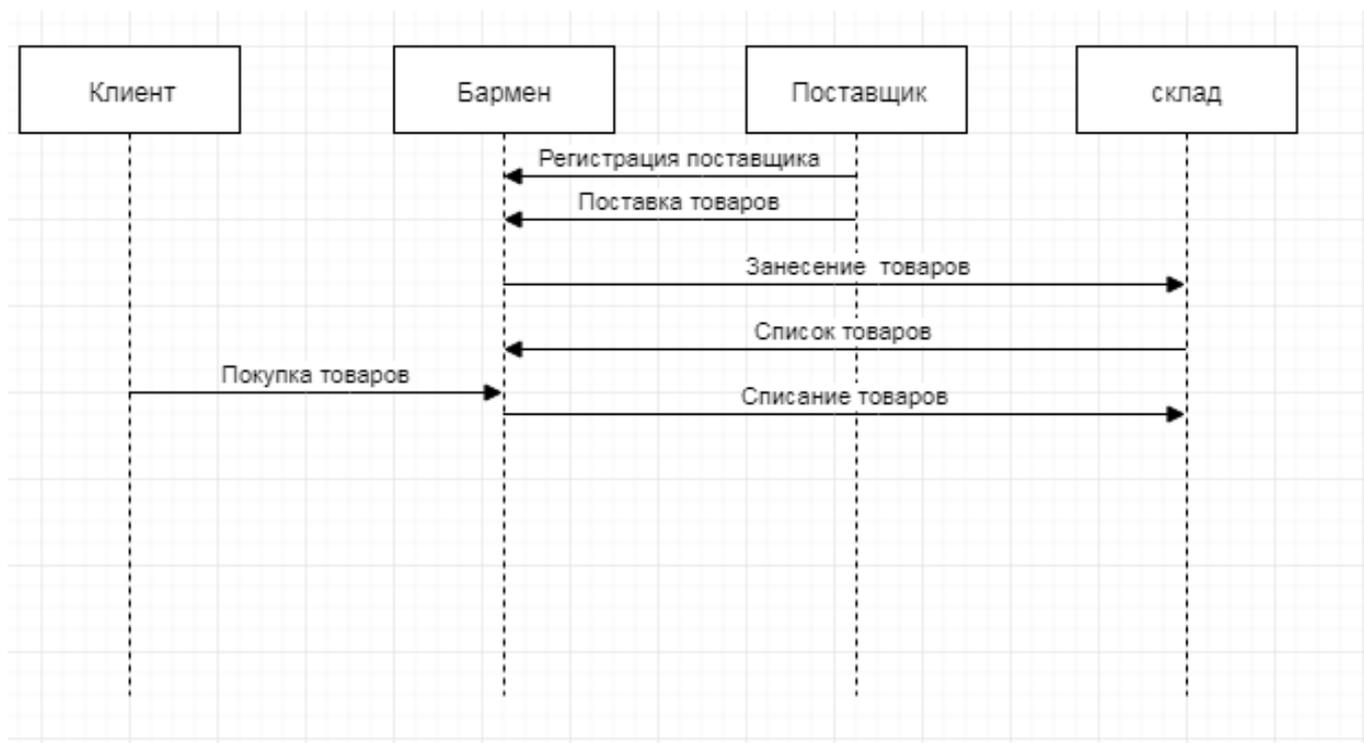


Рис. 6. Структура и взаимосвязи основных объектов для бармена

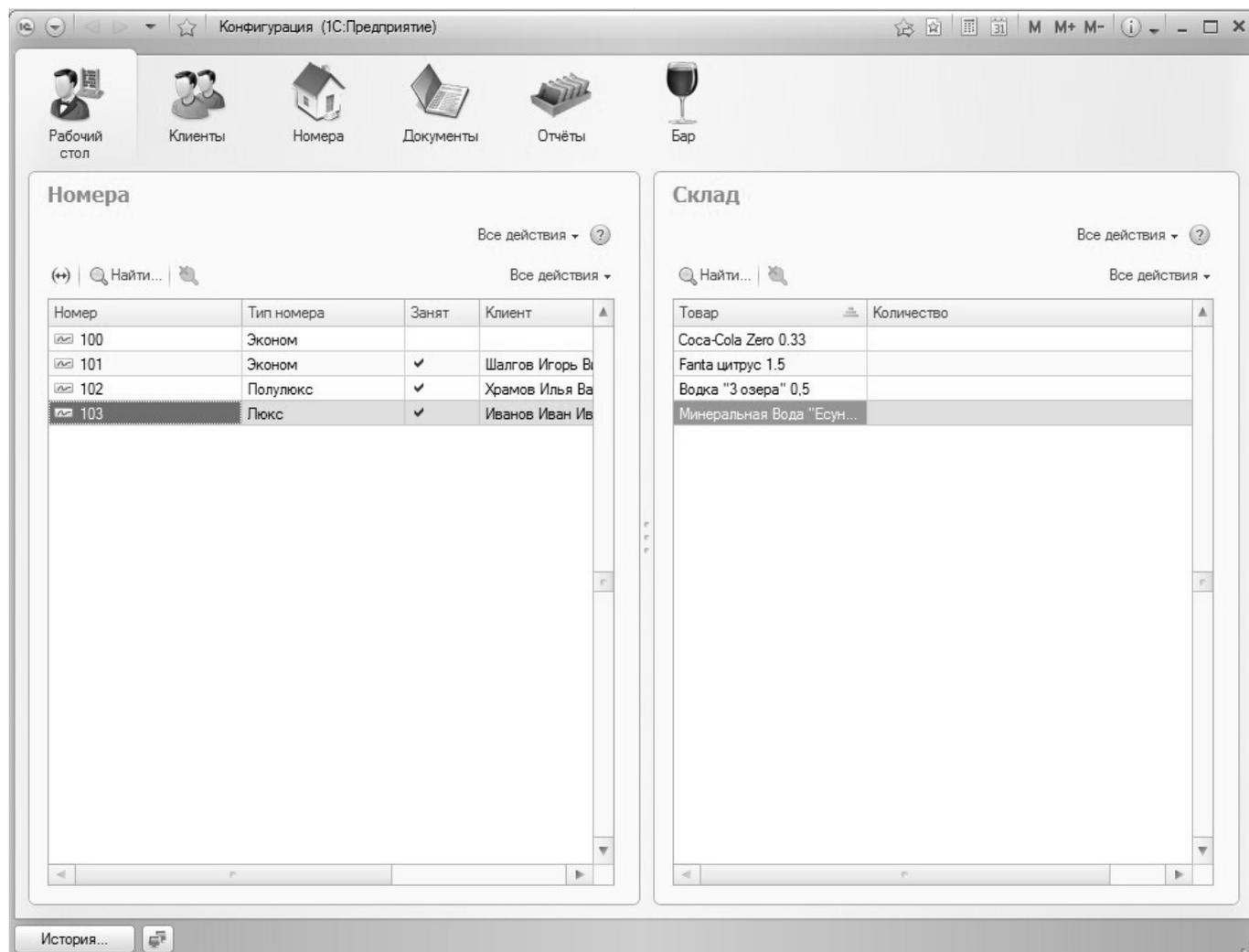


Рис. 7. Рабочий стол

Проектирование взаимодействия объектов системы

Для отражения отношений между объектами необходимо построить диаграмму взаимодействия.

Данный вид диаграмм отражает следующие аспекты проектируемой системы:

- ◆ обмен сообщениями между объектами (в том числе в рамках обмена сообщениями со сторонними системами);
- ◆ ограничения, накладываемые на взаимодействие объектов;
- ◆ события, инициирующие взаимодействия объектов.

Реализация объектов конфигурации

В ходе разработки учетно-аналитической системы гостиничного комплекса были разработаны следующие объекты:

1. Документы «Поступление товара» и «Продажа товара».
2. Регистр накопления «Товары на складе» на основании документов «Поступление товара» и «Продажа товара».
3. Регистр накопления «Продажи» на основании документа «Продажа товара».
4. Регистр накопления «Взаиморасчёты с поставщиками» на основании документа «Поступление товара».
5. Документы «Выселение» и «Заезд».
6. Общая форма «Склад».
7. Общая форма «Номера».
8. Регистр сведений «Номера» на основании документов «Выселение» и «Заезд».
9. Отчет «Товары» на основе регистра накопления «Товары на складе».
10. Отчет «Отчёт по номерам» на основании регистра сведений «Номера».

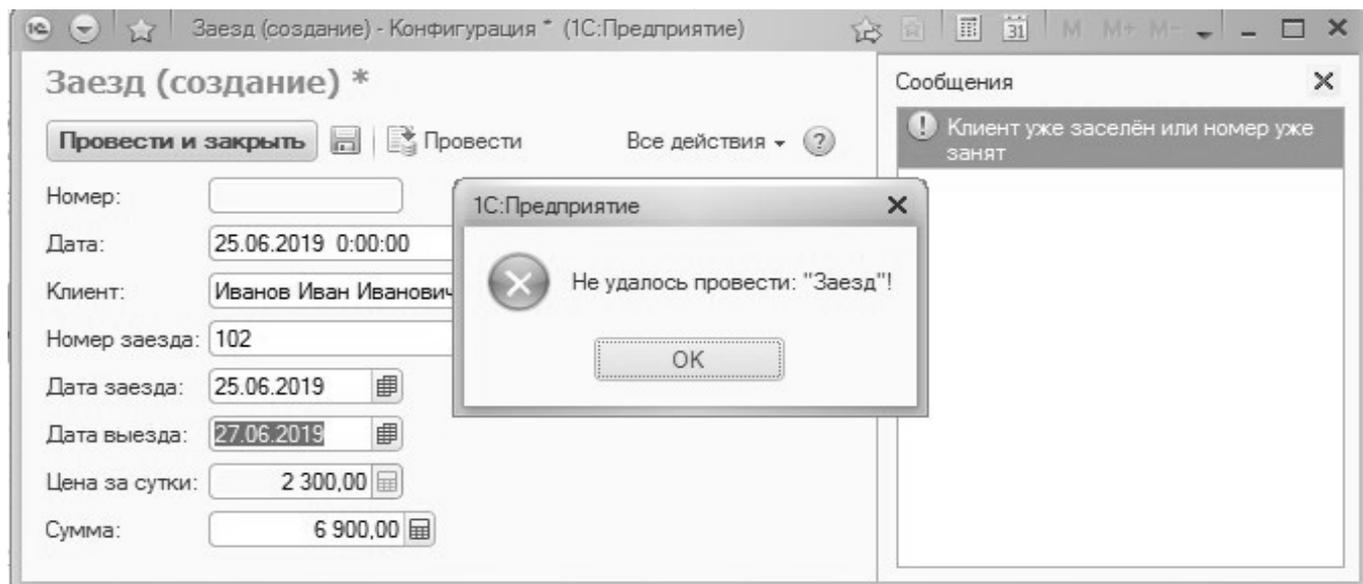


Рис. 8. Ошибка при проведении

Тестирование

Благодаря тестированию программного продукта можно определить уровень качества ПО. Эта проверка должна указать на встретившиеся ошибки, а так же дать понять, соответствует ли данная учетно-аналитическая система гостиничного комплекса тем требованиям, которые были поставлены.

Рабочая область раздела «Рабочий стол» состоит из двух общих форм: «Номера» и «Склад» (рис. 7). Данные формы предназначены для вывода информации на данный момент времени. На них размещены динамические списки с произвольными запросами, благодаря которым и выводиться актуальная информация.

Для заселения клиента в номер необходимо перейти в подсистему «Документы», нажать на «заезд». Далее нужно создать и заполнить форму, нажать на кнопку «Провести и закрыть». Если номер занят или клиент уже ранее заселился в любой другой номер, то при попытке провести документ выскочит сообщение и проведение не выполниться (рис. 8).

Чтобы выселить клиента необходимо провести документ «Выселение». Для этого нужно перейти в подсистему «Документы», выбрать «Выселение», затем создать и заполнить появившуюся форму.

При поступлении товара нужно провести документ, чтобы это сделать необходимо перейти в подсистему «Бар», нажать на «Поступление товара», а затем создать и заполнить форму.

При продаже товара необходимо провести документ «Продажа товара». Для этого перейти в подсистему «Бар» и выбрать «Продажа товара», после чего создать и заполнить появившуюся форму. Если указанное количество товара в документе превышает имеющееся на складе, то проведение не удастся и появиться сообщение с подсказкой.

По внесённым в информационную базу данным можно получить отчёты. Они находятся в соответствующей подсистеме. Чтобы сформировать такие отчеты как: «Отчет по номерам», «Продажи» и «Товары», необходимо нажать на кнопку «Сформировать». После чего на экран выведутся данные по этим отчётам.

Заключение

Разработанная учетно-аналитическая система гостиничного комплекса предназначена для обеспечения комфортной работы менеджера-бармена. Внедрение данной системы управления и механизмов принятия решений для управления гостиничным комплексом обеспечит:

- ◆ ускорение процесса передачи информацией;
- ◆ эффективный поиск информации;
- ◆ быстрый доступ ко всей информации о номерах, клиентах и т.д.;
- ◆ возможность формирования отчетов;
- ◆ замена бумажных носителей.

Программы аналоги не являются конкурентами разработанному продукту, так как он не перегружен лишними функциями, требует меньших затрат ресурсов, подходит

как для больших компаний, так и для малых. Помимо этого он не нуждается в особой подготовке пользователей, поскольку обладает интуитивно-понятным интерфейсом

и мощным пользовательским функционалом. Функциональные требования создавались на основе анализа преимуществ и недостатков программ-аналогов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков Ю. Ф. Введение в гостиничный и туристический бизнес: Учебное пособие. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2004—348 с.
2. Юркова О.Н., Голикова А. М., Сологубов А. К. Подходы к разработке специального программного обеспечения систем управления принятия решений в социальных и экономических системах в условиях неопределенности и нечеткости исходной информации. // Высокие технологии и инновации в науке: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции (Санкт-Петербург, Ноябрь 2018). — СПб.: ГНИИ «Нацразвитие», 2018. — С. 133–138
3. Ажеронок В. Профессиональная разработка в системе «1С: Предприятие 8»: в 2 т. — 2-е изд. -М.:1С-Паблишинг, 2012–2800с.
4. Радченко М. 1С: Предприятие 8.2. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приёмы — М.: 1С-Паблишинг, 2009–965с.
5. Михалева О. М. Стратегический менеджмент. Теория принятия стратегических решений / О. М. Михалева, И. А. Матюшкина. — Москва: LAP Lambert Academic Publishing RU, 2020. — 205 с.

© Поленок Максим Викторович (polenok.maksim.2001@mail.ru), Бондаренко Сергей Владимирович (Bondrenkoseregabondarenko576@gmail.com), Казаков Олег Дмитриевич (kod8383@mail.ru), Юркова Ольга Николаевна (yurkova_olga@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАНОВ ДЕЙСТВИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

THE STRUCTURE OF THE ALGORITHM OF FORMATION OF PLANS FOR COMBAT OPERATIONS DURING RESCUE OPERATIONS IN EMERGENCIES

N. Rozhkova

Summary. The formation of combat action plans during emergency rescue operations (ASR) is carried out on the basis of an algorithm that combines ontological modeling of the subject area with an algorithm for generating combat action plans.

Keywords: ontological modeling, rescue operations, plan generation algorithm.

Рожкова Наталья Владимировна

Адъюнкт, Академия Государственной
противопожарной службы МЧС России
nvr9@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена формированию планов боевых действий при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР), которое осуществляется на основе алгоритма, объединяющего онтологическое моделирование предметной области с алгоритмом генерации планов боевых действий.

Ключевые слова: онтологическое моделирование, аварийно-спасательные работы, алгоритм генерации планов.

Введение

Наибольшее напряжение в управлении деятельностью по организации ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) создается в первые часы и даже минуты с момента их возникновения. Гарантия своевременности и полноты выполнения всех необходимых мероприятий достигаются заблаговременной разработкой типовых алгоритмов действий руководителей ликвидацией чрезвычайных ситуаций (РЛЧС) и привлекаемых к ликвидации ЧС подразделений Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС). Однако, при возникновении чрезвычайных ситуаций в условиях ограниченного времени и быстро меняющейся оперативно-тактической обстановки, складывающейся на месте ЧС, требуется привязка ранее разработанных типовых алгоритмов действий к конкретным объектам, местности, времени, имеющимся в наличии сил и средств РСЧС.

Принцип формирования алгоритма

Аварийно-спасательные и другие неотложные работы (АСДНР), проводимые на месте ЧС, характеризуются большим объемом и ограниченностью времени на их проведение, сложностью оперативно-тактической обстановки и предельным напряжением сил всего привлеченного личного состава РСЧС. Планирование боевых действий при проведении АСДНР осуществляется на основе управленческих решений руководителя лик-

видацией чрезвычайных ситуаций (РЛЧС). При этом разрабатывается тактический план боевых действий при проведении АСДНР. На данном этапе производится дополнение онтологической модели данной предметной области (ПРО) с алгоритмом генерации проектов планов боевых действий.

При этом учитываются:

- ◆ характеристика оперативной обстановки на текущий момент времени, то есть значения атрибутов объектов ПРО, обобщений, процессы, события и действия оперативных групп (ОГ) территориальных подразделений МЧС России;
- ◆ множество целей, которые могут быть поставлены перед ОГ в данной обстановке;
- ◆ определение порядка приоритета достижения целей.

В районе возникновения ЧС оперативная обстановка динамически изменяется. Поэтому разработанные планы могут существенно устаревать. Для их быстрого обновления, необходимо постоянно обновлять рабочую память планировщика системы поддержки принятия решений. Обновление рабочей памяти должно занимать минимальное время. Для этого необходим алгоритм, позволяющий автоматически или с участием РЛЧС выполнять функцию прогнозирования состояния оперативной обстановки в районе ЧС на текущий момент времени. Логическая связь, объединяющая онтологическую модель с алгоритмом генерации управляющих решений, приведена на рисунке 1.

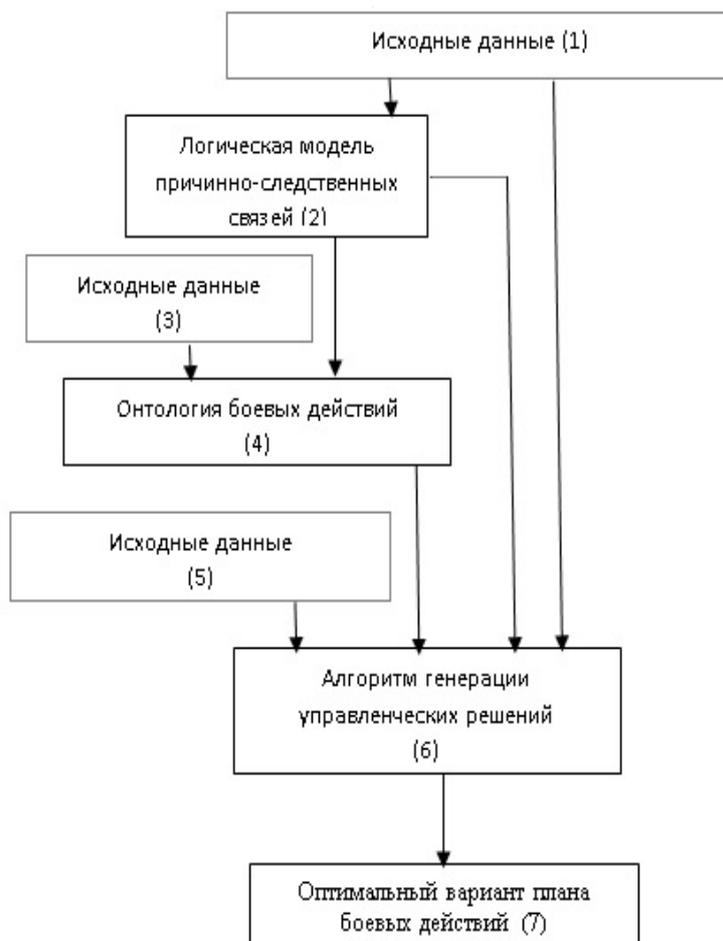


Рис. 1. Последовательность объединения онтологической модели с алгоритмом генерации управляющих планов боевых действий

Из полученных оперативных данных определяются признаки, осуществляется анализ происходящих событий, процессов, проводится их обобщение и вырабатываются действия, которые в качестве исходных данных (1) вводятся в (2). К результату моделирования в качестве исходных данных добавляются значения обобщений (3). Полученные обобщённые данные обрабатываются в модели онтологии боевых действий (4). Результатом работы модели определяются цели и их приоритеты. К полученным результатам моделирования в качестве исходных данных добавляются цели и ограничения (5) которые передаются в алгоритм генерации управляющих решений (6). Дополнительно на 6 передаются данные, сформированные в (1) и в (2). В результате работы (6) формируется оптимальный вариант плана боевых действий (7) с учетом действий участников, проводящих аварийно-спасательные работы и другие действия.

В предлагаемой онтологической модели причинно-следственных связей (ПСС) прецеденты представлены в виде вариантов ПСС. При этом алгоритм в каждый

момент времени использует информационные данные, получаемые в результате выбора различных вариантов, которые описывают вероятные сценарии развития оперативной обстановки.

Таким образом, сформирован алгоритм иерархического сетевого формирования проектов планов боевых действий (ИСП БД) при проведении АСДНР. В нём использованные аккумулированные в базе знаний прецеденты основываются на алгоритме HTN — планирования (иерархического сетевого планирования), который предложен Erol K., Handler J., Nau D.S. [1, 2, 3].

Основные отличие предлагаемого алгоритма ИСП БД от классического HTN-алгоритма заключаются в следующем:

1. Предложен механизм генерации тактических планов боевых действий при проведении АС ДНР. В нём предусмотрено параллельное выполнение нескольких боевых задач.
2. Предусмотрены временные ограничения на выполнение боевых задач.



Рис. 2. Пример формирования сети задач

3. Рассмотрен новый тип задач — обеспечивающая задача.
4. Изменен принцип формирования плана. Если в HTN осуществляется последовательный перебор всех элементарных задач и автоматически определяется порядок их выполнения, удовлетворяющий всем введенным ограничениям и при этом [1, 2, 3] предполагается, что все возможные примитивные задачи и методы получения составных задач уже существуют в базе данных, а сгенерированный план всегда есть упорядоченная совокупность только примитивных задач, то в алгоритме ИСП БД эти требования исключены, т.е. база знаний может быть не полной и план может состоять как из элементарных, так и составных задач.
5. Применённый метод решения боевой задачи производится не простым последовательным перебором имеющихся в базе данных методов, а используется критерий близости с прецедентом в базе знаний.

С учетом рассмотренных отличий ИСП БД и был дополнен синтаксис языка и адаптирована семантика, лежащие в основе алгоритма HTN — планирования.

Особенности проведения иерархического сетевого планировании боевых действий

Исходные условия, определяющие автоматическое формирование тактических планов боевых действий при проведении АСДНР предусматривает множество целей, таких как — спасение людей, ликвидация очага пожара, защита объектов, эвакуация имущества. В это же время накладываются и ограничения. Они устанавливают порядок их достижения. Ограничения формируются на основе правил, определенных онтологией боевых действий и значений обобщений, которые введены в результате функционирования модели ПСС или введенных РЛЧС.

При иерархическом сетевом планировании боевых действий (ИСП БД) каждое состояние среды представля-

ется множеством элементарных задач, имеющих в этом состоянии значение «истина». Действия соответствуют переходам состояний, т.е. каждое действие — это частичное отображение множества состояний на множество состояний. В рассматриваемой ИСП БД происходит поиск методов реализации целей, которые соответствуют сетям задач (рисунок 2).

Сеть задач — это некоторая совокупность задач, которые необходимо выполнить, ограничений, которые учитывают порядке их выполнения, способов инициации переменных, и логических выражений, которые равны перед выполнением или после выполнении задачи.

Планирование происходит через декомпозицию задач и разрешение конфликтов.

Если сеть задач, содержит только элементарные задачи, то она называется элементарной сетью задач (ЭСЗ).

В общем случае сеть задач может содержать неэлементарные задачи (рисунок 2). Неэлементарные задачи представляют собой действия, которые предполагают выполнение множества других задач. Они не могут выполняться напрямую. В качестве примера решения неэлементарной задачи рассматривается алгоритм ИСП БД.

Пусть имеются задачи планирования боевых действий в плане P , которые содержат как элементарные задачи, так и неэлементарные задачи. Вначале проводится проверка на наличие только элементарных задач. Следующим шагом рассматривается первая неэлементарная задача α , для которой выбирается метод-расширение и расширением заменяется задача α . Из процедуры расширения конфликтов выбирается тот способ, который ближе всего соответствует решению задачи α . Далее осуществляется возврат для выбора и анализу следующих неэлементарных задач. Исходя из этого, алгоритм решения неэлементарных задач выглядит следующим образом:

Шаг 1. Если план P содержит только элементарные задачи, то разрешить конфликты в плане P и вернуть результат. Если конфликт не может быть разрешен, вернуть неудачу.



Рис. 3. Пример метода решения задачи «Доставить спасателей из пункта А в пункт В»

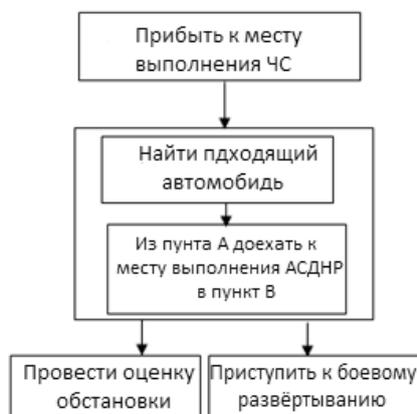


Рис. 4. Пример декомпозиции задачи «Прибыть к месту проведения ЧС»

- Шаг 2. Выбрать неэлементарную задачу α в плане P.
- Шаг 3. Выбрать метод-расширение для задачи α .
- Шаг 4. Заменить задачу α расширением.
- Шаг 5. Использовать процедуры разрешения конфликтов в плане P.
- Шаг 6. Применить один из способов, предложенных на шаге 6.
- Шаг 7. Возврат к шагу 2.

Способы выполнения представленных в плане P неэлементарных задач используют конструкции, называемые методами.

Метод — это семантическая конструкция вида (α, d) . В ней α определяет неэлементарную задачу, а d определяет сеть задач. При этом считается, что для выполнения задачи α необходимо, без нарушения ограничений в d , выполнение всех задач в сети задач d .

Работает алгоритм ИСП БД итеративно. При этом декомпозируются задачи и разрешая конфликты до тех пор, пока не будет найден бесконфликтный план, состоящий только из элементарных задач.

Расширение каждой неэлементарной задачи (шаги 2–4 алгоритма) осуществляется путем нахождения метода, посредством которого задача может быть выполнена и заменой неэлементарной задачи сетью задач, которые соответствуют этому методу.

Рассмотрим задачу (рисунок 2) прибытия спасательных подразделений к месту выполнения АСДНР. Эта задача может быть выполнена различными способами: поездом, на автомобилях или вертолетом. Например, если доставка подразделений осуществляется с использованием автомобиля, которая включает решение целого комплекса подзадач: нахождение подходящего автомобиля, заправка (дозаправка) его топливом, согласование маршрута следования и т.д. Однако, такой выбор доставки сил и средств возможен только при выполнении определенных условий. Это наличие подъездных дорог, целостности мостов и наличие переправ и т.д. Декомпозиция задачи (рисунок 2) показана на рисунке 3.

Задача «Прибыть к месту выполнения ЧС» (рисунок 2) может быть расширена, используя метод, представлен-

ный на рисунке 3, произведя сеть задач, показанный на рисунке 4.

Сеть задач, произведенная на шаге 5, может содержать конфликты, являющиеся следствием взаимодействий среди задач. Например, если мы потратим достаточно много времени на поиск транспортного средства (например, автомобиля), то мы можем потерять шансы спасти людей или потушить пожар. Функции нахождения и разрешения таких конфликтов, например, введением дополнительных ограничений, выполняются соответствующими процедурами, называемыми критикой.

Критика впервые была введена в системе NOAH [1, 2], для идентификации и управления различного вида взаимодействиями в различных сетях задач. Эта функция от-

ражена в 6 и 7 шаге: после каждой редукции, множество критических правил применяется для распознавания и разрешения взаимодействий между текущей и любыми другими редукциями. Таким образом, критика обеспечивает общий механизм для раннего обнаружения взаимодействий.

Заключение

В статье рассмотрены вопросы формирования алгоритма принятия управленческих решений по выполнению боевой задачи при проведении АСДНР. Рассмотрен вариант декомпозицию неэлементарной задачи в элементарную. При этом декомпозируются задачи и, разрешая конфликты до тех пор, пока не будет найден бесконфликтный план, состоящий только из элементарных задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ МЧС России от 16 октября 2017 года № 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».
2. Приказ МЧС России от 25 октября 2017 года № 467 «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах».
3. Указание МЧС России от 3 сентября 2013 года № 2–4–87–25 «Методические рекомендации по внедрению и организации функционирования программно-аппаратного комплекса автоматизированной геоинформационной системы поддержки принятия решений и оперативного управления подразделениями гарнизона пожарной охраны при предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций, тушении пожаров на территории субъекта Российской Федерации (ПАК «АРГО»)».
4. Брушлинский Н. Н., Микеев А. К., Бозуков Г. С. и др. Совершенствование организации и управления пожарной охраной. — М.: Стройиздат, 1986. — 152 с.
5. Мешалкин Е. А., Олейников В. Т., Абрамов А. П. Структура программно — аппаратного комплекса поддержки принятия решений для руководителя тушения пожара // Сб. тр.ч.2 «Крупные пожары предупреждение и тушение». — М.: ВНИИПО МВД России, 2001. — с. 520–524.
6. Erol K., Handler J., Nau D. S. HTN Planning: Complexity and Expressivity In Proceedings of AAAI-94, Seattle, July 1994, pp. 1123–1128. <http://www.cs.umd.edu/users/kutluhan/Papers/AAAI-94.ps>
7. Erol K., Handler J., Nau D. S. Semantics for Hierarchical Task-Network Planning. Technical report CS-TR-3239, UMIACS-TR-94–31, ISR-TR-95–9, Computer Science Dept., University of Maryland. March 1994. <http://citeseer.nj.nec.com/erol94semantics.html>
8. Takeda H., Takaai M., and Nishida T. Collaborative development and Use of Ontologies for Design, Proceedings of the Tenth International IFIP WG 5.2/5.3 Conference PROLAMAT 98, September 9–10–11, 12, Trento, Italy. <http://ai-www.aist-nara.ac.jp/doc/papers/takeda/pdf/prolamat98final.pdf>

© Рожкова Наталия Владимировна (nvr9@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫБОРА ПЛАТФОРМ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМ СИТУАЦИОННОМ ЦЕНТРЕ

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS FOR SELECTING PLATFORMS FOR PRESENTATION OF INFORMATION IN THE INTELLECTUAL SITUATION CENTER

V. Simankov
M. Drilenko

Summary. The goal of the current work is to find the most optimal data storage system for integrating various information models in an intelligent situational center.

To achieve these goals, it is necessary to consider the existing models of information representation in modern non-relational data storage systems, the most effective data representation models are highlighted, which are key-value (Redis), document-oriented (SSDB), columnar (Cassandra) and graph (Neo4j) storage, which will be used for a comprehensive presentation of data in an intelligent situational center [4]. For the parallel application of these information storages, it is necessary to form your own rules for the automatic transition from the logical representation of data for each of the most relevant database platforms; the transition can be achieved by applying a number of transformations.

Keywords: data storage system, information, information models, data presentation models, information storage.

Симанков Владимир Сергеевич

Д.т.н., профессор, Кубанский государственный технологический университет

Дриленко Максим Владимирович

Аспирант, Кубанский государственный технологический университет

max@russia.ms

Аннотация. Цель текущей работы заключается в поиске наиболее оптимальной системы хранения данных для интеграции различных информационных моделей в интеллектуальном ситуационном центре.

Для достижения поставленных целей необходимо рассмотреть существующие модели представления информации в современных нереляционных системах хранения данных, выделены наиболее эффективные модели представления данных, которыми являются ключ-значение (Redis), документно-ориентированное (SSDB), колоночное (Cassandra) и графовое (Neo4j) хранилища, которые и будут использоваться для всеобъемлющего представления данных в интеллектуальном ситуационном центре [4]. Для параллельного применения указанных хранилищ информации необходимо сформировать собственные правила автоматического перехода от логического представления данных для каждой из наиболее актуальных платформ баз данных, переход может быть достигнут путем применения ряда преобразований.

Ключевые слова: система хранения данных, информация, информационные модели, модели представления данных, хранилища информации.

Для каждой системы можно рассмотреть два типа преобразования[1]: (1) преобразования, генерирующие элементы, необходимые для реализации информации в системы хранения; это элементы, которые должны быть заранее объявлены перед началом подачи данных, и (2) преобразования, создающие директивы поддержки, полезные для реализации обработок; эти директивы дают методы использования атрибутов и реализации отношений.

Модель Cassandra

Как и в реляционных системах[1], модель данных в Cassandra должна быть заранее зафиксирована. Это касается имени БД, названия столбцов и колонок. Реализация отношений оговорена в руководящих принципах.

a. Элементы, необходимые для реализации преобразования

- ♦ Шаг 1: Каждая база данных БД трансформируется в пространство ключей KS , где $KS.N = BD.N$.
- ♦ Шаг 2: Каждая таблица $t \in BD$ преобразуется в семейство столбцов $f \in F$, где $f.N = t.N$, а каждый атрибут $a^t \in t$. At преобразуется в столбец cl , где $cl.N = at.N$, $cl.Ty = at.Ty$, а затем добавляется в список столбцов его преобразованного контейнера f , например, $cl \in f.CL$.
- ♦ Идентификатор строки t трансформируется в идентификатор строки f , где $PKey^f.N = Idt.N$, затем добавлены в список столбцов f для $PKey^f \in f.CL$.

b. Руководящие принципы поддержки

§ Шаг 3: Как правило, взаимосвязь между таблицами может быть реализована тремя способами: (1) добавление ссылок в одну из связанных таблиц, (2) вложение данных или (3) создание новой таблицы, содержащей ссылки потому, что Cassandra не поддерживает объединение, а только

Таблица 1. Типы справочных столбцов

Отношение	Решение	Тип контрольной колонки
$r = (N, \{(t_1, *), (t_2, 1)\})$	Решение 1	Монозначный
	Решение 2	Многозначный
	Решение 3	Монозначный
$r = (N, \{(t_1, 1), (t_2, *)\})$	Решение 1	Многозначный
	Решение 2	Монозначный
	Решение 3	Монозначный
$r = (N, \{(t_1, 1), (t_2, 1)\})$	Решение 1	Монозначный
	Решение 2	Монозначный
	Решение 3	Монозначный
$r = (N, \{(t_1, *), (t_2, *)\})$	Решение 1	Многозначный
	Решение 2	Многозначный
	Решение 3	Монозначный

добавление ссылок в одну из связанных таблиц и создание новой таблицы может использоваться для выражения отношений между группами колонок. Оба эти решения касаются использования эталонных столбцов. Опорный столбец — это столбец, который представляет собой ключевое значение соответствующего семейства столбцов. Другими словами, значения ссылочного столбца должны существовать в столбце PKey соответствующей группы столбцов; обратите внимание, что это ограничение (которое аналогично ограничению ссылочной целостности реляционных систем) не управляется автоматически системой Cassandra; его проверка, таким образом, остается ответственностью пользователя. Таким образом, определяется правило, которое преобразует отношения логического уровня следующим образом: для каждого отношения r , связывающего две таблицы t_1 и t_2 , можно рассматривать решения по преобразованию:

Решение 1: r преобразуется в столбец c_l со ссылкой на f_2 (группу столбцов, соответствующее t_2), где $c_l.N = (f_2.N) \text{ Ref}$ и $c_l.Ty = PKey.f_2.Ty$, а затем добавляется в список столбцов f_1 (группу столбцов, соответствующую t_1) так, что $c_l \in f_1.CL$. При инициализации f_1 , ссылочный столбец c_l принимает одно или несколько значений (в соответствии с параметром кардинальности r) Первичного ключа f_2 .

Решение 2: r преобразуется в столбец c_l со ссылкой на f_1 (семейство столбцов, соответствующее t_1), где $c_l.N = (f_1.N) \text{ Ref}$ и $c_l.Ty = PKey.f_1.Ty$, а затем добавляется в список столбцов f_2 (семейство столбцов, соответствующее t_2) так, что $c_l \in f_2.CL$. При инициализации f_2 , ссылочный столбец c_l принимает одно или несколько значений (в соответствии с параметром кардинальности r) Первичного ключа f_1 .

Решение 3: r трансформируется в новое семейство столбцов f , состоящее из двух столбцов c_1 и c_2 со ссы-

кой соответственно на f_1 и f_2 (семейства столбцов, соответствующие соответствующим таблицам t_1 и t_2), где $f.N = r.N$, $f.CL = \{c_1, c_2\}$, $c_1.N = (f_1.N) \text{ Ref}$, $c_1.Ty = PKey^1.Ty$, $c_2.N = (f_2.N) \text{ Ref}$ и $c_2.Ty = PKey.f_2.Ty$. При конкретизации f , ссылочные столбцы c_1 и c_2 будут принимать значение PKey из f_1 и f_2 соответственно.

В зависимости от кардинальности r , эталонные колонки, используемые в каждом из этих решений, могут быть однозначными или многозначными. Ниже приведен тип контрольной колонки в соответствии с особенностями отношения и выбранным решением преобразования (Таблица 1).

В отличие от столбцового хранения, применяемого в некоторых реляционных СУБД, хранящих данные по столбцам в сжатом виде, модель «семейство колонок» хранит данные построчно, и обеспечивает высокую производительность, прежде всего, в оперативных сценариях, тогда как для запросов, требующих обхода большого объема данных с агрегацией результатов, как правило, неэффективна [1][2].

Таким образом, используя колоночное представление информации, с применением ПО Apache Cassandra позволит реализовать системы управления содержимым и регистрацию событий, дополнительное применение временных меток позволит использовать этот вид систем для организации счётчиков, а также регистрации и обработки различных данных, связанных со временем [1].

Модель SSDB

В SSDB перед вводом данных декларируется только часть модели. Речь идет об указании названия базы данных и названий коллекций. Названия полей, а также способ реализации отношений указаны в руководстве по поддержке.

а. Элементы, необходимые для реализации процесса преобразования

- ◆ Шаг 1: Каждая база данных БД трансформируется в базу данных SSDB BD^{MD} , где $BD^{MD}.N = DB.N$.
- ◆ Шаг 2: Каждая таблица $t \in BD$ преобразуется в коллекцию $cll \in BD^{MD}$, где $cll.N = t.N$.

б. Руководящие принципы поддержки

- ◆ Шаг 3: Каждый атрибут таблицы $a^t \in t$. At преобразуется в атомное поле ft^a , где $ft^a.N = at.N$, $ft^a.Ty = at.Ty$, а затем добавляется к списку полей в его преобразованном контейнере cll типа $ft^a \in cll.FL^a$, где cll — коллекция, соответствующая t -таблице.
- ◆ Шаг 4: Идентификатор строки таблицы t трансформируется в идентификатор документов в коллекции cll , соответствующий t , где $Id^{cll}.N = Id^t.N$, затем добавляется в список полей cll ($Id^{cll} \in cll.FL$).
- ◆ Шаг 5: Система SSDB позволяет выразить отношения между связанными объектами с помощью полей ссылок или с помощью вложенных документов. Справочное поле — это поле, представляющее собой идентификатор (id) документа, вставленного в другой документ с целью обеспечения взаимосвязи между двумя документами. Другими словами, значения опорного поля должны существовать в поле id ссылающегося документа. Как и Cassandra, это ограничение не управляется автоматически системой SSDB; его проверка остается ответственностью пользователя.

В системе SSDB могут существовать отношения между документами в одном и том же массиве (коллекции) или между документами разных массивов (коллекций). В данной работе все отношения, которые должны быть реализованы, существуют между различными массивами данных (коллекциями). Действительно, коллекция в базе данных SSDB может содержать документы, представляющие объекты различных типов. Например, мы можем хранить в одной коллекции документы, представляющие пациентов, врачей, консультации. В практическом рассмотрении сценарии коллекция (физический уровень) соответствует классу (концептуальный уровень), поэтому в ней содержатся документы, имеющие одинаковую семантику. Таким образом, есть отношения только между отдельными коллекциями.

Определим правило 3, которое преобразует отношения логического уровня следующим образом: для каждого отношения r , связывающего две таблицы t_1 и t_2 , можно рассматривать пять решений преобразования:

Решение 1: r трансформируется в поле fl , ссылающееся на документ в cll_2 (коллекция, соответствующая t_2),

где $fl.N = (cll_2.N) Ref$ и $fl.Ty = Id^{cll_2}.Ty$, а затем добавляется к списку полей в cll_1 (коллекция соответствующие t_1), например, $fl \in cll_1.FL$. При инициализации cll_1 в контрольном поле fl берутся одно или несколько значений (в соответствии с кардинальными значениями r ; см. таблицу 3.2) идентификатора ida существующего документа в cll_2 .

Решение 2: r трансформируется в поле fl , ссылающееся на документ в cll_1 (коллекция, соответствующая t_1), где $fl.N = (cll_1.N) Ref$ и $fl.Ty = Id^{cll_1}.Ty$, а затем добавляется в список полей в cll_2 (коллекция, соответствующая t_2), например, $fl \in cll_2.FL$. При инстанцировании cll_2 , справочное поле fl принимает одно или несколько значений (в соответствии с кардинальностью r ; см. таблицу 3.2) идентификатора id документа, существующего в cll_1 .

Решение 3: r приводит к вложению документа d в cll_2 (коллекция, соответствующая t_2) в cll_1 (коллекция, соответствующая t_1), где $d \in cll_1.FL^{cx}$.

Решение 4: r приводит к вложению документа d в cll_1 (коллекция, соответствующая t_1) в cll_2 (коллекция, соответствующая t_2), где $d \in cl_2.FL^{cx}$.

Решение 5: r трансформируется в новую коллекцию cll , $cll.N = r.N$, $cll.FL = \{fl_1, fl_2\}$, $fl_1.N = (cll_1.N) Ref$, $fl_1.Ty = Id^{cll_1}.Ty$, $fl_2.N = (cll_2.N) Ref$ и $fl_2.Ty = Id^{cll_2}.Ty$. cll_1 и cll_2 — коллекции, соответствующие соответствующим таблицам t_1 и t_2 .

В зависимости от кардинальности r эталонные поля, используемые в решениях 1, 2 и 5, могут быть однозначными или многозначными. В таблице 3.2 приведен тип опорного поля в соответствии с кардинальностью соотношения и выбранным решением преобразования.

Таким образом, документно-ориентированная система хранения служит для интеграции иерархических структур данных и находит своё применение в системах управления содержимым и документальном поиске, что немаловажно для использования в интеллектуальном ситуационном центре. Документы могут быть организованы (сгруппированы) в коллекции. Их можно считать отдельным аналогом таблиц реляционных СУБД, но коллекции могут содержать другие коллекции. Хотя документы коллекции могут быть произвольными, для более эффективного индексирования лучше объединять в коллекцию документы с похожей структурой[1][2].

Модель Neo4j

Модель данных в системе Neo4j задается при вводе данных. Имя узла, а также имена его свойств задаются пользователем при вставке каждого узла. Таким образом, ни один элемент не должен быть зафиксирован пе-

Таблица 2. Типы контрольных полей

Отношение	Решение	Тип контрольного поля
$r = (N, \{(t_1, *), (t_2, 1)\})$	Решение 1	Монозначный
	Решение 2	Многозначный
	Решение 5	Монозначный
$r = (N, \{(t_1, 1), (t_2, *)\})$	Решение 1	Многозначный
	Решение 2	Монозначный
	Решение 3	Монозначный
$r = (N, \{(t_1, 1), (t_2, 1)\})$	Решение 1	Монозначный
	Решение 2	Монозначный
	Решение 5	Монозначный
$r = (N, \{(t_1, *), (t_2, *)\})$	Решение 1	Многозначный
	Решение 2	Многозначный
	Решение 5	Монозначный

ред подачей питания. Для Neo4J генерируются только директивы поддержки.

а. Руководящие принципы поддержки

- Шаг 1: Каждая таблица $t \in BD$ преобразуется в узел $v \in V$, где $v.L = t.N$, а каждый атрибут $a^t \in t.At$ преобразован в состояние pr^v , где $pr^v.N = at.N$, $pr^v.Tu = a^t.Tu$, затем добавил в список свойств своего трансформированного контейнера $v: pr^v \in v.PR^v$, при этом идентификатор строки t трансформируется в идентификатор узла v , где $Id^v.N = Id^t.N$, затем добавляется в список свойств $Id^v \in v.PR^v$. Кроме того, мы связываем ограничение «Is Unique» с pr^v .
- Шаг 2: Каждое отношение r , связывающее две таблицы t_1 и t_2 , преобразуется в дугу e , связывающую два узла v_1 и v_2 , соответствующие связанным таблицам, где $e.L = r.N$, $e.(extrem_1, extrem_2) = (v_1, v_2)$.

Таким образом, графовая модель представления информации может применяться для задач, в которых данные имеют большое количество связей, например, социальные сети и выявление всевозможных пересечений объектов между собой, что увеличивает операционный функционал интеллектуального ситуационного центра.

Модель Redis

В режиме Redis ни одна модель не должна быть настроена заранее перед включением питания. Другими словами, ввод данных осуществляется без предварительной проверки физической модели. Последнее указывается при вводе данных; пользователь вставляет каждую пару (ключ: значение), указывая свой ключ, а также ключи входящих в него пар, если это сложная пара.

Таким образом, процесс трансформации генерирует не физическую модель данных, специфичную для си-

стемы Redis, а набор руководящих принципов, которые дают пользователю условия использования ключей и реализации отношений.

а. Руководящие принципы поддержки

- Шаг 1: В Redis, понятие «таблица» не является явным. Таким образом, мы вводим правило, что все пары 1-го уровня в хранилище, имеющие ключ формы XXXX_i, с i любым числовым индексом, будут считаться принадлежащими к таблице XXXX. В процесс трансформации и по этому принципу каждая пара cr^{cx} в хранилище Redis будет соответствовать строке таблицы t , которая существует на логическом уровне, где $cr^{cx}.Key = [t.N]_i$; i — это индекс, относящийся к строке t , при этом каждый атрибут $a^t \in t$. At трансформируется в пару cr^a , где $cr^a.Key = at.N$, затем добавляется в список пар его преобразованного контейнера cr^{cx} например $cr^a \in cr^{cx}.Value$;
- Шаг 2: Отношения создаются в Redis с использованием ссылок пар. Опорная пара — это пара, значение которой может быть атомным (соответствует ключу опорной пары) или комплексным (состоит из других атомных опорных пар). Таким образом, для каждого отношения r , существующего на логическом уровне между двумя t_1 и t_2 , можно рассмотреть три решения:

Решение 1: r трансформируется в пару $cr_{ref}^a cr_2^{cx}$ (пара соответствующая строке t_2), где $cr_{ref}^a.f.Key = [t_2.N]$ Ref и $cr_{ref}^a.Value = cr_2^{cx}.Key$, а затем добавлена в список пар на cr^{cx} (соответствующая пара до строки t_1) $cr_{ref}^a \in cr^{cx}.Value$.

Решение 2: r трансформируется в пару cr_{ref}^a и ссылается на cr_1^{cx} (пара соответствующая строке t_1), где $cr_{ref}^a.key = [t_1.N]$ Ref и $cr_{ref}^a.Value = cr_1^{cx}.Key$, а затем добавлена в список пар на cr^{cx} (соответствующая пара в строке t_2) $cr_{ref}^a \in cr^{cx}.Value$.

Решение 3: r трансформируется в пару cp_{ref}^{cx} состоящую из двух справочных пар cp_{ref1}^a и cp_{ref2}^a , соответственно ссылаясь на cp_1^{cx} и cp_2^{cx} , где $cp_{ref}^{cx}.Key = r.N$, $cp_{ref}^{cx}.Value = \{cp_{ref1}^a, cp_{ref2}^a\}$, $cp_{ref1}^a.Key = (t_1.N) Ref$, $cp_{ref1}^a.Value = cp_1^{cx}.Key$, $cp_{ref2}^a.Key = (t_2.N) Ref$, $cp_{ref2}^a.Value = cp_2^{cx}.Key$.

Таким образом, рассмотренная нереляционная модель «ключ-значение» реализованная на основе ПО Redis является вариантом, использующим ключ для доступа к значению. Такие системы используются для хранения изображений, создания специализированных файловых систем, в качестве кэшей для объектов, а также в системах, спроектированных с прицелом на масштабируемость [3].

Кроме того, без применения такой модели данных невозможно будет интегрировать стандартные реляционные источники данных, ввиду чего требуется использование в том числе данной модели.

Выводы

Исходя из рассмотренных переходов к каждой указанной информационной модели можно сделать вывод,

что все рассмотренные модели необходимо использовать при интеграции данных в интеллектуальном ситуационном центре для обработки неструктурированной и слабоструктурированной информации на основе паттернов [4].

Следовательно, необходимо интегрировать все информационные модели: ключ-значение, документно-ориентированное, колоночное и графовое хранилища для всеобъемлющего представления данных в интеллектуальном ситуационном центре.

Такая интеграция потребует преобразования концептуальной модели данных в физическую модель данных, для чего в работе дополнительно представлены различные этапы реализации переходов к существующим четырём типам организации информации. Разработанные подходы можно использовать для нескольких решений реализации отношений между таблицами на логическом уровне, для реализации ссылок или вложенности. Выбор решения, который делается в соответствии с критериями, специфичными для каждой рассмотренной модели данных влияет на эффективность. В данной работе предложен собственный подход к реализации интеграции данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Len Silverston — The Data Model Resource Book, Vol. 1: A Library of Universal Data Models for All Enterprises. — Принстон, США: Wiley Publishing, 2019;
2. David C. Hay — Enterprise Model Patterns: Describing the World (UML Version). — Энн-Арбор, США: Technics Publications, LLC, 2019;
3. Michael Blaha — Patterns of Data Modeling (Emerging Directions in Database Systems and Applications). — Вашингтон, США: CRC Press, 2019;
4. Martin Fowler — Analysis Patterns: Reusable Object Models. — Энн-Арбор, США: CRC Press, 2019.

© Симанков Владимир Сергеевич, Дриленко Максим Владимирович (max@russia.ms).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ УДАЛЕННОЙ РАБОТЫ СОТРУДНИКОВ В УСЛОВИЯХ РЕЖИМА ПОВЫШЕННОЙ ГОТОВНОСТИ К ЧС

Суздальский Дмитрий Андреевич

Российский Экономический Университет имени

Г. В. Плеханова

t7699690@gmail.com

ENSURING THE SAFETY OF REMOTE WORK OF EMPLOYEES IN CONDITIONS OF HIGH EMERGENCY PREPAREDNESS

D. Suzdalsky

Summary. This research paper examines the main means of protection to ensure the security of remote access of employees of Aviaspecttechnology LLC to information resources of the enterprise in the conditions of high emergency preparedness as a result of the SARS-CoV-2 pandemic.

In a high-alert mode, it is advisable to update information security threats to ensure remote access security, as well as introduce additional measures and means of information protection. In this regard, ensuring information security should be comprehensive, so it is advisable to apply a systematic approach that includes both technical and organizational measures.

The purpose of this work is to develop recommendations for organizations on reducing information security risks when forced to provide remote access to their employees. The impact of the high-readiness mode on the development of IT technologies is also objectively assessed.

Keywords: SARS-CoV-2, COVID-19, coronavirus, remote access, high-alert mode.

Аннотация. В данной научной работе исследуются основные средства защиты для обеспечения безопасности удаленного доступа сотрудников ООО «Авиаспецтехнология» к информационным ресурсам предприятия в условиях режима повышенной готовности к чрезвычайной ситуации в результате пандемии SARS-CoV-2.

В условиях режима повышенной готовности к чрезвычайной ситуации для обеспечения безопасности удаленного доступа целесообразно актуализировать угрозы безопасности информации, а также внедрить дополнительные меры и средства защиты информации. В связи с этим, обеспечение информационной безопасности должно быть комплексным, поэтому целесообразно применять системный подход, включающий в себя как технические, так и организационные мероприятия.

Целью работы является разработка рекомендаций для организаций по вопросу снижения рисков информационной безопасности при вынужденном предоставлении удаленного доступа своим сотрудникам. Также объективно оценивается влияние режима повышенной готовности на развитие ИТ-технологий.

Ключевые слова: SARS-CoV-2, COVID-19, коронавирус, удаленный доступ, режим повышенной готовности.

Введение

Режим повышенной готовности к чрезвычайной ситуации без преувеличения стал проверкой на прочность всех отраслей бизнеса. Поэтому, в условиях самоизоляции, организации в экстренном порядке реализуют для своих сотрудников удаленный доступ к своим информационным ресурсам, зачастую «закрывая глаза» на риски, связанные с информационной безопасностью.

SARS-CoV-2 содержит в себе угрозу не только жизни и здоровья людей, но и информационной безопасности в организации. Связано это со спешным переводом большинства работников различных предприятий на удаленный режим работы. До режима повышенной готовности к чрезвычайной ситуации большинство организаций, за исключением некоторых ИТ-компаний, не практико-

вало удаленный режим работы своих сотрудников, соответственно не было предусмотрено технологий, которые можно было бы масштабировать.

Компания ООО «Авиаспецтехнология» — агентство продаж авиа и ж/д перевозок. С 2003 года является Генеральным агентом авиакомпании «Ямал», география полетов которой постоянно расширяется и имеет обширную программу. Для удобства жителей и гостям Ямало-Ненецкого автономного округа агентство «Авиаспецтехнология» готово предоставить перечень услуг, которые не только позволят выбрать подходящий маршрут, но и сэкономят Ваше личное время. Спектр услуг постоянно обновляется. В агентстве можно:

- ◆ забронировать, узнать стоимость, купить авиабилеты, ж/д билеты выбрать подходящий маршрут или тур (туристические отделы);
- ◆ приобрести билет на аэроэкспресс;

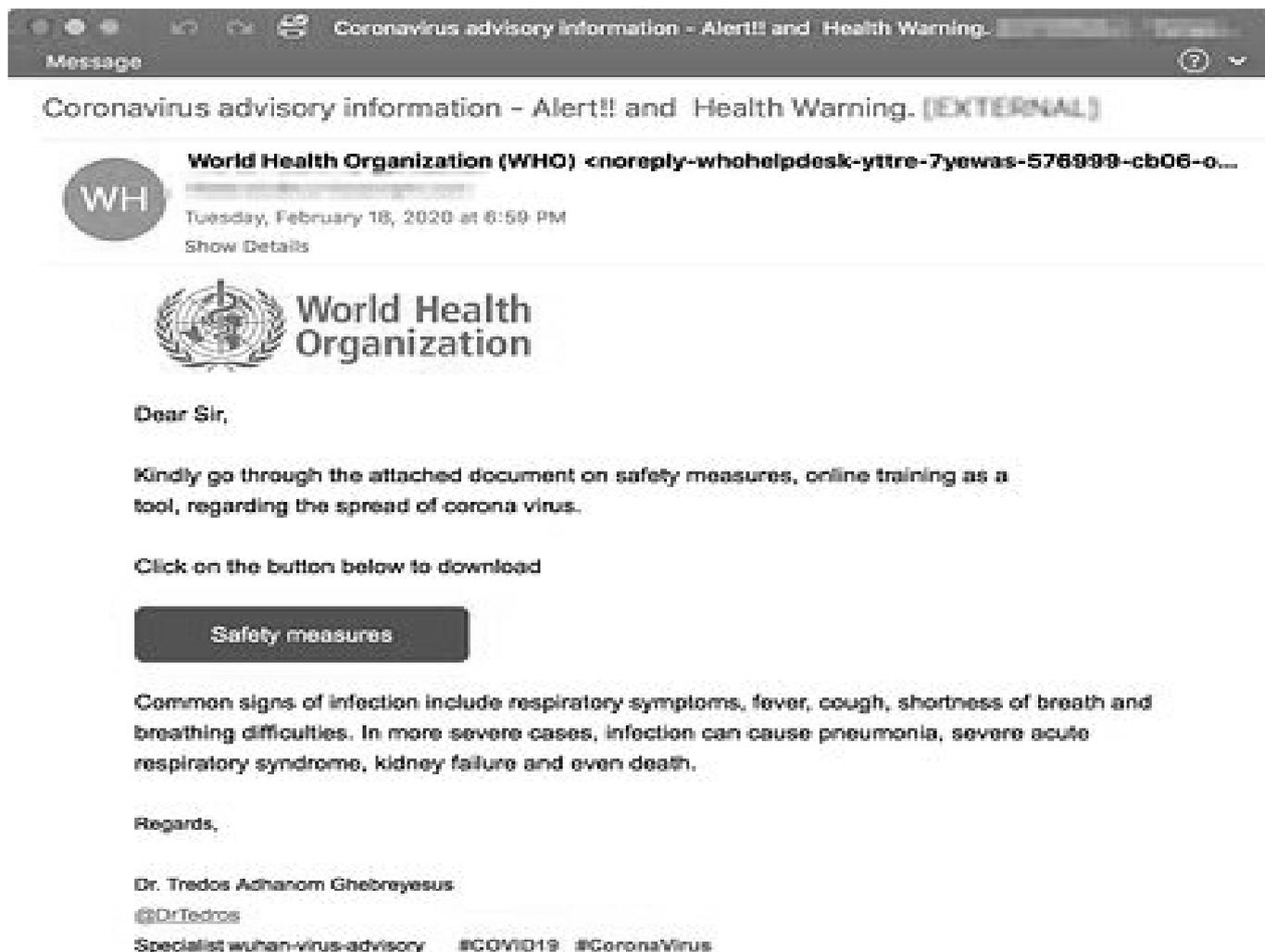


Рис. 1. Пример фишинговой рассылки якобы от имени ВОЗ

- ◆ забронировать гостиницу в любом городе;
- ◆ заказать трансфер (такси) и VIP- обслуживание в аэропортах страны (по запросу);
- ◆ оформить доставку почтовых отправлений;
- ◆ организовать деловую поездку по РФ и за рубеж (туристические отделы);
- ◆ заказать корпоративное обслуживание;
- ◆ выполнить чартерный рейс(чартер) на самолетах авиакомпании «Ямал» по вашим заявкам;

До введения ограничительных мер, ИТ-инфраструктура компании ООО «Авиаспецтехнология» удовлетворяла требованиям бизнеса. Однако, в условиях удаленной работы большого количества сотрудников серьезно возросла нагрузка на ИТ-инфраструктуру ООО «Авиаспецтехнология». В связи с этим целесообразно проводить реинжиниринг процессов обеспечения информационной безопасности в условиях повышенных рисков ИБ, что и станет содержанием данной статьи.

Основная часть

При переходе на удаленный режим работы организация в свою копилку добавляет новые угрозы, некоторые из которых связаны с человеческим фактором, а некоторые с техническими аспектами предоставления удаленного доступа. При работе большинства работников через удалённый доступ, серьезно возрастает нагрузка на всю ИТ-инфраструктуру компании ООО «Авиаспецтехнология», в т.ч. на каналы связи, сетевое оборудование и т.д. В связи с данным фактом целесообразно осуществлять расширение интернет-канала, модернизировать сетевое оборудование на более производительные версии, пересмотреть технологии предоставления удаленного доступа в условиях повышенных рисков информационной безопасности.

В связи с режимом повышенной готовности к чрезвычайной ситуации информационная безопасность ак-

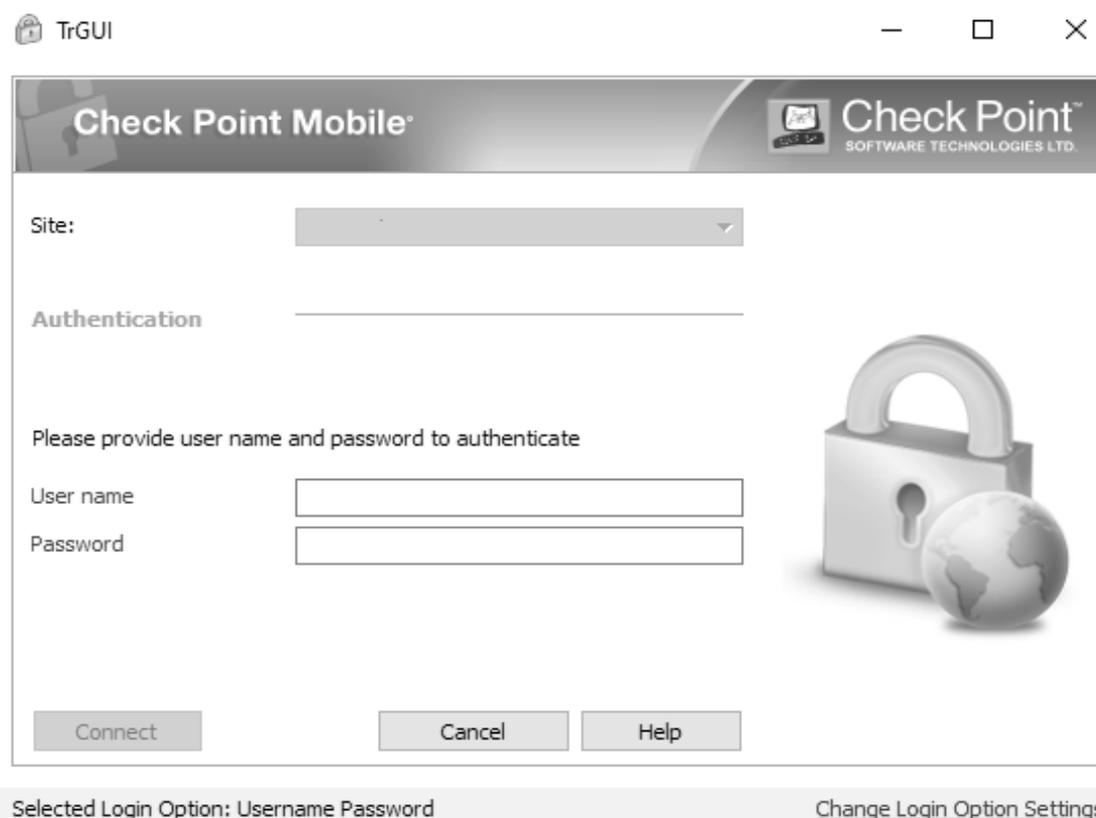


Рис. 2. Check Point Mobile для безопасного подключения к корпоративной сети

тивов требует значительно больше внимания, поэтому в должностные инструкции специалистов ИТ-отдела добавили функционал по обеспечению информационной безопасности удаленного доступа к корпоративным ресурсам компании ООО «Авиаспецтехнология».

В условиях режима повышенной готовности к чрезвычайной ситуации значительно увеличилось количество фишинговых атак на различные предприятия со стороны злоумышленников. Марк Роджерс, вице-президент компании Okta, работающей в сфере информационной безопасности, прокомментировал сложившуюся ситуацию: «Я никогда не видел такого объёма фишинга. Я буквально вижу фишинговые сообщения на каждом известном человеку языке» [1].

В условиях работы в режиме офиса работники предприятия осуществляют свою деятельность в рамках действующих регламентов и процедур по обеспечению информационной безопасности. Находясь вне офиса, работники организации могут не задумываться о новых угрозах, связанных, например, с перехватом данных, передающихся по незашифрованному каналу. Большинство работников предприятия, в условиях удаленного доступа, используют свои устройства для доступа к кор-

поративным ресурсам. Соответственно злоумышленники, в свою очередь, могут эксплуатировать уязвимости домашнего роутера работника организации с устаревшей прошивкой и дефолтной связкой логин-пароль «admin-admin». В рамках отсутствия у большинства компаний концепции BYOD для безопасного доступа с мобильных устройств и иных политик и технологий удаленного доступа, которые могли бы быть масштабированы в условиях режима повышенной готовности к чрезвычайной ситуации, потребовался реинжиниринг процессов обеспечения информационной безопасности. В связи с этим, проанализируем основные средства защиты, внедрение которых поможет снизить риски информационной безопасности для «неподготовленных» компаний. Целесообразно внедрять нижепредставленные решения:

1. Компания Check Point предлагает в течение 2-х месяцев бесплатно использовать собственные решения в области организации удаленного доступа.

С использованием Check Point Mobile возможно подключение с домашнего устройства к корпоративной сети по защищенным технологиям SSL VPN и IPSec VPN [2].

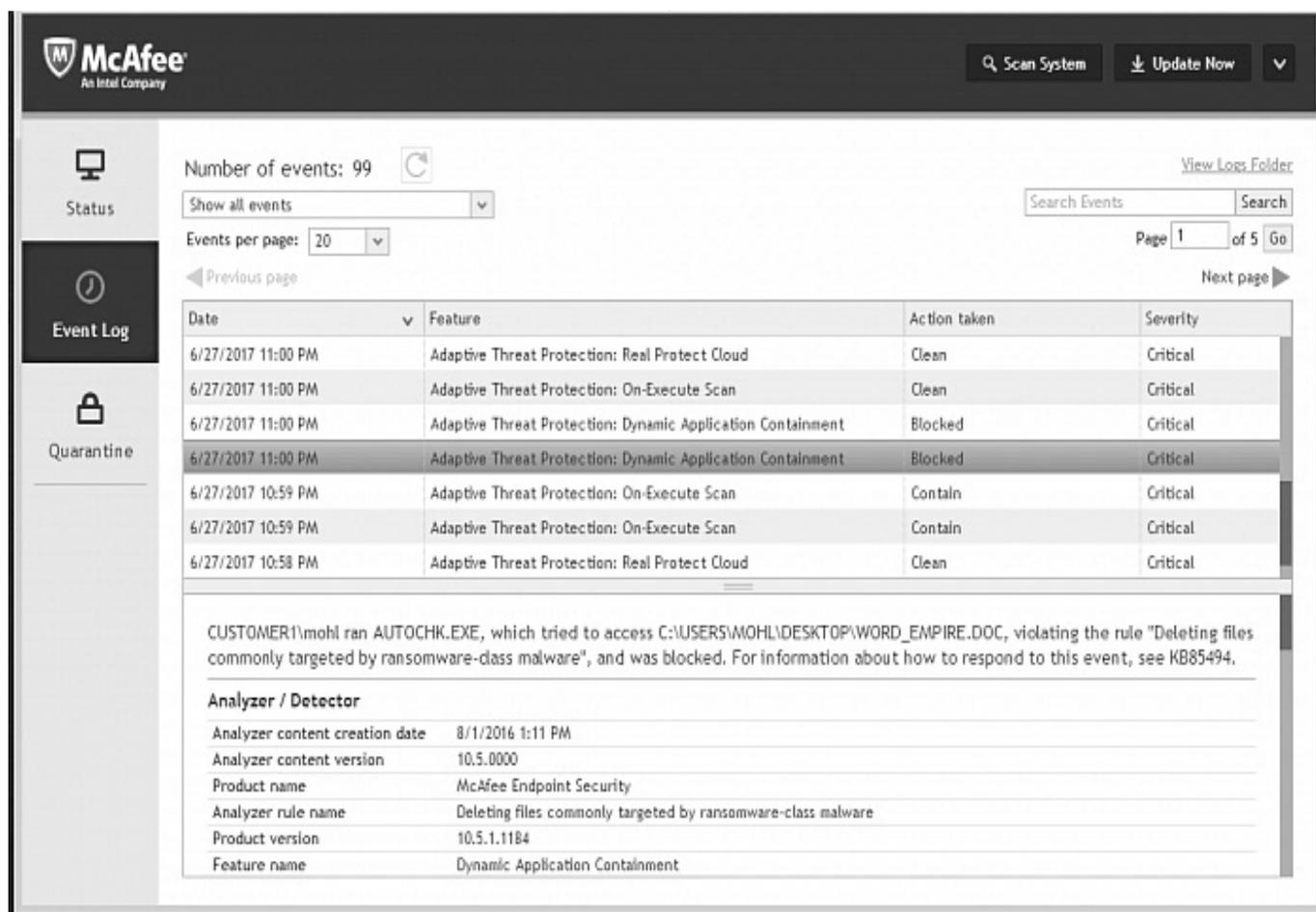


Рис. 3. Защита личных ПК с использованием антивирусного ПО McAfee

Для доступа сотрудников из отдела Бухгалтерии организован удаленный доступ к корпоративным ресурсам ООО «Авиаспецтехнология» с использованием технологии IPSec VPN. После подключения к локально-вычислительной сети, сотрудник организации при помощи RDP-сеанса подключается к своей рабочей станции. До реинжиниринга процесса удаленной работы, удаленный доступ, в случае разовых задач, либо отчетного периода, предоставлялся через программное обеспечение TeamViewer.

2. Организация McAfee предоставляет организациям возможность обеспечить бесплатную защиту персональных устройств удаленных сотрудников в срок до 31 мая 2020 года. К бесплатным продуктам, в условиях режима повышенной готовности, относятся [3]:

- ◆ McAfee Complete Endpoint Protection;
- ◆ McAfee Complete Data Protection

При установлении VPN-соединения, личные компьютеры работников предприятия также становятся частью информационной системы организации, и должны быть

защищены надлежащим образом. Для обеспечения защиты рабочих станций сотрудников в ООО «Авиаспецтехнология» используется антивирусное программное обеспечение McAfee. До реинжиниринга процессов в компании ООО «Авиаспецтехнология», при предоставлении удаленного доступа через программное обеспечение TeamViewer, антивирусная защита пользовательских компьютеров никак не отслеживалась и не регламентировалась.

3. Организация Okta предоставляет организациям бесплатные решения для безопасной идентификации пользователей — систему с единой точкой входа (SSO), а также приложение для многофакторной аутентификации работников (MFA) на шестимесячный срок [4].

Для работы с приложениями корпоративной сети в условиях удаленного доступа необходимо наличие единой точки входа с различных устройств. В связи с этим, в компании ООО «Авиаспецтехнология» внедрено решение SSO от компании Okta. До реинжиниринга процессов обеспечения ИБ, в компании ООО «Авиаспецтех-

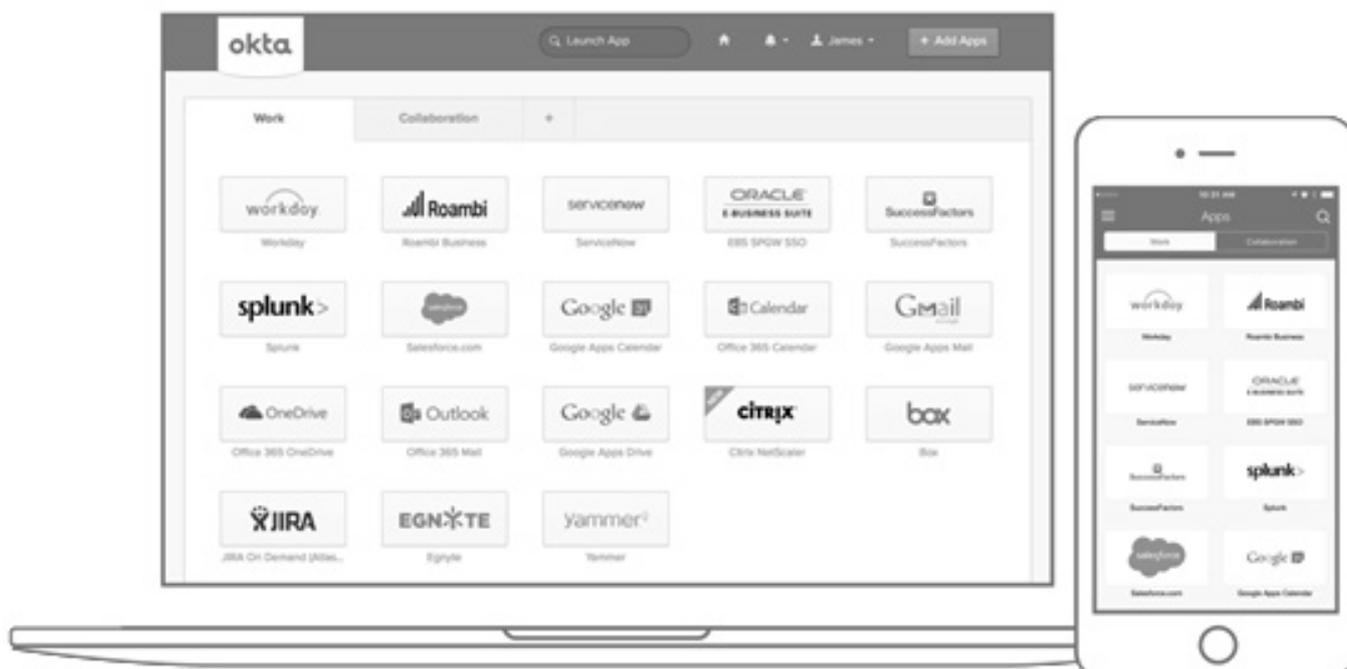


Рис. 4. Единая точка входа к приложениям с использованием ПО SSO Okta.

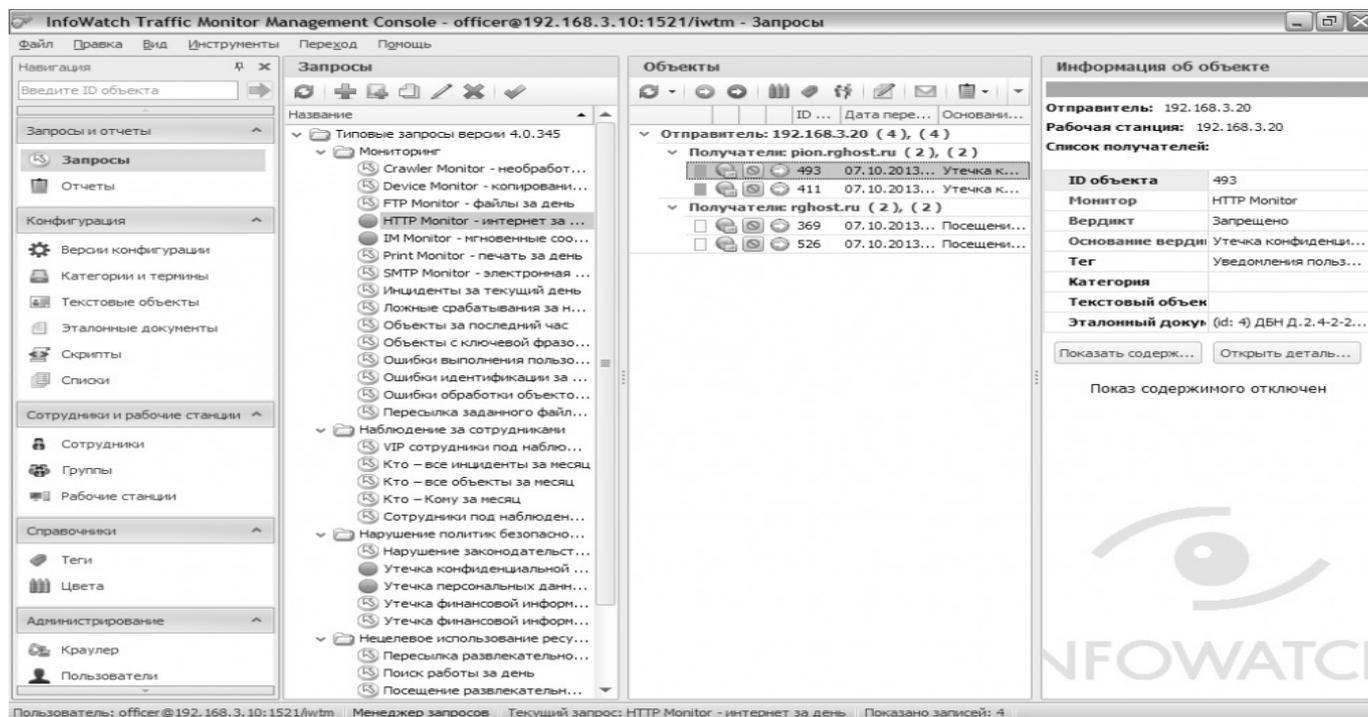


Рис. 5. Контроль удаленных пользователей.

нология» отсутствовала единая точка для доступа к приложениям. При необходимости работы с тем, или иным приложением через удаленный доступ, сотрудник организации, с использованием программного обеспечения TeamViewer, подключался к рабочей станции, откуда и работал с конкретным приложением. В новом варианте работы достаточно с домашнего компьютера подключиться к нужному приложению с использованием технологий компании Okta. При этом не требуется удаленное VPN-подключение к компьютеру, что снижает нагрузку на ИТ-инфраструктуру ООО «Авиаспецтехнология».

4. Российская компания ЗАО «Инфовотч» запустила акцию «Anti-COVID» [5], которая заключается в бесплатном месячном предоставлении системы InfoWatch Person Monitor, контролирующей действия удаленных сотрудников.

Учёт действий сотрудников ООО «Авиаспецтехнология» производится при помощи программного обеспечения InfoWatch Person Monitor с добавлением статистики в InfoWatch Traffic Monitor.

До реинжиниринга процессов ИБ детальный учёт действий пользователей не фиксировался.

Использование бесплатного программного обеспечения является целесообразным, учитывая финансовые расходы организации в связи с режимом повышенной готовности к чрезвычайным ситуациям, вызванным пандемией SARS-CoV-2. В связи с этим, специалистами ИТ-отдела ООО «Авиаспецтехнология» внедрены вышеуказанные средства защиты информации с целью минимизации затрат на введение режима удаленной работы.

Заключение

На мой взгляд, режим повышенной готовности к чрезвычайной ситуации в определенной степени послужит дополнительным стимулом к развитию рынка решений по информационной безопасности. В связи с этим, большинство организаций, имея возможность получить бесплатный доступ к средствам защиты информации от ведущих вендоров, оценив их эффективность, примет решение приобрести в дальнейшем те или иные средства защиты информации, в т.ч. и средства контроля своих сотрудников. Безусловно, текущая ситуация является трудной для большинства организаций, однако, с помощью крупных ИТ-компаний у них имеется возможность минимизировать риски информационной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. 3dnews [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://3dnews.ru/1007038>
2. Официальный сайт компании CheckPoint [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.checkpoint.com/products/mobile-access/>
3. Официальный сайт компании McAfee [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.mcafee.com/enterprise/ru-ru/products/endpoint-security.html>
4. Официальный сайт компании Okta [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.okta.com/products/single-sign-on/>
5. Официальный сайт компании ЗАО «Инфовотч» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.infowatch.ru/>

© Суздальский Дмитрий Андреевич (t7699690@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕТЕРОГЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ К ЗАДАЧАМ ФИНАНСОВОЙ МАТЕМАТИКИ

APPLICATION OF HETEROGENEOUS COMPUTING SYSTEMS TO PROBLEMS OF FINANCIAL MATHEMATICS

N. Shilina

Summary. Currently, the use of computing systems with heterogeneous architecture is becoming more popular. CUDA technology is applied to a huge number of problems, including in financial mathematics. The paper considers various methods of financial mathematics. The Monte Carlo method is used to build options pricing models. These algorithms are well suited for implementation on GPUs, since they are based on a large number of independent operations. The analysis of the efficiency of using GPUs in financial mathematics problems is carried out.

Keywords: Monte Carlo; options; CPU; GPU; CUDA.

Шилина Наталья Владимировна

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
университет»
n.v.shilina@gmail.com

Аннотация. В настоящее время применение вычислительных систем с гетерогенной архитектурой становится более востребованным. Технология CUDA применяется к огромному количеству задач, в том числе и в финансовой математике. В работе рассматриваются различные методы финансовой математики. Для построения моделей ценообразования опционов используется метод Монте-Карло. Эти алгоритмы хорошо подходят для реализации на графических процессорах, поскольку они основаны на большом количестве независимых операций. Проведен анализ эффективности использования графических процессоров в задачах финансовой математики.

Ключевые слова: Монте-Карло; опционы; CPU; GPU; CUDA.

Введение

В настоящее время, в связи с увеличением вычислений, важной проблемой стала эффективная реализация моделей, используя современные устройства. Как известно, в финансовом мире время играет очень важную роль, любая задержка в обработке информации может привести к огромным экономическим потерям. Поэтому для более эффективной работы используются технологии параллельных вычислений. Эффективным способом решения таких задач является ускорение на графических процессорах. Таким образом можно получить достаточно точные результаты с минимизацией времени.

Одним из важнейших и эффективных инструментов финансовой математики, предназначенных для страхования рисков, и, в свою очередь, ставшие объектом торговли, являются опционы. Так как сделки с опционами также рискованны, проблема определения справедливой цены опциона является весьма актуальной.

Существуют разные виды опционных контрактов, их главное отличие состоит в определении срока и цены исполнения. Чтобы сравнить эффективность применения графических процессоров в задачах финансовой математики, расчеты проводились для европейского и азиатского опционов. Европейский контракт исполняется строго в день экспирации, а цена исполнения азиатского

опциона определяется средней стоимостью базового актива за определённый период времени.

Методы финансовой математики и алгоритмы вычислений

Существующие методы финансовой математики для оценки любых опционов можно разделить на две основные группы: аналитические и численные методы.

Аналитические методы — это оценка с использованием математически полученных формул, которые позволяют мгновенно получить значение опциона, однако, доступны эти методы для очень ограниченного набора опционных контрактов (европейские и некоторые экзотические варианты). Примером такой формулы является модель Блэка-Шоулза-Мертонна.

Численные методы включают биномиальный метод, метод конечных разностей и метод Монте-Карло. Их преимущество в том, что они позволяют оценить стоимость любых опционов и деривативов. Однако точность этих методов, как правило, не идеальна. Также они требуют большего расчета и времени для получения результата.

В данной работе для программной реализации используется метод Монте-Карло. Суть этого метода состоит в оценке математического ожидания выплаты, которую опцион сгенерирует для своего владельца,

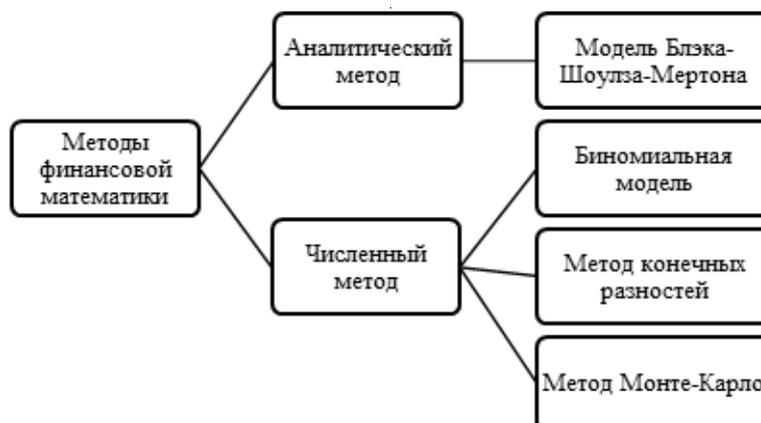


Рис. 1. Методы финансовой математики

многократно генерируя возможные ценовые пути движения акции. Алгоритмы определения цен с использованием метода Монте-Карло реализованы с помощью стохастического дифференциального уравнения.

Рассматривая опцион европейского типа, модель Блэка-Шоулза-Мерттона соответствует следующему стохастическому дифференциальному уравнению:

$$dS(t) = rS(t)dt + \sigma dB(t), \tag{1}$$

где $B(t)$ — стандартный винеровский процесс, $B(t) \sim N(0, t)$; S — цена базового актива в момент времени t ; r — годовая безрисковая процентная ставка.

В этом случае формула цены базового актива в день экспирации выглядит следующим образом:

$$S(T) = S_0 e^{\left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T + \sigma\sqrt{T}\varepsilon}, \tag{2}$$

где ε — случайная величина, распределенная по нормальному закону (распределение Гаусса), σ — среднеквадратическое отклонение доходности базовой акции.

Применение метода Монте-Карло для европейских опционов описывается следующим алгоритмом:

1. сгенерировать n случайных чисел для ε ;
2. используя формулу (2), вычислить цену базового актива $S(T)$ для каждого значения ε ;
3. вычислить среднее значение цены базового актива S^{cp} ;
4. по формуле (3) вычислить цену опциона C :

$$C = e^{-rT} S_{cp} \tag{3}$$

Используя метод Монте-Карло для азиатского опциона, необходимо сгенерировать случайный временной

ряд для цены базового актива за весь период времени. Необходимо разделить этот период времени на m частей. Тогда шаг

$$\Delta t = \frac{T}{m}.$$

В каждый момент времени цена будет зависеть от цены на предыдущем шаге. Формула цены базового актива выглядит следующим образом:

$$S(t_{i+1}) = S(t_i) e^{\left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)\Delta t + \sigma\sqrt{\Delta t}\varepsilon} \tag{4}$$

где Δt — промежуток времени между двумя измерениями цены.

Алгоритм для вычисления цены азиатского опциона с применением метода Монте-Карло выглядит следующим образом:

1. сгенерировать m случайных чисел ε и найти для каждого из них значение цены базового актива по формуле (4), $(i=0, 1, \dots, m)$;
2. по следующей формуле находим среднее арифметическое значение полученного ряда:

$$S = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S(t_i) \tag{5}$$

3. повторить п. 1 и п. 2 n раз;
4. вычислить цену опциона C по формуле:

$$C(s_0, T) = \frac{1}{n} e^{-rT} \sum_{j=1}^n S_j \tag{6}$$

Вычислительные системы и программная реализация

Вычислительные системы — это совокупность аппаратных и программных средств, используемые для

решения различных задач. Отличительная особенность вычислительных систем по отношению к электронно-вычислительным машинам заключается в наличии в них нескольких вычислителей, реализующих параллельную обработку. Основной проблемой в области суперкомпьютерных технологий является повышение производительности системы.

На основе принципов конвейерной обработки и суперскалярности были созданы микропроцессоры (CPU) и, позднее, графические ускорители (GPU). Использование графического процессора подходит не только для ускорения трёхмерной графики, но и для решения задач с высокой степенью параллелизма.

Современные графические процессоры имеют высокую скорость доступа к модулям памяти, обработка больших объёмов данных может происходить параллельно, а производительность достигает высоких значений.

Первоначально CPU и GPU создавались для определённого класса задач, а системы были однородными (состоящими из одного или нескольких компьютеров с одинаковой архитектурой). В настоящее время часто используют гетерогенные системы. Гетерогенные системы могут использовать универсальный процессор CPU и графический GPU совместно.

Стандартной гетерогенной системой является совокупность одного CPU и одного или более GPU. Однако GPU используется как сопроцессор к центральному процессору, который является «хостом», и называется «устройством».

GPGPU (General Purpose computing for GPU) — это техника использования GPU для расчетов, которые обычно выполняются на CPU.

Существуют различные платформы для GPGPU, такие как OpenCL, AMD FireStream, Nvidia CUDA и другие.

В данной работе используется платформа Nvidia CUDA (Compute Unified Device Architecture). CUDA использует CPU и GPU: на CPU выполняется последовательная часть кода, на GPU — параллельные участки кода, выполняемые одновременно несколькими потоками.

Для запуска параллельной реализации алгоритма использованы GPGPU NVidia Tesla M2050.

Для генерации случайных чисел с равномерным и нормальным распределением на GPU используется библиотека cuRAND.

Для симуляции Монте-Карло используется квазислучайный генератор. Генератор квазислучайных чисел уменьшает вероятность повторного появления случайного числа, поэтому этот генератор покрывает пространство равномернее.

Для того чтобы использование GPU было эффективным, необходимо использовать некоторые оптимизированные под него параллельные алгоритмы. В работе используются два алгоритма обработки массивов — параллельной редукции и префиксных сумм.

Численные эксперименты

Все вычисления произведены для опциона «колл». Опцион «колл» дает право купить актив в будущем по заранее установленной цене.

Начальные данные представлены ниже:

- ◆ цена базового актива $S_0 = 100$;
- ◆ цена исполнения опциона $K = 110$;
- ◆ время до истечения срока действия опциона $T = 1$ год;
- ◆ среднеквадр. отклонение доходности базовой акции $\sigma = 0,3$;
- ◆ безрисковая процентная ставка $r = 0,1$.

Подставив эти данные в формулу Блэка-Шоулза-Мертона,

$$C(S, t) = SN(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

получим следующие значения:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{100}{110}\right) + \left(0,1 + \frac{0,3^2}{2}\right)}{0,3} = 0,1656 \approx 0,17$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{100}{110}\right) + \left(0,1 - \frac{0,3^2}{2}\right)}{0,3} = -0,1344 \approx -0,13$$

$$N(d_1) = N(0,17) = 0,5675$$

$$N(d_2) = N(-0,13) = 1 - N(0,13) = 1 - 0,5517 = 0,4483$$

$$C(S_0, 0) = 100 \times 0,5675 - 110 \times e^{-0,1} \times 0,4483 = 56,75 - 44,62 = 12,13$$

Таким образом, цена европейского опциона с такими исходными данными равна 12.13

Изначально было сгенерировано малое количество случайных чисел. Из-за этого сходимость к значению, по-

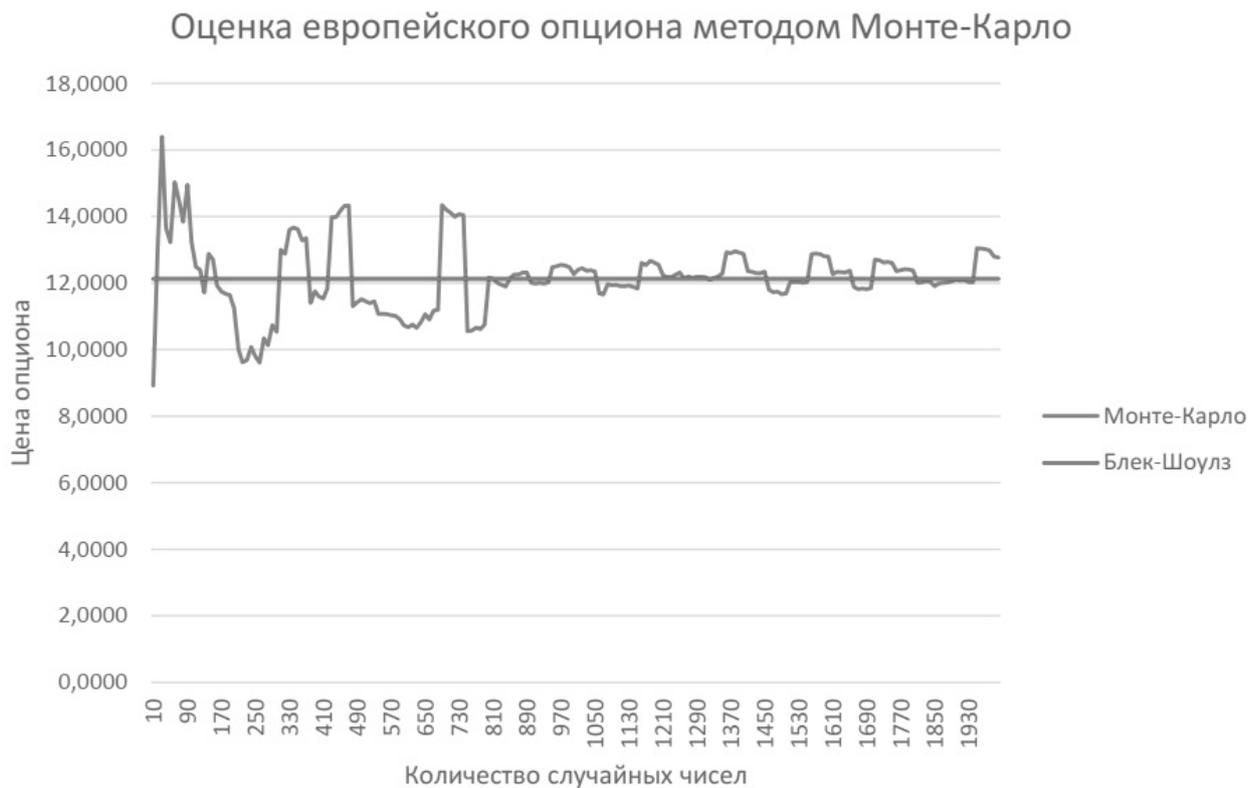


Рис. 2. Оценка европейского опциона методом Монте-Карло (вар. 1)



Рис. 3. Оценка европейского опциона методом Монте-Карло (вар. 2)

Таблица 1. Сравнительный анализ скорости вычислений на CPU и GPU, европейский опцион

Кол-во случайных чисел	Время на CPU, мс	Время на GPU, мс
361 000	59	13
2 762 600	397	14
6 892 600	991	19
10 893 600	1602	22
15 253 600	2276	27
20 296 000	3122	30



Рис. 4. Ускорение вычислений на GPU

лученному по формуле Блэка-Шоулза-Мертонa, недостаточная. На рис. 2 изображен график, на котором красной линией обозначено это значение.

Если количество случайных величин увеличить, то сходимость будет намного больше. На рис. 3 изображен такой график. Можно заметить, что при количестве случайных величин, равных 20 млн., сходимость достаточно высокая.

Также важной задачей является сравнить скорость вычислений на CPU и GPU. Сравнительный анализ представлен в табл. 1:

Таким образом, при 361 тыс. случайных чисел, ускорение равно 4.5, а при 20.2 млн. — 104.

Следовательно, использование GPU для вычисления цены европейского опциона является эффективным.

Стоит заметить, что с увеличением количества случайных чисел ускорение на GPU возрастает. Это можно заметить на графике рис. 4. CPU исполняет поток инструкций последовательно, несмотря на максимальную производительность. В то время как GPU исполняет большое количество потоков параллельно.

Таблица 2. Сравнительный анализ скорости вычислений на CPU и GPU, азиатский опцион

Кол-во случайных чисел	Время на CPU, мс	Время на GPU, мс
361 000	57	139
2 762 600	368	194
6 892 600	919	493
10 893 600	1472	785
15 253 600	2165	1143
20 296 000	2984	1530

Оценка азиатского опциона методом Монте-Карло

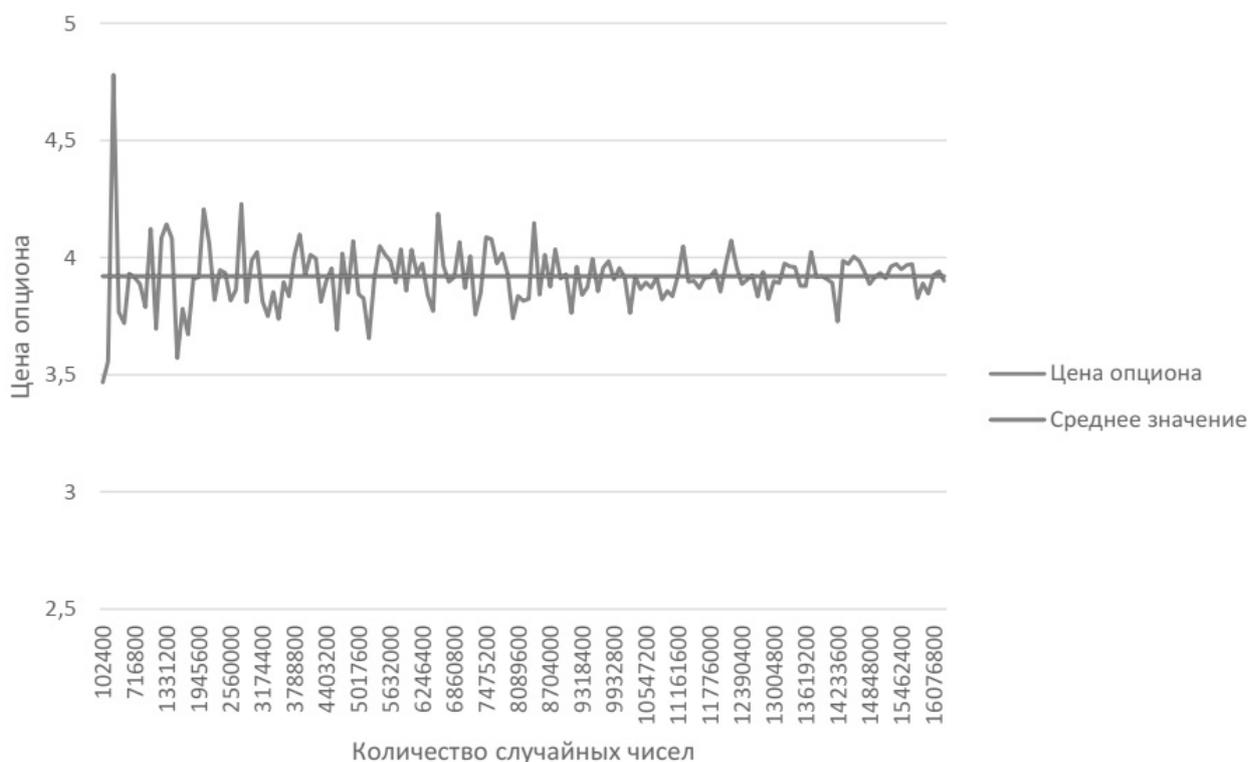


Рис. 5. Оценка азиатского опциона методом Монте-Карло

Для азиатского опциона вычисления сложнее, необходимо считать цену базового актива для каждого отрезка времени.

В расчетах используются те же начальные данные. Среднее значение такого опциона равно 3,95. На графике рис. 5 представлена сходимость к этому значению.

Сравнительный анализ скорости вычислений на CPU и GPU представлен в табл. 2:

Среднее ускорение равно 2. Следует отметить, что по сравнению с европейским вариантом ускорение значительно ниже. Причины этого — характеристики азиатских опционов. Как упоминалось ранее, на каждой итерации необходимо рассчитать промежуточное зна-



Рис. 6. Скорость вычисления азиатского опциона на CPU и GPU

чение цены базового актива и использовать алгоритм префиксных сумм.

График на рис. 6 показывает, как меняется скорость расчета цены азиатского опциона в зависимости от использования разных процессоров.

Следовательно, использование GPU для вычисления цены азиатского опциона с помощью стохастического дифференциального уравнения является неэффективным.

Выводы

В данной работе были проведены численные эксперименты с использованием технологии CUDA. Показаны методы Монте-Карло для расчета цен европейских и азиатских опционов с использованием стохастических дифференциальных уравнений. Проведен анализ эф-

фективности использования графических процессоров в задачах финансовой математики.

Были достигнуты следующие результаты программной реализации методов Монте-Карло на модуле обработки NVidia Tesla M2050 GPGPU:

- ◆ ускорение в 104 раза для расчетов цен европейских опционов с использованием стохастического дифференциального уравнения;
- ◆ ускорение в 2 раза для расчетов цен азиатских опционов с использованием стохастического дифференциального уравнения.

В результате вычислительных экспериментов по расчету цены азиатского опциона с использованием стохастического дифференциального уравнения использование графического процессора оказалось неэффективным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экономико-математическое моделирование финансового рынка / В. К. Бурлачков, А. В. Гусаков // Финансовый менеджмент. — 2008. — N.5. — С. 135–143.
2. Вычисления на GPU: мифы и реальность. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://compress.ru/article.aspx?id=23724>
3. Джон К. Халл. Опционы, фьючерсы и другие производные финансовые инструменты. Изд. дом. Вильямс, 2014. 1072 с.
4. Bluemke A. How to Invest in Structured Products: A Guide for investors and Asset Managers. Wiley Finance, 2009.

5. Глухов М. Оценка опционов методом Монте-Карло // *Futures&Options*. 2009. № 4
6. F. Black, M. Scholes. The pricing of options and corporate liabilities // *Journal Political Economy*, 1973. Vol. 81. No. 3. P. 637–659
7. Особенности и перспективы применения модели Блэка-Шоулза для российского рынка / А. А. Масалова, А. А. Гладилин // *Современная экономика*. — 2019. — с. 150–153.
8. Cox J.C., Ross S. A., Rubinstein M. Option pricing: a simplified approach // *Journal of Financial Economics*, September, 1979. 7. P. 229.
9. Ворошилова Наталья Александровна Сравнительный анализ методов моделирования стоимости опционов // *Научный журнал КубГАУ — Scientific Journal of KubSAU*. 2007. № 26.
10. Boyle Ph. Options: a Monte Carlo approach // *Journal of Financial Economics*. 1977. 4. P. 323–338.
11. Соболев И.М., Численные методы Монте-Карло. М.: Наука, 1973. 307 с.
12. Ермаков С. М. Метод Монте-Карло в вычислительной математике: Вводный курс. СПб.: Невский Диалект; М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 192с.
13. Hongbin Zhang. Pricing Asian Options using Monte Carlo Methods. Department of Mathematics Uppsala University, 2009. 36 с.
14. Михаил Глухов. Оценка экзотических опционов методом МонтеКарло. *Futures&Options*, май 2009. 40–49 с
15. Hyesoon Kim, Richard Vuduc, Sara Baghsorkhi. Performance Analysis and Tuning for General Purpose Graphics Processing Units (GPGPU) // *Morgan & Claypool Publishers*, 2012
16. А.В. Боресков, А. А. Харламов. Основы работы с технологией CUDA. Изд. дом. ДМК Пресс, 2010, 232 стр.
17. А.В. Боресков и др. Предисл.: В. А. Садовничий. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA: Учебное пособие. Изд-во Московского университета, 2012, 336 стр.
18. Официальный сайт Nvidia <http://www.nvidia.ru/object/gpucomputingapplications-ru.html>

© Шилина Наталья Владимировна (n.v.shilina@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Санкт-Петербургский Государственный Университет

СИСТЕМА ЧИСЛЕННОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОГОДЫ

NUMERICAL WEATHER FORECASTING SYSTEM

N. Shilina

Summary. This paper presents a brief description of modern methods of prediction and meteorological weather forecasts using numerical methods and hydrodynamic models of the atmosphere. The practical significance of using numerical methods for predicting weather events is proved. Specific equations for determining the state of the atmosphere are presented. The article also provides diagrams of predictive grids in vertical, horizontal and three-dimensional representations and describes the differences between these models.

Keywords: numerical methods; numerical weather forecast; hydrodynamic models; predictive grid.

Шилина Наталья Владимировна

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»
n.v.shilina@gmail.com

Аннотация. В настоящей работе представлено краткое описание современных методов предвычисления и метеорологических прогнозов погоды с использованием численных методов и гидродинамических моделей атмосферы. Обосновано практическое значение использования численных методов для прогнозирования погодных явлений. Представлены конкретные уравнения для определения состояния атмосферы. Также в статье приводятся схемы прогностических сеток в вертикальном, горизонтальном и трехмерном представлении и описываются различия этих моделей.

Ключевые слова: численные методы; численный прогноз погоды; гидродинамические модели; прогностическая сетка.

Сотлетиями человечество интересовало погодные и климатические феномены, однако их предсказание до недавнего времени оставалось неясным и ненадежным процессом. К XIX веку синоптики научились наносить на специальные погодные карты точки с указанием давления и соединять линией точки с одинаковыми показателями. Так создавались шаблоны циклонов и антициклонов. Теперь для предсказания погодных явлений появился некоторый материал, однако и здесь прогнозист имел большое значение, поскольку применял свой опыт, память и достаточно примитивные методы вычислений, чтобы предсказывать движения воздушных масс.

Успехи термодинамики и в дальнейшем метеорологии во второй половине прошлого века были революционными. К XXI веку метеорология стала полностью формализованной областью научного знания, а ее практические результаты сегодня доступны обществу в качестве ежедневного и даже почасового прогноза погоды.

Численные (гидродинамические) методы прогнозирования климатических явлений основаны на математическом решении системы полных уравнений гидродинамики и получении прогностических полей давления и температуры для конкретных временных

промежутков. Следует отметить, что глобальное потепление привело к увеличению числа аномальных природных явлений и сделало особенно актуальным их точное предсказание, чему способствуют численные методы [6].

Необходимость применения численных методов обусловлена невозможностью использования глобальных моделей для точного определения метеорологических характеристик в конкретном регионе [9, 2]. Точность численных прогнозов зависит от скорости расчета вычислительных систем, от количества и качества информации, поступающей с метеостанций [8]. Чем больше данных, тем точнее расчет. Если техническая и математическая сторона метода ежегодно улучшается, то, к сожалению, в последние годы на территории нашей страны значительно уменьшилось число метеорологических и аэрологических станций, что существенно влияет на конечный результат [4, 5].

Современные методы прогнозирования климатических условий, элементов и явлений погоды основываются на информации, получаемой в результате расчета численных моделей атмосферы. Этот тезис не перестает быть актуальным уже три десятилетия, однако на разных этапах этого периода качество и ко-

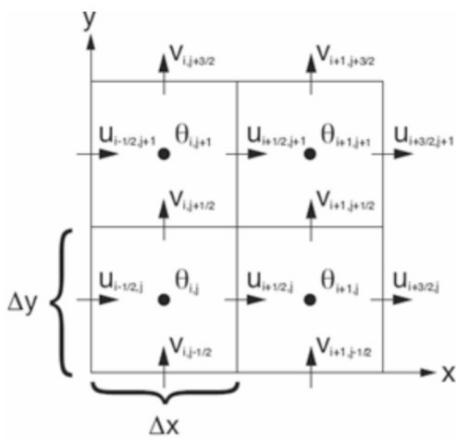


Рис. 1. Схема прогностической сетки, горизонтальная проекция

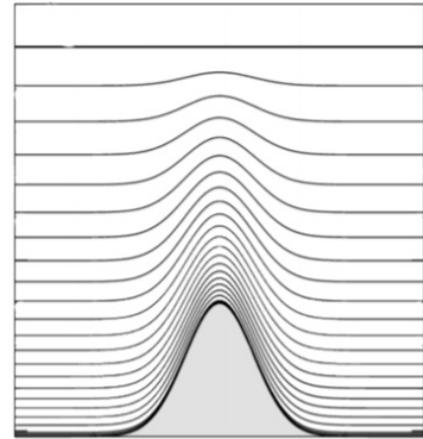


Рис. 2. Схема прогностической сетки, вертикальная проекция

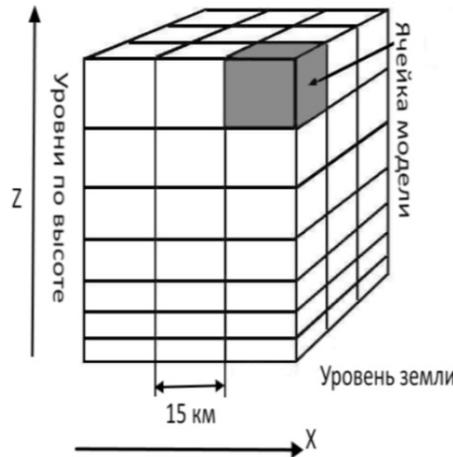


Рис. 3. Схема прогностической сетки, трехмерная проекция

личество информационного обеспечения процесса создания прогноза на основе модельных данных было различным [1].

Каждая гидродинамическая модель прогноза атмосферных параметров основывается на численном решении уравнений с помощью ЭВМ, которые описывают развитие состояния атмосферы [3]. Это:

- ◆ три уравнения движения для расчета компонент скорости перемещения воздушной массы:

$$dV/dt = F(\rho, p, \Omega, x, y, z, t), \quad (1)$$

$$dU/dt = F(\rho, p, \Omega, x, y, z, t), \quad (2)$$

$$dw/dt = F(\rho, p, \Omega, x, y, z, t); \quad (3)$$
- ◆ уравнение баланса массы (неразрывности):

$$dp/dt + Fp(pV) = 0; \quad (4)$$
- ◆ уравнение притока тепла:

$$dT/dt = FT(x, y, z, t); \quad (5)$$
- ◆ уравнение баланса влаги:

$$dq/dt = Fq(x, y, z, t). \quad (6)$$

Все уравнения модели записываются в узлах прогностической сетки. Как правило, это сетки с равномерными шагами по горизонтали и неравномерным по вертикали. Невысоко от земли расстояние между вертикальными уровнями меньше, а в свободной атмосфере, наоборот, больше. Схемы прогностической сетки показаны на рисунках 1–3.

Все модели различаются по следующим параметрам:

- ◆ пространственный охват (глобальные и региональные);
- ◆ методы решения;
- ◆ шаг по пространству (горизонтальное и вертикальное разрешение);
- ◆ физическое наполнение;
- ◆ метод описания физических процессов.

По пространственному охвату модели делятся на глобальные и региональные.



Рис. 4. Схема технологий численного прогнозирования погоды, глобальные модели

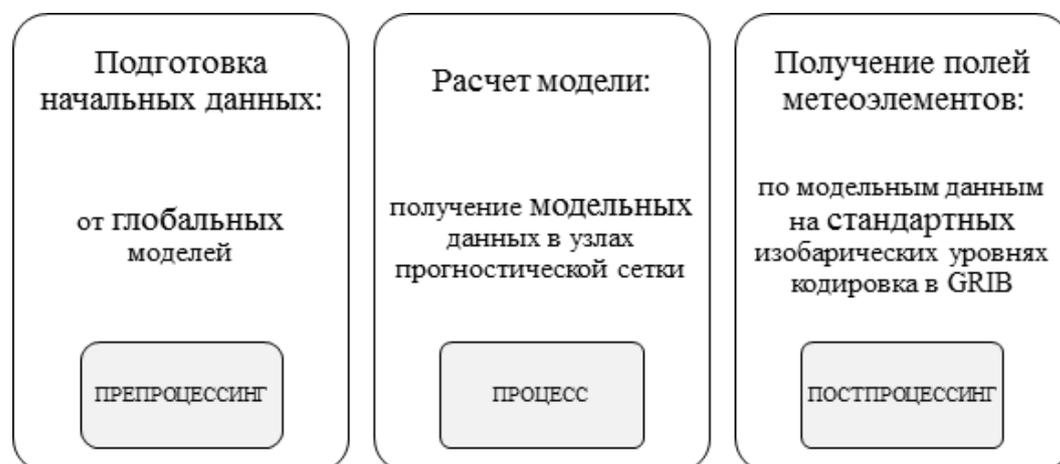


Рис. 5. Схема технологий численного прогнозирования погоды, региональные модели

Глобальные модели рассчитываются по всему земному шару, в то время как региональные модели используются для ограниченной территории. Очевидно, модели общей циркуляции атмосферы (для долгосрочных прогнозов и климата) бывают только глобальными. Для краткосрочного прогноза используются обычно региональные модели атмосферы [7].

Для расчета прогнозов по глобальным моделям необходимы начальные данные, которые получают посредством систем усвоения данных наблюдений.

Для расчета региональных моделей, кроме начальных данных, нужны еще данные на границе прогностической сетки на весь период прогноза. Совокупность начальных и граничных данных региональных моделей получают из глобальных моделей.

Схемы современных технологий численного прогнозирования погоды на основе глобальных и региональных моделей приведены на рисунках 4 и 5 соответственно. Объединение всех процессов в единое целое называется системой численного прогнозирования погоды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Багров А. Н. Сравнительная оценка успешности прогнозов элементов погоды на основе ряда отечественных и зарубежных моделей атмосферы различного масштаба (в период с апреля по сентябрь 2011 года) // Информационный сборник № 39 «Результаты испытаний новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов». Москва. — 2012. — С. 69–79.
2. Ботыгин И.А., Шерстнев В. С., Шерстнева А. И. Программные средства построения мезомасштабных атмосферных моделей // Вестник евразийской науки, 2015, том 7, № 6. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/programmnye-sredstva-postroeniya-mezomasshtabnyh-atmosfernyh-modeley>

3. Вербицкая Е. М. Современные методы и технологии прогнозирования метеорологических параметров // Хабаровск, 2018. 88 с.
4. Вербицкая Е.М., Романский С. О. Применение высокопроизводительных систем для численного прогноза погоды в Дальневосточном регионе России // Вестник Тихоокеанского государственного университета. — 2015. — № 3 (38). — С. 131–140.
5. Вербицкая Е.М., Романский С. О. Система численных прогнозов погоды для метеорологического обслуживания авиации в Дальневосточном регионе России // Метеоспектр. — 2016. — № 4. — С. 50–55.
6. Гончуков Л.В., Ламаш Б. Е. Численный прогноз опасных явлений погоды по северу Приморского края // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук, 2010, № 6, с. 17–23.
7. Информационный сборник «Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов». Вып. 35, 2008, вып. 39, 2012, вып. 41, 2014, 42, 2015.
8. Костарев С.В., Русин И. Н. Оценка качества численного прогноза температуры воздуха в зависимости от синоптической ситуации в Пермском крае // Географический вестник, 2019, № 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://press.psu.ru/index.php/geogr/article/view/2640>
9. Фоменко А. А. Численный прогноз погоды для сибирского региона // Интерэкспо Гео-Сибирь, 2009. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chislennyy-prognoz-pogody-dlya-sibirskogo-regiona>

© Шилина Наталья Владимировна (n.v.shilina@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Санкт-Петербургский Государственный Университет

«СКВОЗНЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ МУЗЕЙНО-ВЫСТАВОЧНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

«END-TO-END» TECHNOLOGIES IN MODERN MUSEUM AND EXHIBITION SPACE

N. Yurov

Summary. The article is devoted to the use of digital technologies, representatives of the economic community, called “through,” in the modern museum and exhibition space. The author identifies their role in the formulation of a new modern cultural product. We consider the experience of applying artificial intelligence, robotics, virtual reality technologies and wireless communication as “radical innovations” successfully applied by famous artists around the world in order to create a new aesthetic experience. It is concluded that today there is a need to search for and develop new paradigm foundations and theoretical and methodological constructions that can detail and explain the proposal of works of modern digital art to reach the multisensory, bodily and affective levels of image generation and its perception by the viewer through the prism of generative partisan art.

Keywords: «end-to-end» technologies, museum and exhibition space, cultural product, creative and adversarial network, artificial intelligence, virtual reality.

Юров Никита Олегович

ФГОАУ ВО «Самарский национальный
исследовательский университет имени академика
С. П. Королева»
no.yurov@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена вопросам применения digital-технологий, представителями экономического сообщества, названных «сквозными», в современном музейно-выставочном пространстве. Автором обозначена их роль в формулировании нового современного культурного продукта. Рассматривается опыт применения искусственного интеллекта, робототехники, технологий виртуальной реальности и беспроводной связи как «радикальных инноваций», успешно применяемых известнейшими художниками во всем мире в целях создания нового эстетического опыта. Делается вывод о том, что на сегодняшний день существует необходимость поиска и разработки новых парадигмальных основ и теоретико-методологических конструкций, способных детализировать и объяснить предложение произведений современного digital-искусства выхода на мультисенсорный, телесный и аффективный уровни генерации образа и его восприятия зрителем через призму генеративного партиспаторного искусства.

Ключевые слова: «сквозные» технологии, музейно-выставочное пространство, культурный продукт, креативно-состязательная сеть, искусственный интеллект, виртуальная реальность.

Практический интерес к вопросам технологизации искусства обуславливается социокультурным контекстом новой познавательной ситуации, вызванной становлением и развитием постиндустриального общества на фоне информационно-цифровой революции. Само становление этого общества связано с быстрым распространением digital-технологий нового поколения, которые в силу масштабов и глубины влияния получили название «сквозных», — искусственного интеллекта, робототехники и ее производных, технологий виртуальной реальности, технологий беспроводной связи и пр. [5]. В результате, они начали стимулировать глубокие социокультурные трансформации во всех сферах современного общества. Сегодня, эти изменения лавинообразно нарастают и затрагивают не только социокультурную сферу, но и самого человека: цифровые технологии влияют на образ его жизни, ценности и телесность, значительно меняя способы существования.

Аспект развития диджитализации изобразительного искусства и институтов его репрезентации обуславливается также социокультурным контекстом новой познава-

тельной ситуации, вызванной становлением и развитием такого явления как *креативная экономика (экономика эмоций)* Данная концепция отражает специфическую систему взаимодействия между культурой, экономикой и технологиями, которая позволила креативным индустриям быстро стать глобальными, «и без труда пересекать национальные границы и завоевывать международные рынки» [4]. Фактически, именно эта транзитная способность отрасли и является одним из условий ее развития и роста. Следовательно, если digital-индустрия является катализатором роста креативной экономики (экономики эмоций), то концептуальный и материальный состав (структура) первой должен постоянно развиваться в целях популяризации получаемого в ходе этого «сотрудничества» культурного продукта.

Данный тезис доказывается тем фактом, что в музейно-выставочном пространстве всего мира актуализируется применение «сквозных» технологий и, более того, на экспериментальной базе формулируется опыт апробации действительно новых технико-технологических достижений. В данном контексте, вслед за Г.В. Су-

ровицкой, «сквозные» технологии следует принимать как радикальные инновации [3], которые способствуют развитию не только конкретно экономических институтов, но и «околоэкономических», таких как искусство, коммерциализация которого все же второстепенна. Этот вопрос развит в работах Дж. Белла, Ч. Гира, М. Дакоза, М. Кастельса, Т. Куна, Н. Лумана, Дж. Нейсбита, Р.Б. Фуллера, Г. Хакена и пр.

Примером интеграции *искусственного интеллекта* в практику культурных институтов является совместный проект Эрмитажа и Российского фонда прямых инвестиций (2019), в рамках которого была создана выставка, представляющая 14 работ из 12 стран. Для их создания было использовано два основных механизма: первый — генеративно-состязательная сеть (GAN), созданная исследователем Я. Гудфеллоу в 2014 г. Это комбинация двух нейронных сетей с разным функционалом: одна все время создает максимально разные образцы на основе загруженной в нее информации, а вторая, состязательная, — дискриминатор, который отличает подражательные изображения, созданные первой сетью, от настоящих. Второй механизм — креативно-состязательная сеть (CAN). Она работает по тому же принципу создания и отбраковки, только дискриминатор осуществляет попытку соотнесения созданных работ с имеющимися в его базе данных стилями и направлениями. Благодаря этому взаимодействию генератор учится создавать работы, которые не совпадают ни с одним из стилей, известных дискриминатору. Одной из наиболее популярных картин стала работа итальянского художника Давиде Квайолы «Летние сады». Он снял на видео цветы, которые колебались при порывах ветра. Далее работать стал не художник, а креативно-состязательная сеть — она преобразует полученную информацию в полотна французских импрессионистов. Одновременно с этим, палитра и движения на видео остаются неизменными: сеть создает поверх исходных данных новую живопись [1].

Наиболее ярким представителем «сквозной», или так называемой динамической живописи является канадский художник С. Басе. Он использует широкий спектр техник, основанных на привычных стилях живописи. Благодаря им, художник преобразовывает мазки кистью в алгоритмы, которые отображают так называемый «ДНК» картины (подобно ДНК живых организмов). Объекты, составляющие изображение, постепенно трансформируются, непрерывно меняют цвета и структуру поверхности. Одновременно с этим, картины всегда уникальны и никогда не повторяются. Процесс преобразования протекает плавно, создавая ощущение «текучести» составляющих элементов. Среди арт-проектов С. Басе — «Виртуальный пейзаж. Северная Канада», «Путешествие по фрактальному лесу», «Солярис», «Город»

и др. В рамках данного «направления» искусства работала художница и био-хакера Х. Дьюи-Хагборг, которая в 2014 г. прошла по улицам Нью-Йорка и собрала материалы, на которых могли остаться следы человеческого ДНК (окурки сигарет, использованная жевательная резинка), отнесла их в лабораторию и воссоздала портреты незнакомцев по их биологическому материалу с применением *технологии роботизированной микроскопии*. По сути, художница подняла вопрос о границах личного отдельно взятого человека.

Технологии беспроводной связи также становятся инструментом создания культурного продукта в современном музейно-выставочном пространстве. Под ними традиционно понимается «подкласс информационных технологий, которые служат для передачи информации на расстоянии между двумя и более точками, не требуя связи их проводами. Для получения информации может использоваться инфракрасное излучение, радиоволны, оптическое и лазерное излучение» [2]. Классическими примерами таких технологий являются Bluetooth, Wi-Fi и WiMax, беспроводные сенсорные сети, мобильные связи разных поколений G, спутниковые связи и другие. В разрезе искусства, интерактивные инсталляции студии «Stain» — «MIMPI» и «One Story» — как нельзя лучше иллюстрируют данную категорию. Первая представляет собой экспериментальный проект, стартовавший в 2012 г., который объединяет в себе многопользовательскую интерактивность и создание изображений. Зрители могут непосредственно влиять на создаваемое изображение, наклоняя свои мобильные устройства (на базе iOS или Android). Звуковое сопровождение для инсталляции создано музыкантом Lazyfish. Звук синхронизируется с изображением в реальном времени с помощью параметров vvvv через OSC. Взаимодействие публики с инсталляцией превращается в некую игру или, точнее, медитацию. Визуальная сложность изображения является метафорой виртуальных структур: какими бы сложными они не казались в целом — каждый человек в отдельности может очень легко изменять их части. Сознание каждого, кто участвует в этой инсталляции, полностью погружается в процесс изменения изображения и восприятие эмоционального ответа от этого процесса. Графически инсталляция выполнена в футуристическом стиле. Она содержит историческую иронию и желание переосмыслить наше отношение к технологиям. Потоки данных от зрителей трансформируют и окрашивают параметризованную поверхность изображения. Четвертым измерением в инсталляции является время. Его течение определяется тем, как зрители передвигают свои устройства — быстро или медленно, плавно или рывками. Погруженность в процесс непрерывного изменения изображения дополняется бодрой и мелодичной музыкой, меняющейся в зависимости от параметров изображения.

Метод взаимодействия с инсталляцией для зрителей является весьма актуальным, что позволяет привлечь множество участников и обеспечивает богатый набор создаваемых образов. В контексте данной инсталляции наиболее справедлива одна из описанных Т. Шехтер трактовок времени в искусстве XX в.: время «как вечность, в которой не пребывают, но которая открывается и которая противостоит напряженному «зигзагообразному» времени человеческой жизни» [6].

Практика интеграции достижений *виртуальной реальности* в культурных институтах в значительной степени более развита, чем иные вариации «сквозных» технологий. В своей книге «From Technological to Virtual Art», Ф. Поппер исследует эволюцию интерактивного искусства в разрезе новых медиа и IT-инженерии, его отличия от своих исторических предшественников через современное компьютерное искусство, мультимедиа и net-арт. Ученый показывает, что современное виртуальное искусство является собой дальнейшее совершенствование технологического искусства конца XX в., и, одновременно с этим, отход от него [8]. По мнению И. И. Югай, изучавшей в своих трудах проблематику медиареальности в изобразительном искусстве, опыт взаимодействия с ней позволяет digital-художникам расширять палитру выразительных средств, апробировать новые способы и принципы формообразования, поставить новые творчески задачи. При этом, формулируется особый партиципативный контекст, в основе которого лежат следующие основные задачи [7]:

- ◆ трансформация способов и форм деятельности, в т.ч. актуализация характерных для медиа структурных композиционных решений, причинно-следственных связей;
- ◆ смешение фигуративного и нефигуративного подходов;
- ◆ формулировка новой процессуальности, основанной на принципах работы с пользовательским интерфейсом;
- ◆ образность, заимствованная из новых медиа жанров;
- ◆ сочетание художественного и документального;
- ◆ увеличение или избыток визуальной информации.

Данные принципы в той или иной мере концентрируются в системе виртуального искусства как вида digital-искусства, созданного посредством «сквозных» технологий. В качестве актуальных примеров можно привести деятельность австрийского художника С. Кэмпбелла, известного под псевдонимом Sutu, который создает необычные трехмерные картины. По его словам, VR — это идеальная среда, обеспечивающая полноценное погружение зрителя в мир искусства. Разработчик игр из США К. Каули, воссоздал знаменитую картину В. ван Гога «Ночное кафе» в 3D, привнес в нее дополнительные элементы. Зрители здесь, соответственно, не только пассивные наблюдатели, но и активные участники действия: программист добавил возможность побродить по нарисованному кафе с помощью контроллеров. Художник К. Мак создает красочные абстрактные композиции в виртуальной реальности, например, проект «Blortasia»: он называет свое искусство «The Mysterious Mystery of The Mystery of The Mysterious». В целом, отличительная черта VR-живописи — это чаще всего трехмерность изображения, анимация, а также дополнительные эффекты, например, музыкальный ряд, помогающий в большей степени эстетизировать как объект искусства, так и «территорию», на которой он находится.

Приведенные выше примеры наглядно иллюстрируют, как в рамках музейно-выставочного пространства произведения искусства создаются посредством digital «сквозного» инструментария. Безусловно, подобная практика отражает иной взгляд на культурный продукт в целом, однако, неоспоримо, что интерес и сложность исследования диджитализации изобразительного искусства в контексте техно-, или скорее инженерно-художественной гибридации проистекают из скорости развития digital-технологий, существующих на стыке традиционного, т.е. доцифрового и постцифрового. Данный тезис обуславливает необходимость нового поиска и разработки новых парадигмальных основ и теоретико-методологических конструкций, способных детализировать и объяснить *предложение* произведений современного digital-искусства выхода на мультисенсорный, телесный и аффективный уровни генерации образа и его восприятия зрителем через призму генеративного партиципаторного искусства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Какое искусство создает искусственный интеллект. — 12.06.2019 // Электронное периодическое издание «Ведомости» (Vedomosti). — URL: <https://www.vedomosti.ru/lifestyle/articles/2019/06/12/804071-iskusstvo-sozdaet> (дата обращения: 11.07.2020)
2. Колыбельников А. И. Обзор технологий беспроводных сетей // Труды МФТИ. 2012. Т. 4. № 2. С. 3–29
3. Суровицкая Г.В. «Сквозные» цифровые технологии в региональной экономике // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2019. № 4 (32). С. 16–23.
4. Чепьюк О.Р., Кравченко В. С., Демина М. Г. От креативной экономики к эстетическому капитализму: в вопросе о роли эмоций в экономической коммуникации // Философия хозяйства. 2018. № 4. С. 70–82

5. Что такое цифровая экономика? Тренды, компетенции, измерение: докл. к XX Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 9–12 апр. 2019 г. / Г. И. Абдрахманова, К. О. Вишневецкий, Л. М. Гохберг и др.; науч. ред. Л. М. Гохберг; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. — 82 с.
6. Шехтер Т. Е. Искусство как образ мира: Избранные работы по теории и истории искусства. — СПб.: СПбГУП, 2012. — 390 с.
7. Югай И. И. Медиа реальность в изобразительном искусстве // Наука телевидения. 2019. № 15.2. С. 183–205
8. Popper F. From technological to virtual art. — Cambridge, Mass; London: MIT press, cop. 2007. — 459 p.

© Юров Никита Олегович (no.yurov@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Самара

МОДЕЛЬ АДАПТИВНОЙ НЕЙРОННОЙ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ МАНИПУЛЯЦИОННОГО РОБОТА

MODEL OF ADAPTIVE NEURAL CONTROL CIRCUIT OF NONLINEAR DYNAMIC SYSTEMS OF A MANIPULATING ROBOT

**Yan Zhengjie
N. Rostov**

Summary. The article discusses the features of manipulation robot control. The scientific foundation of knowledge was formed by the theory of neural network modeling and fuzzy sets. The simulation was carried out on the example of an industrial three-link manipulation robot. Based on the results of the study, the article developed a model of an adaptive neural control scheme for nonlinear dynamic systems of a manipulation robot based on the Elman recurrent network. The algorithm for controlling the rotation of the robot manipulator is also formalized.

Keywords: neural circuit, manipulation robot, movement, turn, obstacles, accuracy.

Янь Чжэнцзе

*Аспирант, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
yanzhengjie1019@gmail.com*

Ростов Николай Васильевич

*К.т.н., доцент, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
rostovnv@mail.ru*

Аннотация. В статье рассмотрены особенности управления манипуляционным роботом. Научный фундамент познания составила теория нейросетевого моделирования и нечетких множеств. Моделирование проводилось на примере промышленного трехзвенного манипуляционного робота. По результатам исследования в статье разработана модель адаптивной нейронной схемы управления нелинейными динамическими системами манипуляционного робота на основе рекуррентной сети Элмана. Также формализован алгоритм управления поворотом манипулятора робота.

Ключевые слова: нейронная схема, манипуляционный робот, перемещение, поворот, препятствия, точность.

В эпоху интенсивного развития научно-технического прогресса одним из ключевых направлений совершенствования промышленного производства является его автоматизация, которая позволяет повысить рост эффективности благодаря улучшению качества выпускаемой продукции, а также сокращению числа занятых. Значительные перспективы автоматизации не только в промышленности, но и во многих сферах жизни, заключены в использовании роботизированных комплексов, в состав которых входят механические манипуляторы и системы управления ими. Применение промышленных роботов-манипуляторов позволяет повысить точность выполнения технологических операций, уменьшить влияние человеческого фактора на производственный процесс, сократить площадь производственных помещений и обеспечить бесперебойную работу в течение 365 дней в году и в определенной степени уменьшить влияние вредных факторов на персонал [1].

Управление роботами-манипуляторами имеет ряд существенных отличий. В первую очередь, это обусловлено значительным количеством механических осей, которые регулируются обособленно. Так, сегодня наиболее распространенными являются роботы, которые

имеют шесть и более осей. Очевидно, что между осями образуются динамические и кинематические связи, специфику которых необходимо принимать во внимание, чтобы достичь необходимого качества процессов управления. Например, нелинейность кинематической схемы, которая характерна для большинства роботов, существенным образом ограничивает ускорение и скорость в разных точках рабочего пространства.

Традиционные стратегии управления, к числу которых относятся наиболее распространенные замкнутые системы управления с ПИД-регуляторами, не всегда способны обеспечить высокое качество управления сложными динамическими системами манипуляционного робота [2]. В данном случае одним из наиболее перспективных направлений является применение нейросетевых технологий.

Нейроуправление сочетает элементы таких дисциплин, как автоматическое управление, искусственный интеллект, робототехника. Нейронные сети имеют ряд уникальных качеств, обуславливающих использование их в системах управления: нейронные сети способны к обучению на основе накопленных данных, они представляют собой мощный метод имитации процессов

и явлений, позволяют воспроизводить очень сложные зависимости, нейронные сети могут адаптироваться к изменению свойств объекта управления и внешней среды, имеют высокую устойчивость к повреждениям своих элементов, поскольку обработка информации выполняется одновременно всеми нейронами.

Таким образом, с учетом вышеизложенного, исследование особенностей и возможностей применения методов нейросетевого управления динамическими системами манипуляционного робота для эффективного выполнения им сложных задач, которые включают разработку комплексных интеллектуальных систем контроля его состояния и планирования действий, является актуальной научно-практической проблемой, которая и обуславливает выбор темы данной статьи.

Вопросам управления манипуляционными автономными объектами посвящено значительное количество публикаций таких авторов как: Оськин Д. А., Дьяченко М. Е., Лесков А. Г., Энгель Е. А., Dai Changsheng, Stelter Simon, Lopez-Lara J. Guillermo.

Ключевые аспекты теории и методы синтеза систем управления нелинейными многомерными динамическими объектами на базе многослойных нейросетей подробно рассматриваются в работах Shi Qun, Sanalitra Dario, Sternad Dagmar, Francois R., И. М. Макарова, В. М. Голубика, С. В. Манько. В работах указанных авторов значительное внимание уделено фундаментальным свойствам нелинейных многослойных нейросетей и алгоритмам их обучения в режиме реального времени, также приведены примеры компьютерного моделирования нейросетевых систем управления связанными манипуляционными роботами с применением пакета MATLAB.

Кроме того, следует отметить, что в ведущих научных лабораториях мира разработано много методов использования нейронных сетей для решения задач управления динамическими объектами, среди которых следует отметить следующие: обобщенное инверсное управление, метод обратного распространения ошибки по прямому нейроэмулятору, модельное управление по прогнозу, методы управления на основе адаптивной критики, метод многомодульного управления на основе инверсных и прямых моделей, методы гибридного параллельного управления при использовании нейронных сетей, метод нейросетевой фильтрации внешних возмущений, нейроуправление с эталонной моделью и другие.

Существующие на сегодняшний день достижения, а также успешно адаптированные модели наглядно иллюстрируют эффективность применения нейросетевых методов управления различными промышленными

объектами, в том числе и роботами, в сложных условиях функционирования.

В тоже время не подлежит сомнению тот факт, что современные системы управления манипуляционными роботами должны эффективно приспосабливаться к изменению условий функционирования за счет быстрой корректировки параметров и структуры используемых законов управления. Удовлетворить этим требованиям позволяет аппарат теории адаптивного управления.

Таким образом, с учетом вышеизложенного, цель статьи заключается в разработке модели адаптивной нейронной схемы управления нелинейными динамическими системами манипуляционного робота.

В качестве примера рассмотрим промышленный трехзвенный робот манипулятор, звенья которого соединены между собой приводами вращательного движения. Положение звеньев определяется углами $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$. Помимо этого, на звенья робота действуют силы веса, которые направлены под некоторым углом α к выбранной системе координат, что демонстрирует возможность устройства работать под любым углом к горизонту.

Основной характеристикой объекта управления является его передаточная функция, записанная в терминах преобразования Лапласа, которая определяет соотношение выхода объекта $y(s)$ к входу $x(s)$ при нулевых начальных условиях.

Математическая модель, описывающая движение робота, имеет следующий вид:

$$\varphi = \omega_y \quad \omega_y = -\frac{1}{T_s} \omega_y + \frac{K}{T_s} \delta$$

где φ — угол отклонения от заданной траектории движения;

ω_y — угловая скорость вращения вокруг вертикальной оси;

δ — угол поворота вокруг вертикальной оси;

T_s — постоянная времени,

K — постоянный коэффициент с размерностью рад/с.

Уравнение, описывающее объект управления, имеет характер интегрируемого звена с опозданием, и описывается дифференциальным уравнением, поскольку в качестве исходной величины рассматривается не угловая скорость, а угол поворота, который является интегралом от угловой скорости:

$$T \frac{d^2 x_2}{dt^2} + \frac{dx_2}{dt} = kx_1$$

Передаточная функция звена:

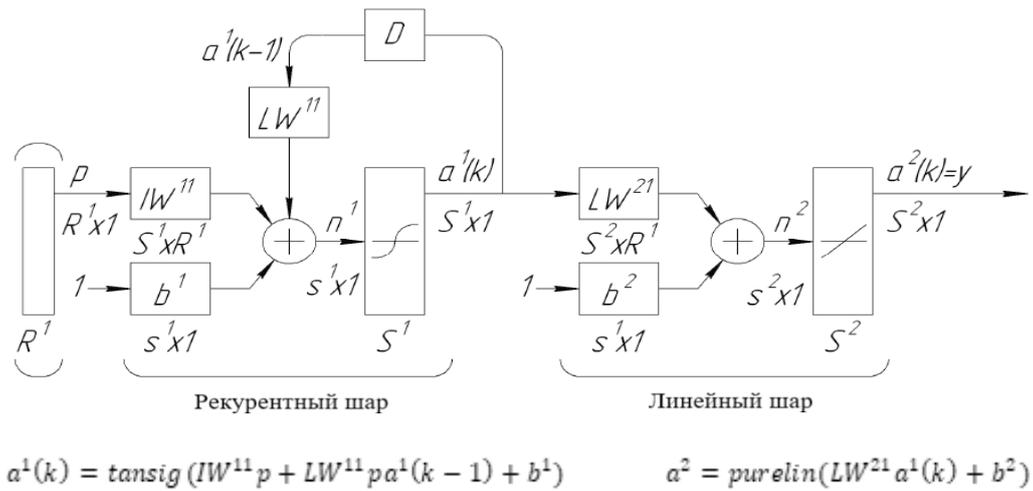


Рис. 1. Структура нейронной сети Элмана

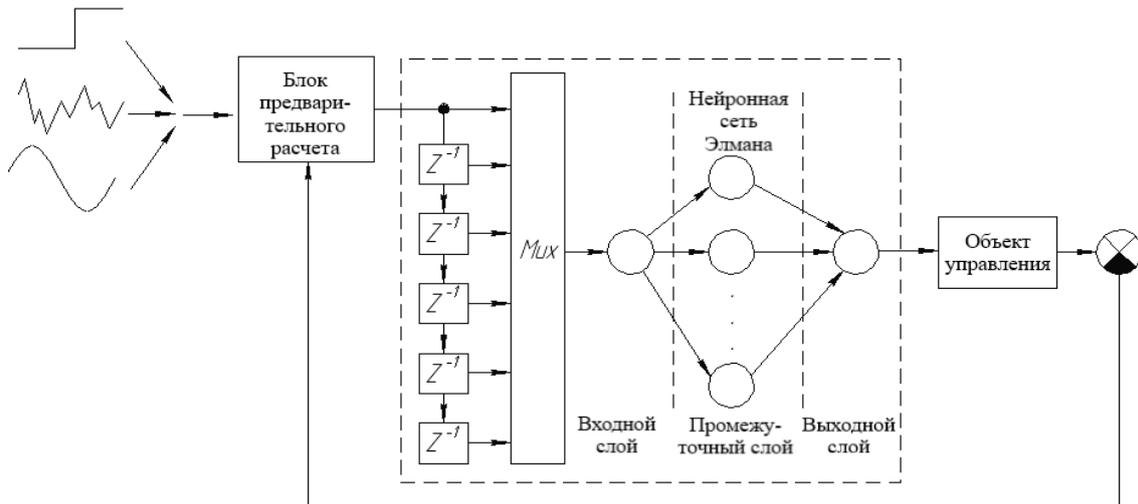


Рис. 2. Структурная модель искусственной нейронной сети управления промышленным трехзвенным манипуляционным роботом

$$P(s) = \frac{K}{s(T_s s + 1)}$$

Привод робота имеет характер апериодического звена первого порядка, который можно описать дифференциальным уравнением:

$$T \frac{dx_2}{dt} + x_2 = kx_1$$

Соответственно передаточная функция звена привода имеет следующий вид:

$$R(s) = \frac{1}{T_r s + 1}$$

Для управления движением робота-манипулятора, представляющего собой нелинейную динамическую систему, целесообразно применять нейроконтроллер, который базируется на искусственной нейронной сети Элмана (рис. 1).

Преимуществом нейронной сети Элмана является повышенная устойчивость, поскольку в ней обратные связи заведены из выходов внутренних нейронов на промежуточный слой, что делает ее более устойчивой по сравнению с рекуррентной сетью аналогичного типа (например, нейронная сеть Хопфилда, в которой внутренние обратные связи подводятся к первичным входам, где происходит смешивание сигналов). Кроме

того, нейронная сеть Элмана позволяет учитывать предысторию наблюдаемых процессов и накапливать информацию для выбора правильной стратегии управления роботом [3].

В системе MatLab / Simulink создана модель искусственной нейронной сети для управления манипуляционным роботом, содержащая входной слой из 15 нейронов и скрытый слой в вариантах от 12 до 19 нейронов, которые имеют локальные обратные связи через линии задержки. Выходной слой содержит 1 нейрон с линейной функцией активации (purelin) (см. рис. 2).

Состояние нейронов рекуррентного слоя сети опишем следующими уравнениями:

$$\begin{cases} n^1(k) = LW^{11}a^1(k-1) + IW^{11}p + b^1, a^1(0) = a_0^1 \\ a^1(k) = \text{tansig}(n^1(k)) \end{cases}$$

Линейный слой нейронной сети является безынерционным, а состояние его нейронов определяется соотношениями:

$$\begin{cases} n^2(k) = LW^{21}a^1(k) + b^2 \\ a^2(k) = \text{purelin}(n^2(k)) \end{cases}$$

Последовательность значений выходного сигнала, который попадает на линию обратной связи с задержкой, содержащей N-1 блоков опоздания z-1, а выход линии задержки, который состоит из значений входа в момент времени k, k-1, ..., k-N-1, опишем следующим выражением:

$$a(k) = \sum_{i=1}^k w_{1i} a(k-t+1) + b$$

Угол поворота манипулятора представим в виде общей переменной $u = (u_1, u_2)^T$, где u_1 — настоящий угол поворота первого звена и u_2 — настоящий угол поворота второго звена. Поскольку в этом примере $y = (y_1, y_2)^T = (0, 0)^T$, поэтому удовлетворяются равенства

$$\begin{aligned} z &= (z_1, z_2)^T = u \text{ и} \\ v &= (v_1, v_2)^T = r = (r_1, r_2)^T, \end{aligned}$$

где r_1 и r_2 — желанные углы поворота манипулятора; z — управляемая траектория манипулятора, v — дополнительная траектория манипулятора, y — вектор состояния манипулятора.

Для описания изменений желаемых углов поворота манипулятора используем следующие законы: $r_1(t) = \sin(t)$ и $r_2(t) = \cos(t)$.

Опишем модель нейронной схемы адаптивного управления манипулятором с помощью такого уравнения состояний с переменной структурой:

$$\begin{aligned} u &= \frac{du}{dt} = -(\alpha + |v|) \text{sgn}(u - v) = \\ &= \begin{cases} -\alpha - |v|, & \text{если } u > v \\ 0, & \text{если } u = v \\ \alpha + |v|, & \text{если } u < v \end{cases} \end{aligned}$$

где $u \in \mathcal{R}^n$ — вектор состояний, $\alpha \in \mathcal{R}^n$ — постоянный параметр,

$$\text{sgn}(u - v) = \begin{cases} 1, & \text{если } u > v \\ 0, & \text{если } u = v \\ -1, & \text{если } u < v \end{cases}$$

Для получения решений представленного уравнения численным методом используем соответствующие два разностных уравнения с шагами по времени $\Delta t_1 = \Delta t_2 = 1.0 \times 10^{-3}$. Элементы функции $|r|$ в этих уравнениях вычисляются, как конечные разности первого порядка (разностные коэффициенты Ньютона). В указанных уравнениях равенство $u = r$ заменяется на неравенство $|u - r| \leq 0,01v$.

Обучение сети (корректировку весовых коэффициентов и смещений нейронов до достижения заданной ошибки) будем проводить с использованием метода сопряженных градиентов (Флетчера-Ривса), которому свойственна хорошая сходимость вычислительного процесса: для положительно определенной квадратичной функции от n переменных минимум достигается не более чем через n шагов.

Алгоритм обучения нейронной сети состоит из следующих шагов:

1. В начальный момент времени $t=1$ все нейроны скрытого слоя устанавливаются в нулевое положение — исходное значение равно нулю.
2. Входное значение подается на сеть, где происходит его прямое распространение.
3. Согласно выбранному алгоритму Флетчера-Ривса, который по сравнению с алгоритмом градиентного спуска, регулирует скорость сходимости не только за счет настройки параметра скорости, но и корректирует размер шага на каждой итерации, достижение установленного значения ошибки выполняем за минимальное количество итераций.

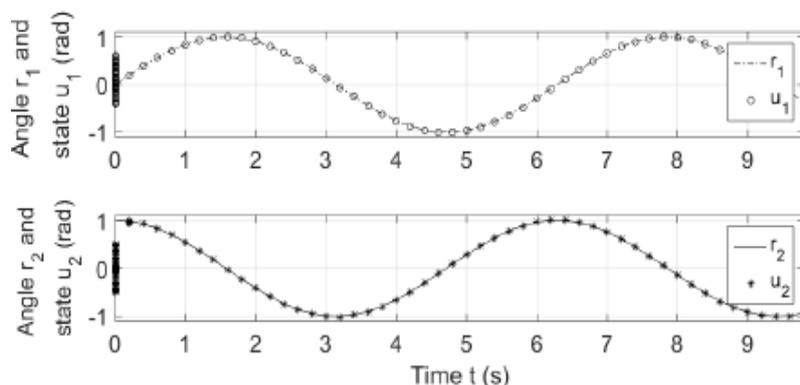


Рис. 3. Динамика желаемого угла поворота $r(t) = (r_1(t), r_2(t))^T$ манипулятора и динамика состояния $u(t) = (u_1(t), u_2(t))^T$ адаптивной нейронной схемы управления, описанной разностным уравнением, которое соответствует дифференциальному уравнению состояний с переменной структурой

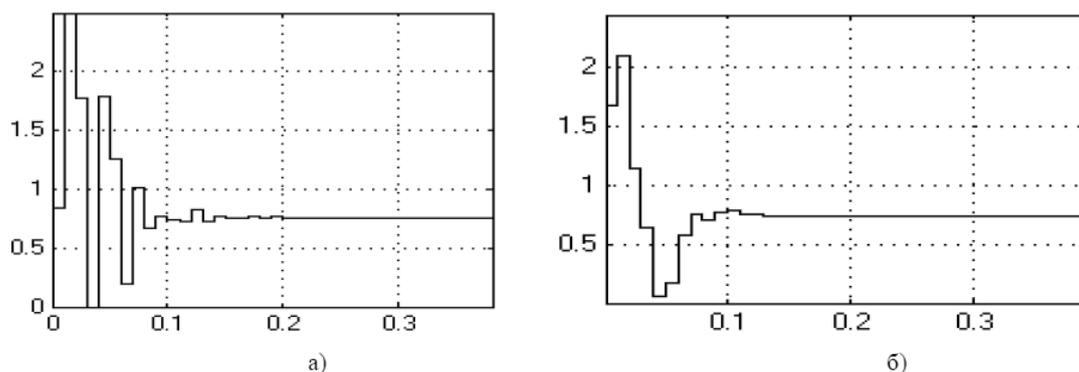


Рис. 4. Тестирование нейронной сети на импульсную функцию, амплитуда входного сигнала 0,75 а) обучение происходило для 200 входных значений; б) обучение происходило для 400 входных значений

- Установим $t=t+1$ и осуществим переход на 2 шаг. Обучение нейронной сети выполняется до тех пор, пока суммарная среднеквадратичная погрешность сети не примет наименьшее значение.

Минимум функционала ошибки рассчитывается следующим образом:

$$x_{k+1} = x_k + a_k p_k$$

где, x_{k+1} — новое значение вектора параметров настройки;

x_k — вектор значений параметров на k -й итерации;

a_k — параметр скорости обучения.

$$p_k = -g_k + \beta_k p_{k-1}$$

где, β_k — константа, определяемая как:

$$\beta_k = \frac{g_k^T \cdot g_k}{g_{k-1}^T \cdot g_{k-1}}$$

На рисунке 3 показано динамику желаемого угла поворота r манипулятора и динамику состояния $u(t)$ адаптивной нейронной схемы управления поворотом робота манипулятора, которые описываются разностными уравнениями, где $\alpha_k = 7.0, u_k(0) \in (-0.4, 0.4)$ — 50 однородно распределенных случайных чисел, $k = 1, 2$.

Как видно из рис. 1, $u1$ и $u2$ стремятся к $r1$ и $r2$, соответственно в течение конечного промежутка времени для различных начальных условий $u_k(0), k = 1, 2$.

Итак, алгоритм нейроуправления манипулятором робота состоит из следующих основных шагов: 1 — ге-

нерируется траектория манипулятора, если будущая траектория $um(n)$, неизвестна, то принимается $um(n) = const$; 2 — используя предварительно рассчитанный управляющий входной вектор и нейронную модель объекта управления, выполняется прогнозирование поведения манипулятора; 3 — рассчитывается новый управляющий входной сигнал, который максимизирует функционал качества; 4 — повторяются шаги 2 и 3, пока не будет достигнута необходимая максимизация; 5 — направляется первый управляющий входной сигнал на объект; 6 — повторяется весь процесс для каждого временного шага.

Графики на рисунке 4 показывают, что в случае импульсных входных сигналов (или переходных процессов с малыми постоянными времени) увеличение объема обучающей выборки обеспечивает лучшие результаты управления с помощью нейронной сети.

Таким образом, подводя итоги проведенного исследования, можно сделать следующие выводы. В процессе исследования разработана модель адаптивной нейронной схемы управления нелинейными динамическими системами манипуляционного робота на основе рекуррентной сети Элмана. Обоснован выбор архитектуры сети и предложен алгоритм ее обучения по методу сопряженных градиентов.

Модель поворота планарного манипулятора описана дифференциальным уравнением первого порядка с перемешанной структурой и выходным уравнением. Модель отличается простой структурой и ее можно использовать, когда внутренняя динамика и параметры управляемой системы неизвестны. Компьютерное моделирование применения модели для оптимального управления отслеживанием угла поворота манипулятора робота подтверждает теоретические положения и демонстрирует высокую эффективность ее функционирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воевода А.А., Романиков Д. О. Формирование структуры нейронной сети посредством декомпозиции исходной задачи на примере задачи управления роботом манипулятором // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. 2018. № 9. С. 27–32.
2. Белов М.П., Чан Д. Х. Интеллектуальный контроллер на основе нелинейного оптимального управления роботами-манипуляторами // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. 2018. № 9. С. 76–86.
3. Ту Р. Управление движением роботом-манипулятором на основе нечеткой логики // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: «Естественные и технические науки». — 2018. - № 1. - С. 61–67.

© Янь Чжэнцзе (yanzhengjie1019@gmail.com), Ростов Николай Васильевич (rostovnv@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПЕРВИЧНАЯ ИНВАЛИДНОСТЬ ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ АЛТАЙСКОГО КРАЯ ВСЛЕДСТВИЕ ПСИХИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ

PRIMARY DISABILITY OF ADULTS IN THE ALTAI REGION DUE TO MENTAL DISORDERS

**K. Hakobyan
S. Litvintsev**

Summary. In the article presents an analysis of the dynamics of indicators of primary disability due to mental disorders among adults of the Altai region for the period from 2014 to 2018, taking into account age, place of residence, disability groups. In the structure of disability in the Russian Federation, disabled persons due to mental disorders and behavioral disorders occupy the fourth highest place. When considering statistics, the level of primary disability due to mental disorders of citizens over the age of 18 and over in the Altai region exceeds the same rates for the Siberian Federal District and the Russian Federation, and tends to increase. For the first time, those who are recognized as disabled as a result of mental disorders are dominated by urban dwellers, averaging more than 60.0%. The distribution of citizens who were recognized as disabled for the first time due to mental disorders showed the predominance of the age group over 55 years (h) and 60 years (m). The level of disability in this age group tends to increase. Citizens with mental disorders were more likely to be placed in the first disability group, mainly in the age group over 55 years (h) and 60 years (m). Organic mental disorders (F00-F09) were significantly predominate in the nosological structure of primary disability due to mental disorders and averaged more than 70.0%.

Keywords: mental disorders; primary disability; disability level disability group.

Акопян Кристина Сетраковна

Аспирант, ФГБОУ ДПО «Санкт-Петербургский институт усовершенствования врачей экспертов» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации; врач по медико-социальной экспертизе, психиатр, ФКУ «Главное бюро медико-социальной экспертизы по Алтайскому краю» Минтруда России
mse22sostav5@mail.ru

Литвинцев Сергей Викторович

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ДПО «Санкт-Петербургский институт усовершенствования врачей-экспертов» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации

Аннотация. В статье представлен анализ динамики показателей первичной инвалидности вследствие психических расстройств среди взрослого населения Алтайского края за период с 2014 г. по 2018 г. с учетом возраста, места жительства, групп инвалидности. В структуре инвалидности в Российской Федерации инвалиды вследствие психических расстройств и расстройств поведения занимают четвертое ранговое место. При рассмотрении статистических данных уровень первичной инвалидности вследствие психических расстройств граждан в возрасте старше 18 лет и старше в Алтайском крае превышает аналогичные показатели по Сибирскому Федеральному округу и Российской Федерации, и имеет тенденцию к увеличению. Среди впервые признанных инвалидами вследствие психических расстройств преобладают городские жители и составляют в среднем более 60,0%. Распределение граждан, впервые признанных инвалидами вследствие психических расстройств, по возрасту показало преобладание возрастной группы старше 55 лет (ж) и 60 лет (м). Уровень инвалидности в данной возрастной группе имеет тенденцию к увеличению. Гражданам с психическими расстройствами чаще устанавливалась первая группа инвалидности, преимущественно в возрастной группе старше 55 лет (ж) и 60 лет (м). В нонологической структуре первичной инвалидности вследствие психических расстройств значительно преобладали органические психические расстройства (F00-F09) и составляли в среднем более 70,0%.

Ключевые слова: психические расстройства; первичная инвалидность; уровень инвалидности; группа инвалидности.

Проблема охраны психического здоровья существует во всех государствах. Психическое здоровье считается не только частью, но в определенной степени и базисным элементом общего здоровья. Ухудшение психического здоровья нации расценивается как основной показатель неблагополучия общества. Общегосударственная значимость этой проблемы определяется трудовыми потерями и значительной инвалидизацией, вызываемыми расстройствами психики [2, 14].

Показатели инвалидности и их динамика являются одной из основных характеристик общественного здоровья, уровня социально-экономического развития общества, демографического благополучия, эффективности системы здравоохранения и медико-социальной реабилитации [1, 3, 9, 15].

В структуре инвалидности по классам болезней в Российской Федерации инвалиды вследствие психи-

Таблица 1. Динамика уровня первичной инвалидности вследствие психических расстройств среди взрослого населения Алтайского края в сравнении с показателями СФО и РФ (на 10 000 соответствующего населения)

Годы	Алтайский край	Сибирский Федеральный округ	Российская Федерация
2014	2,9	3,0	2,7
2015	3,4	2,9	2,7
2016	3,6	3,2	2,7
2017	3,8	3,1	2,9
2018	3,5	3,1	2,7

Таблица 2. Распределение граждан в возрасте 18 лет и старше, впервые признанных инвалидами вследствие психических расстройств, по месту жительства

Годы	Всего впервые признано инвалидами, абс.	Городские жители		Сельские жители	
		абс.	%	абс.	%
2014	557	344	61,8	213	38,2
2015	649	437	67,3	212	32,7
2016	676	423	62,6	253	37,4
2017	716	444	62,0	272	38,0
2018	658	412	62,6	246	37,4

Таблица 3. Распределение граждан в возрасте 18 лет и старше, впервые признанных инвалидами вследствие психических расстройств, по возрасту

Годы	Всего впервые признано инвалидами, абс.	От 18 до 44 лет		От 45 до 54 лет (ж), от 45 до 59 лет (м)		От 55 лет (ж) и 60 лет (м) и старше	
		абс.	%	абс.	%	абс.	%
2014	557	200	35,9	120	21,5	237	42,6
2015	649	195	30,0	96	14,8	358	55,2
2016	676	230	34,0	117	17,3	329	48,7
2017	716	172	24,0	104	14,5	440	61,5
2018	658	141	21,4	96	14,6	421	64,0

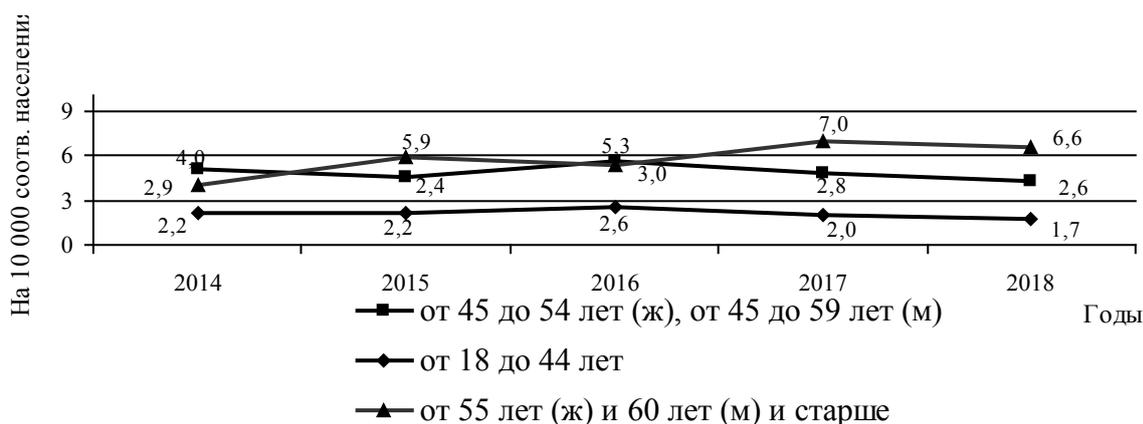


Рис. 1. Динамика уровня первичной инвалидности вследствие психических расстройств в зависимости от возраста (на 10 000 соответствующего населения)

ческих расстройств и расстройств поведения занимают четвертое ранговое место с удельным весом 5,0–4,9% в 2017–2018 гг. [8].

Несмотря на большое число публикаций, исследований инвалидности взрослого населения вследствие психических расстройств в Алтайском крае не проводилось, что обуславливает актуальность данного исследования.

Цель исследования

Изучить динамику основных показателей первичной инвалидности вследствие психических расстройств среди взрослого населения Алтайского края.

Материалы и методы

При проведении исследования использовались статистические данные Федерального казенного учреждения «Главное бюро медико-социальной экспертизы по Алтайскому краю» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации. Материалом исследования явились отчетные формы № 7 (собес). Период исследования составлял 2014–2018 гг. Методы исследования: статистический (рассчитывались экстенсивные, интенсивные показатели), аналитический.

Результаты исследования

В нозологической структуре первичной инвалидности взрослого населения Алтайского края, как и в целом в Российской Федерации, психические расстройства и расстройства поведения занимают четвертое ранговое место после злокачественных новообразований, болезней системы кровообращения, болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани. Доля инвалидов

вследствие психических расстройств на фоне снижения общего числа впервые признанных инвалидами в крае имеет тенденцию к увеличению и превышает аналогичный показатель по Российской Федерации. В 2014 г. всего впервые признано инвалидами в крае 11066 граждан старше 18 лет, из них вследствие психических расстройств — 557, что составило 5,0%, в 2015 г. всего впервые признано инвалидами 11657, из них вследствие психических расстройств — 649 (5,6%), в 2016 г. — 11009 и 676 (6,1%), в 2017 г. — 11034 и 716 (6,5%), в 2018 г. — 10991 и 658 (6,0%) соответственно.

Уровень первичной инвалидности вследствие психических расстройств среди взрослого населения в Алтайском крае за период исследования превышал аналогичные показатели по Российской Федерации и Сибирскому Федеральному округу [5–8] и имел тенденцию к увеличению с 2,9 в 2014 г. до 3,5 на 10000 взрослого населения в 2018 г. (табл. 1).

Заболеваемость взрослого населения Алтайского края психическими расстройствами превышает аналогичные показатели по Российской Федерации более чем в 1,5 раза и составила в 2014 г. — 7992,02 (в РФ — 4962,70), в 2015 г. — 8083,71 (в РФ — 4763,60), в 2016 г. — 7872,41 (в РФ — 4605,7), в 2017 г. — 7271,4 (в РФ — 4437,4), в 2018 г. — 6698,4 (в РФ — нет данных) на 100000 населения старше 18 лет Федерации. Заболеваемость взрослого населения Алтайского края психическими расстройствами, в том числе с диагнозом, установленным впервые в жизни, более чем в 2,5 раза превышала аналогичные показатели по Российской Федерации и составляла в 2014 г. — 1306,22 (в РФ — 466,0), в 2015 г. — 1336,47 (в РФ — 451,30), в 2016 г. — 1173,82 (в РФ — 407,20), в 2017 г. — 1067,00 (в РФ — 377,30), в 2018 г. — 1110,28 (в РФ — нет данных) на 100000 населения старше 18 лет [10–13].

Таблица 4. Распределение граждан в возрасте 18 лет и старше, впервые признанных инвалидами вследствие психических расстройств, по полу

Годы	Всего впервые признано инвалидами, абс.	Из них			
		Мужчины		Женщины	
		абс.	%	абс.	%
2014	557	299	53,7	258	46,3
2015	649	300	46,2	349	53,8
2016	676	346	51,2	330	48,8
2017	716	347	48,5	369	51,5
2018	658	292	44,4	366	55,6

Таблица 5. Распределение граждан в возрасте 18 лет и старше, впервые признанных инвалидами вследствие психических расстройств, по группам инвалидности

Годы	Всего впервые признано инвалидами, абс.	Первая группа инвалидности		Вторая группа инвалидности		Третья группа инвалидности	
		абс.	%	абс.	%	абс.	%
2014	557	191	34,4	184	33,0	182	32,6
2015	649	258	39,8	185	28,5	206	31,7
2016	676	248	36,7	166	24,6	262	38,7
2017	716	330	46,1	177	24,7	209	29,2
2018	658	302	45,9	163	24,8	193	29,3
Всего за пять лет	3 256	1 329	40,8	875	26,9	1 052	32,3

Таблица 6. Нозологическая структура первичной инвалидности вследствие психических расстройств среди взрослого населения Алтайского края в 2014–2018 гг.

Годы	Всего,, абс.	Органические, включая симптоматические, психические расстройства (F00-F09)		Шизофрения, шизотипические и бредовые расстройства (F20-F29)		Умственная отсталость (F70-F79)		Прочие	
		абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
2014	557	364	65,4	164	29,4	28	5,0	1	0,2
2015	649	456	70,3	167	25,7	25	3,9	1	0,1
2016	676	453	67,0	169	25,0	54	8,0	0	0
2017	716	515	71,9	166	23,2	30	4,2	5	0,7
2018	658	512	77,8	124	18,9	22	3,3	0	0
Всего за пять лет	3 256	2 300	70,6	790	24,3	159	4,9	7	0,2

Исследование показало, что среди граждан в возрасте 18 лет и старше, впервые признанных инвалидами вследствие психических расстройств, стабильно преобладают городские жители (табл. 2).

Уровень первичной инвалидности городских жителей превышает уровень инвалидности сельских жителей и составил в 2014 г. — 3,2 (в сельской местности — 2,6) на 10000 соответствующего населения, в 2015 г. — 4,0

и 2,6, в 2016 г. — 3,9 и 3,1, в 2017 г. — 4,2 и 3,4, в 2018 г. — 3,9 и 3,1 на 10000 соответствующего населения.

Из таблицы 3 следует, что среди граждан в возрасте 18 лет и старше, впервые признанных инвалидами вследствие психических расстройств, первое место стабильно занимает возрастная группа старше 55 лет (ж) и 60 лет (м), в целом за пять лет доля инвалидов этого возраста составила 54,8%, второе место — инвалиды в возрасте

от 18 до 44 лет, третье место — инвалиды от 45 до 54 лет (ж) и от 45 до 59 лет (м). В динамике имеется тенденция к снижению доли инвалидов молодого возраста (от 18 до 44 лет) с 35,9% в 2014 г. до 21,4% в 2018 г., а также инвалидов в возрасте от 45 до 54 лет (ж), от 45 до 59 лет (м) с 21,5% в 2014 г. до 14,6% в 2018 г. и увеличению удельного веса инвалидов от 55 лет (ж) и 60 лет (м) и старше с 42,6% в 2014 г. до 64,0% в 2018 г.

Как видно на рисунке 1, наибольшие показатели уровня первичной инвалидности вследствие психических расстройств установлены в возрастной группе от 55 лет (ж) и 60 лет (м) и старше со стабильной тенденцией к увеличению — с 4,0 в 2014 г. до 6,6 на 10000 населения соответствующего возраста в 2018 г. Наименьшие показатели уровня регистрировались в возрастной группе молодого возраста от 18 до 44 лет с тенденцией к снижению с 2,2 в 2014 г. до 1,7 на 10000 соответствующего населения в 2018 г. В возрастной группе от 45 до 54 лет (ж), от 45 до 59 лет (м) уровень первичной инвалидности варьировал незначительно — с 2,9 в 2014 г. до 2,6 на 10000 населения соответствующего возраста в 2018 г.

Из таблицы 4 следует, что среди граждан в возрасте 18 лет и старше, впервые признанных инвалидами вследствие психических расстройств, в 2014 г. и 2016 г. преобладали мужчины (53,7% и 51,2% соответственно), в 2015 г. и 2017–2018 гг. — преобладали женщины (53,8%, 51,5%, 55,6% соответственно).

Изучение динамики уровня первичной инвалидности вследствие психических расстройств среди граждан в возрасте 18 лет и старше в зависимости от пола показало преобладание уровня инвалидности среди мужского населения, за исключением 2018 г. (в 2014 г. — 3,5, в 2015 г. — 3,5, в 2016 г. — 4,1, в 2017 г. — 4,1 на 10000 соответствующего населения). Уровень инвалидности среди женского населения, несмотря на более низкие показатели, имел тенденцию к увеличению и составлял в 2014 г. — 2,4, в 2015 г. — 3,3, в 2016 г. — 3,2, в 2017 г. — 3,6 на 10000 соответствующего населения. В 2018 г. уровень инвалидности среди мужчин составил 3,5, среди женщин — 3,6 на 10000 соответствующего населения.

Из таблицы 5 следует, что в структуре первичной инвалидности вследствие психических расстройств преобладает первая группа инвалидности, доля инвалидов с этой группой составила за пять лет 40,8%. В динамике имеет место тенденция к увеличению удельного веса первой группы инвалидности с 34,4% в 2014 г. до 45,9% в 2018 г. преимущественно за счет возрастной группы старше 55 лет (ж) и 60 лет (м). Третья группа инвалидности в структуре первичной инвалидности вследствие

психических расстройств за пять лет составила 32,3%, в динамике имеется тенденция к уменьшению доли инвалидов с третьей группой с 32,6% в 2014 г. до 29,3% в 2018 г. Наименьшую долю составляла вторая группа инвалидности — за пятилетний период 26,9% с тенденцией к снижению с 33,0% в 2014 г. до 24,8% в 2018 г.

Исследование показало, что в молодом возрасте от 18 до 44 лет и в возрастной группе от 45 до 54 лет (ж), от 45 до 59 лет (м) чаще устанавливалась третья группа инвалидности. Так, в возрасте от 18 до 44 лет доля инвалидов третьей группы составила в 2014 г. — 49,5%, в 2015 г. — 57,4%, в 2016 г. — 68,7%, в 2017 г. — 71,5%, в 2018 г. — 70,9%; в возрасте от 45 до 54 лет (ж), от 45 до 59 лет (м) составила в 2014 г. — 51,7%, в 2015 г. — 57,3%, в 2016 г. — 57,3%, в 2017 г. — 50,0%, в 2018 г. — 58,3%. В возрастной группе от 55 лет (ж) и 60 лет (м) и старше чаще устанавливалась первая группа инвалидности (в 2014 г. — 73,0%, в 2015 г. — 68,7%, в 2016 г. — 69,6%, в 2017 г. — 72,5%, в 2018 г. — 69,4%). В динамике имеется тенденция к увеличению доли инвалидов с третьей группой среди лиц в возрасте от 18 до 44 лет.

Как видно из таблицы 6, в нозологической структуре первичной инвалидности вследствие психических расстройств среди взрослого населения Алтайского края в 2014–2018 гг. первое место занимали органические, включая симптоматические, психические расстройства (70,6% за пять лет) с тенденцией к увеличению с 65,4% в 2014 г. до 77,8% в 2018 г., второе место — шизофрения, шизотипические и бредовые расстройства (24,3% за пять лет) с тенденцией к уменьшению с 29,4% в 2014 г. до 18,9% в 2018 г., третье место — умственная отсталость (4,9% за пять лет).

Заключение

Проведенный анализ показал, что за период с 2014 по 2018 г. в Алтайском крае имеется тенденция к увеличению доли инвалидов вследствие психических расстройств среди общего числа впервые признанных инвалидами в возрасте 18 лет и старше. Уровень первичной инвалидности граждан взрослого населения вследствие психических расстройств в крае превышает аналогичные показатели по Сибирскому Федеральному округу и Российской Федерации, и имеет тенденцию к увеличению. Среди граждан, впервые признанных инвалидами вследствие психических расстройств, преобладают городские жители (в среднем более 60,0%), по полу — женщины (в среднем более 50,0%). Распределение впервые признанных инвалидами граждан вследствие психических расстройств по возрасту показало преобладание возрастной группы от 55 лет (ж) и 60 лет (м) и старше. Уровень инвалидности в данной возрастной группе имеет тенденцию к увеличению. Результаты

исследования показали, что гражданам с психическими расстройствами чаще устанавливалась первая группа инвалидности преимущественно в возрасте от 55 лет (ж) и 60 лет (м) и старше. В нозологической структуре

первичной инвалидности вследствие психических расстройств значительно преобладали органические психические расстройства (F00-F09) и составляли в среднем более 70,0%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гришина, Л. П. Анализ инвалидности взрослого населения по обращаемости в бюро медико-социальной экспертизы в Российской Федерации // Меди-ко-социальная экспертиза и реабилитация. — 2008. — № 1. — С. 28–31.
2. Давлетшин, И. З. Медико-социальная экспертиза при шизофрении и умственной отсталости. Медицинская практика. Информационный сайт для специа-листов в области медицины. Выпуск 6/13/12.
3. Зверев, К. В. Структура и уровень первичной инвалидности взрослого населения по классам болезней в Российской Федерации в 2003–2006 гг. // Меди-ко-социальная экспертиза и реабилитация. — 2008. — № 1. — С. 22–24.
4. Основные показатели первичной инвалидности взрослого населения в Российской Федерации в 2014 году (статистический сборник) / под ред. д.м.н., проф. Л. П. Гришиной. — М. — 2015. — 217 с.
5. Основные показатели первичной инвалидности взрослого населения в Российской Федерации в 2015 году (статистический сборник) / под ред. д.м.н., проф. Л. П. Гришиной. — М. — 2016. — 220 с.
6. Основные показатели первичной инвалидности взрослого населения в Российской Федерации в 2016 году (статистический сборник) / под ред. д.м.н., проф. Л. П. Гришиной. — М. — 2017. — 263 с.
7. Основные показатели первичной инвалидности взрослого населения в Российской Федерации в 2017 году (статистический сборник) / под ред. д.м.н. М. А. Дымочки. — М. — 2018. — 265 с.
8. Основные показатели первичной инвалидности взрослого населения в Российской Федерации в 2018 году (статистический сборник) / под ред. д.м.н. М. А. Дымочки. — М. — 2019. — 268 с.
9. Пузин, С. Н. Медико-социальная экспертиза: состояние, перспективы / С. Н. Пузин, С. С. Меметов, Н. П. Шаркунов // Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. — 2018. — № 2. — С. 7–13.
10. Состояние здоровья населения и деятельность здравоохранения Алтайского края в 2015 году. Статистический сборник. Часть 2. — Барнаул. — 2016. — 455 с.
11. Состояние здоровья населения и деятельность здравоохранения Алтайского края в 2016 году. Статистический сборник. Часть 2. — Барнаул. — 2017. — 443 с.
12. Состояние здоровья населения и деятельность здравоохранения Алтайского края в 2017 году. Статистический сборник. Часть 2. — Барнаул. — 2018. — 437 с.
13. Состояние здоровья населения и деятельность здравоохранения Алтайского края в 2018 году. Статистический сборник. Часть 2. — Барнаул. — 2019. — 611 с.
14. Хритинин, Д. Ф. Современное состояние и пути совершенствования региональной службы психического здоровья / Д. Ф. Хритинин, В. З. Кучеренко, М. А. Некрасов. — М. — 2008.
15. Kickbusch I., Gleicher D. Стратегическое руководство в интересах здоровья в XXI веке: исследование, проведенное для Европейского регионального бюро ВОЗ. — 2014. — 135 с.

© Акопян Кристина Сетраковна (mse22sostav5@mail.ru), Литвинцев Сергей Викторович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЖЕЛЧНОКАМЕННАЯ БОЛЕЗНЬ. МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ (ОБЗОР)

CHOLELITHIASIS A MULTIDISCIPLINARY APPROACH TO SOLVING THE PROBLEM (REVIEW)

**M. Burtseva
A. Yashnov
O. Konovalova
Yu. Hanina**

Summary. The prevalence of gallstone disease in recent years has acquired a steady upward trend. Unfortunately, this pathology currently remains only for the surgeon's doctor, although given the multifactorial nature of the disease an interdisciplinary approach to solving the problem is necessary. This article reflects the main risk factors for the development of cholelithiasis and provides recommendations for an integrated approach to patients at risk for the early prevention of this pathology. The emphasis is placed on non-invasive, non-drug methods of treatment, such as diet therapy and physiotherapy exercises. Patients who underwent surgery for cholelithiasis and its complications must be promptly referred for spa treatment in order to increase the adaptive properties of the body.

Keywords: gallstone disease, prevention, rehabilitation, diet therapy, physiotherapy.

Бурцева Мария Александровна

ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская академия
burseva94@mail.ru

Яшнов Алексей Александрович

К.м.н., ассистент, ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская академия

Коновалова Ольга Геннадьевна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская академия

Ханина Юлия Сергеевна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО Читинская государственная медицинская академия

Аннотация. Пораженность населения желчнокаменной болезнью в последние годы приобрела устойчивую тенденцию к росту. К сожалению, данная патология в настоящее время остается уделом только врача хирурга, хотя учитывая мультифакториальность заболевания необходим междисциплинарный подход к решению проблемы. В данной статье отражены основные факторы риска развития желчнокаменной болезни и приведены рекомендации по комплексному подходу к пациентам из групп риска с целью ранней профилактики данной патологии. Акцент сделан именно на неинвазивные, не медикаментозные способы лечения, такие как диетотерапия и лечебная физкультура. Пациентов, перенесших оперативное вмешательство по поводу желчнокаменной болезни и ее осложнений, необходимо своевременно направлять на санаторно-курортное лечение, с целью повышения адаптационных свойств организма.

Ключевые слова: желчнокаменная болезнь, профилактика, реабилитация, диетотерапия, лечебная физкультура.

Желчнокаменная болезнь (ЖКБ) является актуальной проблемой современной медицины. В среднем до 10% жителей планеты страдают от данной патологии [1,2,3,4]. С точки зрения абдоминальной хирургии — холецистэктомия является одной из самых частых оперативных вмешательств. Учитывая распространенность жизнеугрожающих осложнений холелитиаза, проблему желчнокаменной болезни стоит рассматривать с точки зрения мультидисциплинарного подхода. С одной стороны — заинтересованный, грамотный врач терапевт, который должен заниматься непосредственно профилактикой желчнокаменной болезни, с другой стороны врач хирург — основная задача которого в максимально безопасном, адекватном консервативном и хирургическом лечении различных форм калькулезного холецистита и его осложнений. Вместе с тем,

у пациентов с высоким риском развития холелитиаза с целью превентивного подхода к проблеме необходимо основной акцент делать на неинвазивные и немедикаментозные (лечебную физкультуру и диетотерапию) способы лечения, а также профилактики развития желчнокаменной болезни и ее осложнений [5,6,7,8]. С целью снижения нежелательных последствий оперативного лечения (ПХЭС, спаечная болезнь) пациентам необходима своевременная реабилитация [9,7].

Современные тенденции российского здравоохранения направлены на профилактику, лечение и реабилитацию, в основном, пациентов сердечно-сосудистого профиля. Вместе с тем, не стоит забывать, что по летальности от осложнений желчнокаменная болезнь не уступает инфарктам и инсультам [1,2,3,4].

В данной статье основной акцент сделан на профилактику развития желчнокаменной болезни и ее осложнений. Для начала стоит разобраться в основных звеньях этиологии и патогенеза, чтобы понять на какие точки приложения необходимо воздействовать в группе пациентов с высоким риском и уже подтвержденным диагнозом.

Причины образования камней в желчном пузыре и желчевыводящих путях множественны, но до конца не изучены. Многие авторы отмечают, что основную роль в развитии холелитиаза играют 3 процесса:

- ◆ снижение эвакуаторной функции желчного пузыря;
- ◆ травматизация и воспаление слизистой оболочки желчного пузыря;
- ◆ изменение биохимических и реологических свойств желчи [1,2,3].

Камнеобразование связывают с определенным пищевым поведением: редкие, но обильные приемы пищи с избытком белков животного происхождения, твердых жиров, большим количеством легкоусвояемых углеводов и низким содержанием растительной клетчатки [1,2,3,4]. Все это приводит к неравномерному желчевыделению, перерастяжению желчного пузыря, сменяющегося резким его сокращением, как следствие — травматизацией и воспалению слизистой. Несбалансированное питание приводит к дисбалансу между факторами, способствующими и препятствующими выпадению холестерина в осадок, что создаёт условия для кристаллизации холестерина [3,6,7,10]. Отсюда определено, почему одним из основных факторов риска является ожирение. Доказано, что у пациентов с ИМТ больше 25 кг/м² риск развития ЖКБ увеличивается в 2 раза, при ИМТ свыше 35 кг/м² в 20 раз. Так же установлено, связь наличия у пациента дислипидемии, с увеличением общего холестерина и атерогенных ЛПНП и ЛПОНП, и конкрементов желчного пузыря [10].

Некоторые авторы особую роль отводят генетическим факторам, описано до 50 генов, так или иначе участвующих в патогенезе желчнокаменной болезни [1,2,3].

Особое место в структуре факторов риска занимает эндокринная теория [2,11,13,14]. Согласно статистике у женщин конкременты желчного пузыря обнаруживают в разы чаще, чем у мужчин (соотношение 4:1). Многие авторы утверждают, что гормональные стимулы оказывают гораздо большее влияние на моторику желчного пузыря и желчевыводящих путей сильнее, чем нервные [2,11,13,14]. Кроме того, через гормоны реализуется и механизм регуляции обмена жиров, наибольшей липотропной активностью обладают гормоны гипофиза, за счет влияния на органы мишени, вырабатываю-

щие — тироксин, трийодтиронин, инсулин, эстроген, прогестерон и т.д. Низкий уровень тестостерона в крови у женщин влияет на риск развития ожирения и метаболического синдрома, что вместе с липотропным действием эстрогенов, что и делает женщин более подверженными камнеобразованию [2,11,13,14].

О взаимосвязи желудка и желчевыводящих путей известно еще со времен С.П. Боткина, который в своих трудах отмечал, что возможно сочетание поражений желудка и желчного пузыря у одного и того же пациента [3,12,14]. В пользу этого говорят и промежуточные результаты нашего исследования в рамках комплексной диагностики пациентов с различными вариантами острого калькулезного холецистита. Всем пациентам, участвовавшим в исследовании, была выполнена эзофиброгастродуоденоскопия. Всего обследовано 65 пациентов, находящихся на лечении в отделении хирургии с подтвержденным холелитиазом. Из 65 пациентов только 1,5% оказались без патологии со стороны желудка. Изменения со стороны слизистой желудка в виде смешанного гастрита обнаружены у 33 пациентов, что от общего числа составляет 50,7%, диагноз атрофический гастрит выставлен 15 пациентам, что составляет 23,07%. Поверхностный гастрит встречается у 4,61% пациентов, рефлюкс-гастрит у 3,07%. Вместе с тем, у пациентов, которым не выставлен диагноз гастрит, обнаружены различные формы гастропатии, из них эритематозная форма гастропатии встречается у 10,76% пациентов, катаральная гастропатия встречается у 3,07% больных с желчнокаменной болезнью.

Таким образом, учитывая все факторы риска можно выделить несколько групп пациентов, которым необходимы ранние превентивные мероприятия, с целью предупреждения холелитиаза:

- ◆ пациенты с дислипидемией, подтвержденной лабораторно с или без поражений органов мишени (ИБС, инфаркты, инсульты, генерализованный атеросклероз сосудов);
- ◆ пациенты с гастритами и гастропатиями, выявленными случайно или находящиеся на учете по данной патологии;
- ◆ это пациенты с ожирением и метаболическим синдромом, беременные и многократно рожавшие женщины с отягощенной наследственностью по желчнокаменной болезни;
- ◆ пациенты с дискинезией желчевыводящих путей по гипо-/гипермоторному типу.

Зачастую первоначально пациенты обращаются именно в поликлинику, к врачу терапевту и ему важно вовремя сориентироваться, объяснить необходимость соблюдения минимального набора профилактических мероприятий. Вместе с тем, на уровне первичного звена

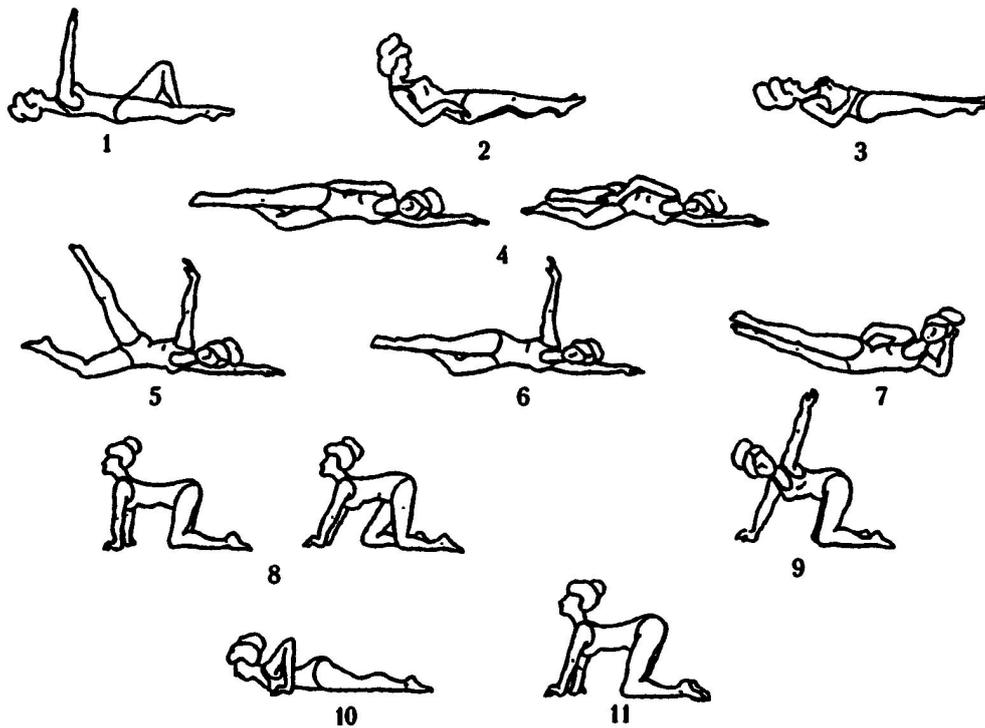


Рис. 1. Комплекс упражнений для профилактики и лечения желчнокаменной болезни.

следует направлять таких пациентов на консультацию к врачу лечебной физкультуры, врачу диетологу, врачу реабилитологу (касаемо пациентов, перенесших оперативное вмешательство).

Доказано, что ряд упражнений положительно влияет на моторику желчевыводящих путей, снимает спазм со сфинктера Одди, улучшает моторику желудочно-кишечного тракта, ускоряя пассаж пищи и тем самым предупреждая чрезмерное всасывание желчных кислот (Рис. 1) [2,5,8]. Учитывая простоту упражнений, их можно рекомендовать пациентам с различным уровнем физической подготовки, подбор упражнений должен осуществляться врачом ЛФК с учетом персонализированного подхода к пациенту (Таб. 1).

Наблюдение у врача диетолога так же необходимо пациентам из групп риска, так как коррекция рациона может существенно снизить риск развития желчнокаменной болезни [3,6,10]. Еще М. И. Певзнер писал о том, что лучшим средством для профилактики застоя желчи является частый прием пищи. Дробное питание, помимо прочего помогает избежать переизбытка, избежать дефицита необходимых макро- и микронутриентов. Основные догмы диетологии применимы и к пациентам с высоким риском, и к пациентам с уже подтвержденным камнеобразованием [3,6,10]. Достаточное количество белка, в среднем 1 г на кг идеальной массы тела, при чем качество поступающих белков должно быть разно-

образным — 50% должно приходиться на белки животного происхождения (мясо, рыба, яйцо, птица, молочные продукты), оставшиеся 50% допустимо получать из продуктов растительного происхождения — бобовые, соя. Количество потребляемых жиров таким пациентам должно подбираться индивидуально, вопреки мнению, что большое количество жиров вредно для организма, диетологи придерживаются мнения, что для полноценного питания необходимо потребление разнообразных жиров. Установлено, что они богаты необходимыми организму арахидоновой, линоленовой, линолевой кислот, которые улучшают усвоение жирорастворимых витаминов А, К, Е, Д [6,10]. Безусловно, потребление тугоплавких жиров (говяжий, бараний, свиной) необходимо ограничивать, так как они плохо усваиваются, в них высокое содержание холестерина и насыщенных жирных кислот, тем самым они провоцируют образование холестериновых камней. Среднесуточная норма потребления жиров 70–80 г, из которых 25–30 г растительного происхождения. Ограничение потребления жиров до 50 г в сутки рекомендовано пациентам в ранний восстановительный период после холецистэктомии и пациентам со стеатореей любого генеза. С целью усилить желчегонное действие пищи количество жиров увеличивают до 100–120 г/сут, за счет растительных жиров. Такую диету назначают пациентам на короткий срок, до 3 недель. Уменьшение потребления поваренной соли до 3 г/сут и простых легкоусвояемых углеводов до 10% от суточной нормы рекомендовано пациентам из групп

Таблица 1. Перечень упражнений для лечения и профилактики желчнокаменной болезни.

Комплекс упражнений для оттока желчи		
№	Описание	Рисунок
1	Диафрагмальное дыхание. Делаем вдох через нос, одновременно надувая живот. Медленно выдыхаем через рот, параллельно втягивая живот (6 раз).	
2	Лечь на спину, руки вдоль тела, ноги вместе. На вдохе поднимаем правую руку вверх и сгибаем в колене левую ногу, не отрывая ступню от пола. На выдохе возвращаемся в начальное положение (4 раза для каждой пары руки и ноги).	
3	Лечь на спину, руки на поясе, ноги вместе. На выдохе приподнимаем плечи и голову, так чтобы увидеть носки ног. Возвращаемся в исходное положение. Вдыхаем. Повторяем 4 раза.	
4	Лечь на спину, согнуть ноги, руки вдоль тела. Вдохнуть, на выдохе подтянуть колени и подбородок к груди. Ноги обхватить руками. Вернуться в исходное положение. Сделать 4 раза.	
5	Лечь на спину, руки вдоль тела, ноги вместе. Согнуть правую ногу, выпрямить её, затем проделать тоже самое другой ногой. Упражнение должно имитировать ходьбу. Выполнять 1 мин.	
6	Лечь на спину, ноги согнуты, стопы и колени вместе. Поочередно наклоняем сомкнутые колени в разные стороны (по 4 раза). Упражнение выполняется после вдоха на выдохе.	
7	Лечь на спину, руки вдоль тела, ноги вместе. Согнуть правую ногу, выпрямить её, вернуться в исходное положение. Проделать то же самое другой ногой (по 4 раза).	
8	Лечь на спину, локтями упереться в пол, ноги согнуты, стопы немного расставлены. После вдоха на выдохе приподнять таз. Вернуться в исходное положение (4 раза).	
9	Лечь на левый бок, левая нога полусогнута, левая рука лежит на полу, продолжая линию тела. На вдохе поднимаем правую руку через сторону до параллели с левой рукой. На выдохе приводим правое колено к груди, прижимая его к телу правой рукой. Возвращаемся в исходное положение. Повторяем 4 раза.	

риска и с подтвержденным диагнозом следует с целью уменьшения воспаления слизистой желчного пузыря. С целью профилактики запоров и для гидрохолереза необходимо достаточное потребление воды — в среднем до 2л/сут, грубых пищевых волокон — пектина, целлюлозы и гемицеллюлозы, получаемых из овощей, фруктов, ягод. Основные положения, касаемо питания отражены в приказах МЗ РФ 33 Оо 05.08.2003г диета с механическим и химическим щажением, в основе которых лежат компоненты диет № 5 и 5а по Певзнеру [6,10].

Санаторно-курортное лечение наиболее эффективно для пациентов, перенесших холецистэктомию, с целью воздействовать на основные звенья патогенеза нарушений, развивающихся после холецистэктомии. [7,9] К сожалению, влияние природных физических факторов на клинико-метаболический статус у больных с удаленным желчным пузырем, изучено недостаточно. Однако можно предполагать о благоприятном воздействии маломинерализированной слабоуглекислой сульфатно-гидрокарбонатной кальциево-натриевой минеральных вод для внутреннего и наружного

применения с целью повышения адаптационного порога организма. [7,9] В совокупности с соблюдением диеты и достаточным уровнем физической активности возможно снижение риска возникновения постхолецистэктомического синдрома, спаечной болезни в отдаленном периоде.

Резюмируя приведенные сведения, можно сделать вывод, что проблема желчнокаменной болезни, несмотря на длительную историю изучения холелитиаза, остается актуальной проблемой на стыке хирургического и терапевтического профиля. Основная задача современной медицины — избежание грозных осложнений калькулезного холецистита. Как следствие, необходим комплексный подход, прежде всего, к профилактике данного заболевания. Важно на этапе первичного звена оценивать риски развития желчнокаменной болезни, направлять пациентов из групп риска на комплексное обследование. Такие больные должны находиться под наблюдением не только у врача терапевта, но и у врача гастроэнтеролога, врача диетолога, врача лечебной физкультуры и врача реабилитолога.

ЛИТЕРАТУРА

- Вахрушев Я. М. Желчнокаменная болезнь (эпидемиология, ранняя диагностика, диспансеризация). — Ижевск, 2014. 124с.
- Григорьева И. Н. Основные факторы риска желчнокаменной болезни // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии и колопроктологии — 2007 — № 6- С. 17–21
- Ивашкин В. Т. Болезни печени и желчевыводящих путей. Руководство для врачей. — Москва — М-Вести, 2002 — С. 416
- Призенцов А. А. Желчнокаменная болезнь: состояние проблемы // Проблемы здоровья и экологии, — 2012 — № 3 — С. 39–44
- Ким С. Л. Лечебная физкультура при желчекаменной болезни // Научные исследования и разработки студентов: материалы V Междунар. студенч. науч. — практ. конф. (Чебоксары, 30 окт. 2017 г.) / редкол.: О. Н. Широков [и др.] — Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. — С. 37–39
- Назаренко Л. И. Возможности диетотерапии и типичные ошибки в питании пациентов с заболеваниями желчевыводящих путей // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология — 2013 — № 2 — С. 83–88
- Хайлачева И. С. Санаторно-курортное лечение больных с постхолецистэктомическим синдромом с применением методов, воздействующих на адаптационные процессы: автореф. дис. . . . канд. мед. наук: 14.00.51 — Пятигорск, 2009. — 138 с.
- Шарафанов А. А. Лечебная физкультура при заболеваниях органов пищеварения, мочеполовой системы и обмена веществ, — Ставрополь: Кн. изд-во, 1982 г.
- Адилов В. Б. История санаторно-курортного дела в России. Природные лечебные факторы России. // Актуальные проблемы восстановительной медицины, курортологии и физиотерапии. Мат. Междунар. конгресса «Здравница-2008». 2008. — С. 14–22
- Григорьева И. Н. Роль гиперлипидемии при желчнокаменной болезни // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология — 2010 — № 4 — С. 64–68
- Асланов, А. М. Гендерные особенности секреции стероидных гормонов у больных с желчнокаменной болезнью // Медицинские науки. — 2015. — № XI (18). — С. 46–49
- Бондаренко В. А. Хирургическое лечение больных при сочетании язвенной болезни и желчнокаменной болезни // Кубанский научный медицинский вестник — 2012 — № 2 — С. 40–42
- Вахрушев Я. М. Желчнокаменная болезнь: эпидемиология, факторы риска, особенности клинического течения, профилактика // Архив внутренней медицины. — 2016. № 3(29) — С. 30–32
- Вахрушев, Я. М. Роль гормонов в развитии желчнокаменной болезни // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. — 2008. — № 2. — С. 57–62

© Бурцева Мария Александровна (burseva94@mail.ru), Яшнов Алексей Александрович,

Коновалова Ольга Геннадьевна, Ханина Юлия Сергеевна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АНАЛИЗ БИОЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ И МЕТОДОВ ИХ ПРИДАНИЯ ТКАНЯМ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

ANALYSIS OF BIOCIDAL PREPARATIONS AND METHODS OF THEIR APPLICATION TO MEDICAL TISSUES

**N. Vinogradova
S. Plekhanova
A. Plekhanov**

Summary. Currently, outpatient facilities are the largest patient care centers across the country. According to statistics provided in the State Health Development Program, outpatient facilities of the Moscow City Health Department include 483 city outpatient clinics, which are regularly visited by 6 million insured Muscovites (this is half of the capital's residents). According to the definition of the World Health Organization, nosocomial infections are any clinically expressed diseases of microbial origin that affect the patient as a result of his hospitalization or visit to a medical institution for the purpose of treatment, as well as hospital personnel by virtue of his activities, regardless of whether symptoms of this manifest or not diseases while these people are in the hospital. Nosocomial infections can be classified depending on the transmission routes: airborne (aerosol), contact-household, contact-instrumental, post-injection and other forms. Among the methods of confronting and combating nosocomial infections, methods of giving and applying antibacterial and antiseptic drugs to tissues manufactured for medical workers are distinguished.

Keywords: biocidal preparations, medical tissues, triclosan, nosocomial infections, outpatient facilities, furagin, biocidal finishes of textile materials.

Виноградова Наталья Алексеевна

*Соискатель, старший преподаватель, НИУ МГСУ
Lisa-xumuk@yandex.ru*

Плекханова Светлана Владиславовна

*К.т.н., доцент, Российский государственный
университет им. А. Н. Косыгина*

Плекханов Алексей Фёдорович

*Д.т.н., профессор, Российский государственный
университет им. А. Н. Косыгина*

Аннотация. В настоящее время амбулаторно-поликлинические учреждения являются крупнейшими центрами обслуживания пациентов по всей стране. Согласно статистическим данным, приведенным в Государственной программе развития здравоохранения, амбулаторно-поликлинические учреждения Департамента здравоохранения города Москвы включают 483 городские поликлиники, в которые за медицинской помощью регулярно обращаются 6 миллионов застрахованных москвичей (это половина жителей столицы). Согласно определению Всемирной организации здравоохранения, внутрибольничные инфекции — любые клинически выраженные заболевания микробного происхождения, поражающие больного в результате его госпитализации или посещения лечебного учреждения с целью лечения, а также больничным персоналом в силу осуществления им деятельности, независимо от того, проявляются или не проявляются симптомы этого заболевания во время нахождения данных лиц в стационаре. Внутрибольничные инфекции можно классифицировать в зависимости от путей передачи на: воздушно-капельные (аэрозольные), контактно-бытовые, контактно-инструментальные, постинъекционные и другие формы. Среди методов противостояния и борьбы с внутрибольничными инфекциями выделяют методы придания и нанесения антибактериальных и антисептических препаратов на ткани, изготавливаемые для медицинских работников.

Ключевые слова: бицидные препараты, ткани медицинского назначения, триклозан, внутрибольничные инфекции, амбулаторно-поликлинические учреждения, фурагин, бицидные отделки текстильных материалов.

По статистическим данным, опубликованным бывшим главным государственным санитарным врачом Г.Г.Онищенко, удельный вес внутрибольничных инфекций (ВБИ), приходящийся на амбулаторно-поликлинические учреждения составляет 15,6%. Этот показатель опережают только родильные дома, удельный вес ВБИ, которых составляет 46,4%, на третьем месте находятся хирургические стационары (15,4%).

Проблема поиска путей эффективной защиты текстиля от микробиологических повреждений всегда была и остается актуальной. Это в полной мере касается и защиты хлопчатобумажного бельевого трикотажа, который непосредственно контактирует с телом человека и является чувствительным одновременно к действию целлюлозоразрушительных и патогенных видов микроорганизмов. Для примера остановимся на кон-

Таблица 1. Заправочные данные кулирной глади

Номер образца	Волокнистый состав,% и вид переплетения	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина полотна М, мм	Плотность — число пряжи на 10 см		Линейная плотность, Т, текс	Вид и марка красителя
				пэт. столб.	пэт. строк		
1	Хлопок 100% (черный) Кулирная гладь	171,0	1,39	327,0	292,0	56,0	Кубовый Akatint Red F5RK (red 170) Индия
2	Хлопок 100% (красный) Кулирная гладь	150,0	1,13	316,0	250,0	52,0	Кубовый Akatint Phthalo Green 7 Индия
3	Хлопок, 100% (зеленый) Кулирная гладь	150,0	1,15	318,0	251,0	52,0	Кубовый Китай

Таблица 2. Влияние 300 часов солнечной радиации на снижение разрывной нагрузки трикотажных полотен,%

№ образца	Волокнистый состав	Вид обработки	300 часов	
			по ширине	по длине
1	Хлопок 100% черный	Без обработки	31,3	29,3
		ETC	7,4	11,9
		MTC	10,0	18,3
		ATC	10,5	19,5
2	Хлопок 100% Красный	Без обработки	23,6	26,6
		ETC	15,7	11,2
		MTC	17,1	18,7
		ATC	13,5	15,1
3	Хлопок 100% зеленый	Без обработки	26,6	35,1
		ETC	12,2	15,1
		MTC	13,5	21,4
		ATC	13,3	23,7

кретном анализе некоторых литературных источников, посвященных этой сложной и разноплановой проблеме. Авторами работы [4, с. 63] рассмотрена безопасность биостойкости текстиля как один из основных факторов защиты текстильного сырья и готовой продукции в процессе их хранения, переработки и эксплуатации.

Биостойкость текстиля в последние годы играет ключевую роль в формировании ассортимента и свойств текстиля медицинского назначения. В работе [5, с. 33] обоснована возможность и целесообразность широкого использования для антимикробной обработки и защиты текстиля от биодеструкции различных видов отделочных препаратов, которые используют для заключительной отделки текстильных материалов и изделий. При

этом основное внимание уделяется кремний-органическим, фтор-органическим и карбамольным препаратам. В работе [1] основное внимание уделяется характеристике ассортимента и свойств новых типов биоцидных и фунгицидных препаратов для защиты текстильных материалов.

Объектом исследований при решении поставленных задач служила хлопчатобумажная кулирная гладь бельевого назначения (табл. 1), полученная из хлопчатобумажной пряжи 56 текс (вариант 1) и хлопчатобумажной пряжи 52 текс (вариант 2 и 3).

Результаты исследований влияния продолжительности солнечного облучения (100, 200 и 300 час.) на из-

Таблица 3. Результаты действия препарата на микроорганизмы в зависимости от количества стирок

Количество стирок	Зона задержки (мм)		
	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>K. pneumoniae</i>
0 стирка	3,5 ±0,04 мм	0 мм, незначительный рост	0 мм, незначительный рост
после 5 стирок	0 мм, нет роста	0 мм, значительный рост	0 мм, значительный рост
после 10 стирок	0 мм, нет роста	0 мм, значительный рост	0 мм, значительный рост
после 20 стирок	0 мм, значительный рост	0 мм, значительный рост	0 мм, значительный рост
не обработанные образцы (контрольные)	0 мм, без сокращения роста	0 мм, без сокращения роста	0 мм, без сокращения роста

менение показателей светлости, насыщенности, цветового тона и общего цветового контраста, и прочности волокнистой основы, в зависимости от цвета покраски (черный, красный и зеленый) полотен до и после их антимикробной обработки препаратами ЕТС, МТС и АТС, приведены в таблицах 1–2.

В таблице 2 приведены данные, характеризующие влияние продолжительности солнечного облучения (100, 200 и 300 часов) на изменение показателей светлости, насыщенности, цветового тона и общего цветового контраста в зависимости от цвета покраски (черный, красный, зеленый) полотен до и после их антимикробной обработки препаратами ЕТС, МТС и АТС. При этом установлено: среди трех цветовых характеристик покраски трикотажных полотен до и после обработки препаратами ЕТС, МТС и АТС под действием длительного солнечного облучения (300 часов) наиболее существенные изменения происходили в показателе цветового тона; обработка препаратами ЕТС, МТС и АТС исследуемых полотен, как правило, приводит к существенному повышению светостойкости покрасок, при этом лучший эффект достигается после обработки полотен черного и зеленого цветов.

Таким образом, выбранные нами тиосульфатные препараты ЕТС, МТС и АТС пригодны не только для эффективной защиты от микробиологической деструкции, но и от длительного действия светопогоды хлопчатобумажных трикотажных полотен летнего ассортимента.

Как известно [7, с. 323; 9, с. 7; 12], в износе хлопкового трикотажа летнего ассортимента действие света как и целлюлозоразрушающих микроорганизмов, играет ключевую роль. А потому важно, чтобы способы обработки хлопчатого бельевых трикотажа одновременно предоставляли высокую светостойкость и биостойкость.

Как видно из анализа таблицы 2, выбранные для обработки хлопкового трикотажа препараты ЕТС, МТС и АТС существенно тормозят процесс атмосферной деструк-

ции исследуемых трикотажных полотен. Если после 300 часов облучения разрывные нагрузки полотен по ширине и длине до обработки биоцидным препаратом ЕТС снижается соответственно на 31,3 и 29,3%, то после обработки ЕТС, это снижение составляет 7,4% и 11,9%. Подобная закономерность наблюдается и после обработки препаратами МТС и АТС полотен вариантов 1,2 и 3.

Выбранные нами тиосульфатные препараты существенно тормозят обесцвечивания исследуемых трикотажных полотен вар. 1,2 и 3 в процессе их солнечной радиации. При этом лучший светостабилизирующий эффект, как правило, достигается после обработки полотен препаратами ЕТС.

Можно сделать вывод, что выбранные нами препараты для антимикробной обработки обеспечивают надлежащую светостойкость покраски и волокнистой основы исследуемых тканей. Поэтому при формировании заданной светостойкости, текстильных одежных материалов медицинской отрасли, следует учитывать не только их устойчивость к действию различных групп и видов микроорганизмов, но и состав волокон, вид красителя и биоцидного отделочного препарата в процессе их микробиологического и атмосферного старения.

Изучена возможность и обоснована целесообразность использования в отечественном текстильном производстве тиосульфатных отделочных препаратов ЕТС, МТС и АТС для антимикробной обработки хлопчатобумажных бельевых трикотажных полотен летнего ассортимента с целью их эффективной защиты от биодеструкции патогенными микроорганизмами.

Установлено, что в процессе антимикробной обработки исследуемых хлопчатобумажных трикотажных полотен препаратами ЕТС, МТС и АТС не наблюдается заметных изменений на их механические (разрывная нагрузка) свойства, что может ухудшить износостойкость и гигиеничность названных полотен в процессе эксплуатации изделий из них.

Не выявлено отрицательного влияния обработки препаратами ЕТС, МТС и АТС на изменение цветовых характеристик (светлости, насыщенности, цветового тона и общего цветового контраста) и по светостойкости окрасок исследуемых трикотажных полотен кубовыми красителями.

Установлено, что антимикробные препараты ЕТС, МТС и АТС способны эффективно защищать хлопчатобумажные бельевые трикотажные полотна летнего ассортимента от длительного воздействия солнечной радиации [3, с. 72].

Основным преимуществом тиосульфатных отделочных препаратов является то, что их использование гарантирует одновременное достижение на трикотажных хлопчатобумажных бельевых и одежных полотнах высокой атмосферостойкости без ухудшения их механических свойств.

Действующее вещество было нанесено уже на готовые ткани, приобретенные в магазине.

Испытания проводились в соответствии с требованиями стандарта EN ISO 20645:2004. Результаты полученных данных приведены в таблице 3.

Результаты таблицы 3 показывают, что образец способен противостоять золотистому стафилококку вплоть до 20 стирок. На нулевой стирке образец проявляет антибактериальные свойства, а после пятой стирки он не допускает размножение бактерий, что тоже является хорошим показателем. Что касается кишечной палочки и палочки Фридлендера, то здесь дела обстоят хуже. Образец способен бороться с бактериями до 5 стирок включительно.

Самой простой технологией получения тканей с антибактериальными свойствами является нанесение раствора на готовые ткани. Это может быть как орошение поверхности материала, либо его помещение в раствор на определенное время.

В настоящее время разрабатывается и уже используется большое количество технологий нанесения биоцидных препаратов на поверхность или в структуру текстильного материала. Из приведенного материала можно сделать вывод о том, что наиболее резистентен в борьбе с вредоносными микроорганизмами такой текстильный материал, который сохраняет свои антибактериальные свойства на протяжении нескольких стирок. Разработка такого материала имеет первоочередную ценность и интерес.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астафуров В. Н. Руководство по уходу за больным и общей хирургии: электрон. учеб. [Электронный ресурс] / В. Н. Астафуров. Режим доступа: <http://www.surgerymanual.front.ru>.
2. Барбинов В. В. Исследование антимикробных свойств биоцидного препарата «Санитайзд-Т 99–19» в профилактике внутрибольничных инфекций / В. В. Барбинов, А. М. Иванов, Р. А. Раводин, О. В. Попова // Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2009. № 1 (25). прилож. ч. 1.
3. Баранова О. Н. Разработка метода придания антисептических свойств целлюлозным текстильным полотнам бельевого ассортимента и оценка их качества: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.01 / Баранова Ольга Николаевна. М. 2012.
4. Виноградова Н. А. Кинетика изнашивания тканей специального назначения // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2019. № 3.
5. Виноградова Н. А., Плеханова С. В. Выбор определяющих показателей качества тканей медицинского назначения // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2016. № 1.
6. Донецкая Э. Г.-А. Клиническая микробиология: руководство для специалистов клинической лабораторной диагностики / Э. Г.-А. Донецкая. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2011.
7. Зефирова Н. С. Химическая энциклопедия: в 5 т. / Н. С. Зефирова. М.: Советская энциклопедия. 1995. Т. 4.
8. Методические указания по лабораторной оценке антимикробной активности текстильных материалов, содержащих антимикробные препараты. М. ВНИИДис. 1984.
9. Олтаржевская Н. Д. Новые способы получения лечебных текстильных материалов. / Н. Д. Олтаржевская // Трикотажная и текстильно-галантерейная промышленность. М.: ЦНИИТЭ Илегпром. 1992. № 1.
10. Онищенко Г. Г. Письмо Роспотребнадзора № 01/5272–12–32 от 11.05.2012 «О мерах по недопущению возникновения вспышек внутрибольничных инфекций». М. 2012.
11. Разуваев А. В. Биоцидная защита текстильных материалов для профессиональной одежды / А. В. Разуваев // Технический текстиль. 2009. № 19.
12. Уварова О. Бактериостатические ткани. / О. Уварова // Российский деловой журнал Би К. 2006. № 6.
13. Хазанов Г. И. Зависимость антимикробной активности текстильных материалов от характера распределения препаратов на волокне / Г. И. Хазанов // Текстильная промышленность. 2000. № 1.
14. AATCC Test Method 100–2004 Antibacterial finishes on textile materials: Assessment of. AATCC Technical Manual, American Association of Textile Chemists and Colorists. Research Triangle Park. NC. 2005.

15. Cen L. Antibacterial activity of cloth functionalized with Nalkylated poly (4-vinylpyridine)/ Cen L., Neoh K. G., Kang E. T. // Wiley Periodicals, Inc. Journal of Biomedical Materials Research. 2004. № 71(A).
16. Gouda M. Enhancing flame-resistance and antibacterial properties of cotton fabric/ M. Gouda// Journal of Industrial Textiles. 2006. 36(2).
17. Gribust I. (2018). Regulation of the state of plantings in the anthropogenically transformed territories: the principle of dendrological diversity. World Ecology Journal. 8(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.25726/NM.2018.2.2.002>
18. Kimiran Erdem A. The Evaluation of Antibacterial Activity of Fabrics Impregnated with Dimethyltetradecyl (3-(Trimethoxysilyl) Propyl) Ammonium Chloride/ Kimiran Erdem, A., Sanli Yurudu, N.O. // IUF5 Journal of Biology. 2008. № 67 (2).

© Виноградова Наталья Алексеевна (Lisa-ximuk@yandex.ru), Плеханова Светлана Владиславовна,
Плеханов Алексей Фёдорович.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



КОГНИТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ И ДЕМЕНЦИЯ КАК ОСЛОЖНЕНИЕ ЦЕРЕБРОВАСКУЛЯРНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ В ПЕРИОД ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА

COGNITIVE DISORDERS AND DEMENTIA AS A COMPLICATION OF CEREBROVASCULAR INSUFFICIENCY DURING THE PERIOD OF ISCHEMIC STROKE

**A. Dzhibilov
I. Khamgokova
L. Tlapshokova**

Summary. The key risk factors for cerebrovascular diseases are arterial hypertension (AH), atherosclerosis and diabetes mellitus; genetic factors are also important, in particular, the polymorphism of the APOE and MTHFR genes. At the stage of the formation of non-neurological factors, processes are already taking place that determine how pronounced and how quickly the cerebrovascular pathology will develop, how pronounced and significantly the structures of the brain will be damaged and this or that clinical symptomatology will form. At the stage when the diagnosis of cerebrovascular pathology cannot yet be established, prerequisites are already being created for the brain cells to be negatively affected.

The results of these studies indicate that the presence of vascular risk factors in young and middle age is a potential cause of cognitive decline in adulthood. Those who, at the age of 40–44, had a higher total score for risk factors, demonstrate the worst results in tests that assess memory, information processing speed, and verbal ability.

In arteriopathy, vascular patency is impaired, blood flow decreases, focal or diffuse lesions develop, which leads to the formation of a certain neurological deficit. Simultaneously with these additional negative processes, the development of inflammatory changes, a violation of the permeability of the blood-brain barrier, and secondary autoimmune lesions occur. In general, this leads to the fact that brain cells are affected, regardless of whether they are in the zone of strategic damage to the vascular system or not.

In acute disorders of cerebral circulation, neuronal damage occurs not only in the area of acute cerebral ischemia, but also in non-ischemic areas of the brain that have synaptic connections with the primary lesion focus (in the hippocampus, thalamus, substantia nigra). In the ischemic-hypoxic cascade, heterogeneous etiological agents trigger the same type of processes that cause disruption of cell functioning and its death.

Today we are talking about the close relationship of vascular pathology and neurodegenerative processes. With vascular pathology,

Джибилов Аслан Юрьевич

Врач невролог, психиатр-нарколог, ГБУЗ «ММБ»
г. Нарткала; Аспирант, Кабардино-Балкарский
государственный университет г. Нальчик
aslan.dzhibilov@mail.ru

Хамгокова Инна Ураловна

Врач невролог, Городская поликлиника № 1 г. Нальчик
Prepodavatel00@mail.ru

Тлапшокова Лариса Беталовна

Д.м.н., профессор, врач невролог, ГБУЗ
«Республиканская клиническая больница» г. Нальчик
Prepodavatel00@mail.ru

Аннотация. Ключевыми факторами риска цереброваскулярных заболеваний является артериальная гипертензия (АГ), атеросклероз и сахарный диабет, важными также являются генетические факторы, в частности полиморфизм генов АРОЕ и МТНFR. На этапе формирования неневрологических факторов уже происходят процессы, которые определяют то, насколько выражена и как быстро будет развиваться цереброваскулярная патология, насколько выражено и значимо будут повреждаться структуры головного мозга и формироваться та или иная клиническая симптоматика. На этапе, когда еще не может быть установлен диагноз цереброваскулярной патологии, уже создаются предпосылки для того, что клетки головного мозга будут находиться под негативным воздействием.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что наличие сосудистых факторов риска в молодом и среднем возрасте являются потенциальной причиной когнитивного снижения в зрелом возрасте. Те, у кого в возрасте 40–44 года общая сумма по факторам риска была выше, демонстрируют худшие результаты в тестах, по которым оценивают память, скорость обработки информации, вербальные способности.

При артериопатии нарушается проходимость сосудов, уменьшается объем кровотока, развивающееся фокальное или диффузное поражение, которое приводит к формированию определенного неврологического дефицита. Одновременно с этими дополнительными негативными процессами происходит развитие воспалительных изменений, нарушение проницаемости гематоэнцефалического барьера, вторичные аутоиммунные поражения. В целом это приводит к тому, что клетки мозга поражаются, независимо от того, находятся они в зоне стратегического поражения сосудистой системы или нет.

При острых нарушениях мозгового кровообращения, нейрональное повреждение возникает не только в области острой церебральной ишемии, но и в неишемизированных участках головного мозга, которые имеют синаптические связи с первичным очагом поражения (в гиппокампе, таламусе, черной субстанции). При ишемически-гипоксическом каскаде неодно-

neurodegenerative disorders occur in 30–80% of cases, and vice versa, with neurodegenerative processes up to 50% of the existing phenomena of vascular damage. Therefore, this combination must also be taken into account.

The clinical manifestations of cerebrovascular pathology are motor and cognitive impairments, emotional and behavioral disorders, speech impairment. It should be noted that vascular cognitive impairment is usually characterized by decreased attention, executive function and psychomotor retardation, while memory impairment may not be observed.

Keywords: cognitive impairment, ischemic stroke, failure, dementia.

родные этиологические агенты запускают однотипные процессы, которые вызывают нарушение функционирования клетки и ее гибель.

На сегодня речь идет о тесной связи сосудистой патологии и нейродегенеративных процессов. При сосудистой патологии в 30–80% случаев возникают нейродегенеративные нарушения, и наоборот, при нейродегенеративных процессах до 50% имеющиеся явления сосудистого поражения. Поэтому такое сочетание тоже обязательно следует учитывать.

Клиническими проявлениями цереброваскулярной патологии являются двигательные и когнитивные нарушения, эмоциональные и поведенческие расстройства, нарушение речи. Следует отметить, что сосудистые когнитивные нарушения обычно характеризуются снижением внимания, исполнительных функций и психомоторной заторможенностью, в то время как нарушения памяти может не наблюдаться.

Ключевые слова: когнитивные нарушения, ишемический инсульт, недостаточность, деменция.

Сегодня постинсультная деменция занимает лидирующее место в структуре инвалидизирующих состояний, а вместе с показателями заболеваемости цереброваскулярной патологии растет медико-социальная актуальность этой проблемы во всем мире. Эпидемиологические данные по распространенности постинсультной деменции различаются в зависимости от места проведения исследований и диагностических критериев, которые в них применялись [2, с. 18].

После первого года, частота новых случаев деменции линейно возрастает на 3% ежегодно (по данным госпитальных исследований) и на 1,7% (по данным популяционных исследований). Результаты исследования с самым длинным сроком наблюдения продемонстрировали, что в течение 25 лет после инсульта деменция развивалась почти у половины пациентов [1]. Согласно сведениям других исследователей, перенесенный мозговой инсульт повышает риск развития деменции в 4–12 раз [6, с. 2875]. Синдром нарушения когнитивных функций в результате органического поражения мозга развивается у 25–30% лиц, подвергшихся инсульту, что приводит как к существенному повышению затрат на их уход, так

и к увеличению смертности среди указанной когорты в 2–3 раза [2, с. 65].

По данным [5, с. 93], к числу наиболее значимых факторов риска развития постинсультной деменции относятся немодифицированные условия, такие как пожилой и старческий возраст; мужской пол; некоторые расово-этнические характеристики (известно, что люди желтой расы более склонны к постинсультной деменции). Несмотря на это (по результатам психиатрического интервью, субъективного и объективного анамнезов, нейро — и патопсихологической диагностики), существенной составляющей формирования деменции остается также низкий уровень образования пациента и наличие когнитивных нарушений в доинсультный период [7, с. 23].

Кроме того, выделяют ряд генетически обусловленных сосудистых заболеваний головного мозга (по результатам лабораторных исследований, анализов и т.д.), при которых также значительно повышается риск развития постинсультной деменции [3]. Впрочем, прогнозирование вероятности развития постинсультной

деменции и ее тяжести напрямую зависят от характеристик церебральной катастрофы, а именно от количества и объема очагов поражения тканей мозга. Существенное значение в развитии когнитивных нарушений заключается в наличии церебральной атрофии, особенно в медиальных отделах височных долей и диффузных изменений белого вещества полушарий мозга (лейкоареозы).

Патоморфология сосудистой деменции — достаточно сложный процесс, ведь нередко клинические данные и патоморфологические исследования не дают возможности четко разграничить: где болезнь Альцгеймера, а где сосудистая деменция, поскольку симптомы этих заболеваний не только частично пересекаются, но и взаимно усиливают друг друга.

В частности, имеющиеся факторы риска приводят к нарушению гемореологических свойств крови и церебральной гемодинамики, которые, в свою очередь, могут вызвать острое нарушение мозгового кровообращения. Структурные изменения серого и белого вещества нервной ткани, ее гипоперфузия (микроинфаркты) становятся патоморфологическим субстратом феномена корково-подкорковой диссоциации и нарушения нейротрансмиссии в центральной нервной системе (ЦНС) [9, с. 2667].

Холинергическая система мозга участвует в обеспечении деятельности важных функций памяти (кора головного мозга, гиппокамп), регуляции сложных двигательных реакций, в частности механизма инициации движений, двигательных стереотипов (базальные ганглии), составлении циркадных ритмов и внимания (ретикулярная формация ствола мозга, холинергические структуры переднего мозга). Влияние холинергической системы на развитие когнитивных расстройств установленный в 1982 году, подтвержден результатами многочисленных исследований, которые свидетельствуют о снижении холинергических базально-кортикальных проекций мозга; значительную потерю холинергических нейронов в базальном ядре Мейнерта; сокращенную активность холинацетилтрансферазы, необходимой для синтеза ацетилхолина; снижение концентрации мускариновых и никотиновых рецепторов; наличие корреляций между редуцированной холинотрансферазой, потерю нейронов в базальных ганглиях и бляшках, содержащих β -амилоидный белок, между холинергическим дефицитом и снижением выполнения когнитивных тестов [10, с. 25].

Независимо от преобладания первичного нейродегенеративного процесса или сосудистого поражения головного мозга общим звеном патогенеза при развитии деменции является дефицит ацетилхолина в структурах,

которые отвечают за когнитивные функции. Вследствие ишемии головного мозга возникает энергетический дефицит с последующими событиями, которые включают воспаление, глутамат-опосредованную эксайтотоксичность, чрезмерное накопление кальция, иницирование процессов, приводящих к гибели клеток, развитию окислительного стресса и структурно-функциональных изменений [8]. Посредники этих событий взаимодействуют друг с другом и способствуют повреждению клеток. Указанные процессы приводят к холинергическому дефициту и, в конце концов, вызывают когнитивные расстройства или деменцию.

Эффективность холина альфосцерат

Холина альфосцерат является средством, которое относится к группе центральных холиномиметиков с преобладающим влиянием на ЦНС. Как носитель холина и предыдущий агент фосфатидилхолина, он потенциально может предотвращать и корректировать биохимические повреждения, которые имеют особое значение среди патогенных факторов психоорганического инволюционного синдрома, то есть может оказывать влияние на снижение холинергического тонуса и изменения фосфолипидного состава оболочек нервных клеток [6, с. 2877].

В течение последних десятилетий клиническая эффективность холина альфосцерата продемонстрирована в ряде исследований [9, с. 2669; 10, с. 45; 11, с. 209; 12, с. 920]. В открытом многоцентровом исследовании, проведенном в 176 неврологических центрах Италии с участием 2 058 пациентов, лечение начиналось не позднее 10 дней после инсульта или транзиторной ишемической атаки [13, с. 1185]. Препарат назначали в дозе 1 000 мг внутримышечно ежедневно в течение 28 дней с последующим пероральным приемом 1 200 мг в сутки.

По данным диффузионной магнитно-резонансной томографии установлено, что уменьшение объема дефекта мозговой ткани при лечении холина альфосцератом достигается в течение месяца. Так, после курса терапии наблюдалось восстановление неврологического дефицита и способности больных к самообслуживанию. А в течение 6 месяцев, у более 2 000 пациентов не было выявлено побочных гемодинамических эффектов, таких как влияние на сердечный ритм, артериальное давление. Результаты исследования продемонстрировали эффективность холина альфосцерата в компенсации неврологического дефицита, который является следствием цереброваскулярных нарушений.

Ученые [15, с. 77] провели клиническое исследование, в котором приняли участие 2 484 пациента после инсульта. На фоне терапии холина альфосцератом на-

блюдалось достоверное улучшение когнитивных функций (памяти, внимания) и эмоционального фона по сравнению со стандартной терапией и плацебо, а также наблюдалась положительная динамика поведенческих расстройств и повышение повседневной активности. Данные исследования [11, с. 207] показали, что применение холина альфосцерата способствовало значительному улучшению когнитивных функций у пациентов с легким и среднетяжелым течением болезни Альцгеймера.

Итак, холина альфосцерат улучшает передачу нервных импульсов в холинергических нейронах; оказывает положительное влияние на пластичность нейрональных мембран и функцию рецепторов. Усиливая метаболические процессы в головном мозге, указанный препарат улучшает церебральный кровоток, активирует структуры ретикулярной формации головного мозга и восстанавливает сознание при травматическом его повреждении.

Лечение и профилактика цереброваскулярной патологии включает коррекцию сосудистых факторов риска (контроль артериального давления (АД), стабилизация ритма сердца, нормализация уровня глюкозы и липопротеидов в крови и т.д.), обеспечение здорового образа жизни (контроль массы тела, отказ от курения, ограничение употребления поваренной соли и т.д.), улучшение церебральной гемодинамики, нейропротекцию (цитопротекцию).

Учитывая сложность патофизиологического каскада при ишемическом инсульте и хронических нарушениях мозгового кровообращения, одной из перспективных терапевтических стратегий является выбор препарата с мультимодальным действием, который нацелен на ряд ключевых механизмов ишемического каскада.

Таким препаратом полифакторного нейропротекторного и метаболического действия, является депротеинизированный гемодериват из крови телят [10, с. 76]. Показано, что это средство повышает выживаемость клеток головного мозга и снижает их смертность в результате глобальной церебральной ишемии, улучшает когнитивные функции и общее клиническое состояние у пациентов с мультиинфарктной и смешанной деменцией, скорость когнитивных реакций, концентрацию внимания, мышление, социальную активность, а также восстанавливает нарушенные, вследствие ишемического инсульта, когнитивные функции. Результаты исследования [10, с. 87] продемонстрировали тенденцию к снижению частоты развития постинсультной деменции на 30% по сравнению с плацебо.

Для того чтобы установить диагноз нейрокогнитивного расстройства, необходимо провести оцен-

ку восприятия, внимания, обучения и памяти, речи; управляющих, психомоторных и социально-когнитивных функций. О наличии у пациента малых нейрокогнитивных расстройств свидетельствует подтвержденное легкое (умеренное) снижение когнитивных функций по сравнению с прошлым уровнем в одной или нескольких когнитивных сферах на основе жалоб пациента или его родственников, нейропсихологических тестов, при этом когнитивное нарушение не вызывает нарушений независимости в повседневной активности. При наличии большого нейрокогнитивного расстройства человек нуждается в посторонней помощи.

Говоря о принципах лечения нейрокогнитивных нарушений, следует обратить внимание на то, что лечение обязательно должно включать устранение обратимых когнитивных расстройств (терапия метаболических нарушений, депрессии), коррекция факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний (терапия АГ, кардиальной патологии), влияние на нейротрансмиттерные системы, применение нейропротекторов [9, с. 2672]. При терапии малых нейрокогнитивных нарушений, рекомендованы средства с метаболическим и вазоактивным действием, при больших нейрокогнитивных нарушениях — средства, действующие на нейромедиаторные системы. Обязательными являются немедикаментозные методы — повышение когнитивного резерва (когнитивные тренировки, развитие социальных связей, снижение уровня депрессии, выполнение умственных и физических упражнений), ароматерапия, музыкотерапия, психотерапия, массаж, психообразование пациента и его семьи, организация повседневной активности и тому подобное.

Когнитивные нарушения: ПОДХОДЫ К ЛЕЧЕНИЮ

Причинами сосудистых когнитивных нарушений могут быть атеросклероз, артериосклероз, амилоидная ангиопатия, васкулит, сосудистые аномалии и прочее. При прогрессирующей подкорковой энцефалопатии, кроме когнитивных нарушений подкоркового типа, у больных могут отмечаться нарушения походки/равновесия, мочеиспускания, эмоционально-мотивационные расстройства. Без этих дополнительных клинических проявлений устанавливать диагноз сосудистых когнитивных расстройств нецелесообразно.

Для сосудистых когнитивных расстройств не характерны нарушения памяти на текущие события, у пациентов с этой патологией не нарушаются запоминание и воспроизведение событий, в то же время возможна психомоторная заторможенность, трудности сосредоточения, нарушение произвольного внимания, аналитиче-

ских способностей, снижение инициативы и мотивации, зрительно-пространственные нарушения.

Следует помнить, что при сосудистых когнитивных нарушениях довольно часто диагностируют не только атеросклероз, но и амилоидную ангиопатию, а потому применение тромболитической, антикоагулянтной и антитромбоцитарной терапии может способствовать возникновению геморрагических очагов, особенно при сосудистой подкорковой энцефалопатии. По сосудистой деменции показано, что применение антитромбоцитарной терапии замедляло когнитивное снижение, вызывало риск геморрагии [2, с. 81]. Считается, что при выборе антитромбоцитарной терапии предпочтение следует отдавать цилостазолу, который является альтернативой ацетилсалициловой кислоте. Терапия антитромбоцитарными препаратами должна использоваться только для вторичной профилактики инфарктов и инсультов. Статины не показали положительного влияния на профилактику деменции. Также нет убедительных доказательств влияния любых средств терапии сахарного диабета для предотвращения когнитивному снижению и деменции.

На сегодня не вызывает сомнения тот факт, что для сосудистой деменции и болезни Альцгеймера существуют общие факторы риска — сахарный диабет, повышенное АД, курение, болезни сердца, гомоцистеинемия, ожирения. Доказано, что АГ является фактором риска сосудистой деменции: тяжесть цереброваскулярных заболеваний ассоциирована с повышением систолического АД; прогрессирующее поражение белого вещества ассоциировалось с временными колебаниями АД. АГ в среднем возрасте должна строго контролироваться для профилактики когнитивных нарушений, поскольку она может приводить к ремоделированию сосудистой стенки, эндотелиальной дисфункции, развитию атеросклероза и как следствие тех изменений, которые вызывают развитие сосудистых когнитивных нарушений.

В то же время агрессивное снижение АД у пациентов старших возрастных групп связано с прогрессирующим развитием когнитивных нарушений и сосудистой деменции, а также риском присоединения альцгеймеровских изменений в мозге.

АГ, ожирение и гиперлипидемия теряют свое значение с возрастом, тогда как потенциально угрожающими становятся ортостатическая гипотензия, уменьшение массы тела, низкий уровень холестерина, ассоциированный с нарушениями катаболизма. Следует помнить, что факторами риска развития сосудистой деменции в среднем (45–65 лет) возрасте является АГ, ожирение, снижение слуха, в старшем (старше 65 лет) — курение, депрессия, ортостатическая гипотензия, физическая неактивность, социальная изоляция, сахарный диабет.

При сосудистых когнитивных нарушениях необходимо избегать применения витамина Е и антипсихотиков. Как симптоматическая терапия рекомендованы ингибиторы холинэстеразы (галантамин, донепезил), а также антагонисты NMDA-рецепторов (мемантин) [8]. При назначении ингибиторов холинэстеразы необходимо помнить, что они улучшают когнитивные функции у пациентов с болезнью Альцгеймера и деменцией с тельцами Леви, но существенно не влияют на сосудистую деменцию [8]. Кроме того, они могут вызвать снижение симпатических реакций и брадиаритмию, повышая риск ортостатической гипотензии и синкопе, поэтому назначаться они должны обязательно только после тщательного обследования пациента и проведения ортостатических проб. У пациентов со смешанной деменцией и ортостатической гипотензией к ингибиторам холинэстеразы целесообразно добавлять доноры холина, в частности холина альфосцерат, которые предопределяют нейропротекторное действие. Что касается терапии именно сосудистой деменции, то до сих пор не существует одобренных препаратов для лечения пациентов с этой патологией.

ЛИТЕРАТУРА

1. American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. 5th ed. Arlington, VA: American Psychiatric Publishing; 2013. Crossref
2. Bour A., Rasquin S., Boreas A., et al. How predictive is the MMSE for cognitive performance after stroke? J Neurol 2010;257:630–7.
3. Brainin M., Teuschl Y. The stroke patient and cognition. Hachinski V. In: Treatable and Potentially Preventable Dementias. New York, NY: Cambridge University Press; 2018.
4. Gutiérrez Pérez C., Savborg M., Pahlman U., et al. High frequency of cognitive dysfunction before stroke among older people. Int J Geriatr Psychiatry 2011;26:622–9.
5. Madureira S., Guerreiro M., Ferro J. M. Dementia and cognitive impairment three months after stroke. Eur J Neurol 2001;8:621–7.
6. Matz K., Teuschl Y., Firlinger B., Dachenhausen A., Keindl M., Seyfang L., et al.; ASPIS Study Group. Multidomain lifestyle interventions for the prevention of cognitive decline after ischemic stroke: randomized trial. Stroke. 2015; 46:2874–2880. doi: 10.1161/STROKEAHA.115.009992
7. Pendlebury S. T., Cuthbertson F. C., Welch S. J., et al. Underestimation of cognitive impairment by Mini-Mental State Examination versus the Montreal Cognitive Assessment in patients with transient ischemic attack and stroke: a population-based study. Stroke 2010;41:1290–3.
8. Philp I., Brainin M., Walker M. F., Ward A. B., Gillard P., Shields A. L., et al.; Global Stroke Community Advisory Panel. Development of a poststroke checklist to standardize follow-up care for stroke survivors. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2013; 22: e173–e180. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2012.10.016

9. Puy L., Barbay M., Roussel M., Canaple S., Lamy C., Arnoux A., et al. Neuroimaging determinants of poststroke cognitive performance: the GRECogVASC study. *Stroke*. 2018; 49:2666–2673. doi: 10.1161/STROKEAHA.118.021981
10. Rist P. M., Chalmers J., Arima H., et al. Baseline cognitive function, recurrent stroke, and risk of dementia in patients with stroke. *Stroke* 2013;44:1790–5.
11. Sachdev P., Kalaria R., O'Brien J., Skoog I., Alladi S., Black S. E., et al.; International Society for Vascular Behavioral and Cognitive Disorders. Diagnostic criteria for vascular cognitive disorders: a VASCOG statement. *Alzheimer Dis Assoc Disord*. 2014; 28:206–218. doi: 10.1097/WAD.0000000000000034
12. Shi L., Zhao L., Yeung F. K., Wong S. Y., Chan RKT, Tse MF, et al. Mapping the contribution and strategic distribution patterns of neuroimaging features of small vessel disease in poststroke cognitive impairment. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2018; 89:918–926. doi: 10.1136/jnnp-2017-317817
13. Teuschl Y., Ihle-Hansen H., Matz K., Dachenhausen A., Ratajczak P., Tuomilehto J., et al.; ASPIS Study Group. Multidomain intervention for the prevention of cognitive decline after stroke: a pooled patient-level data analysis. *Eur J Neurol*. 2018; 25:1182–1188. doi: 10.1111/ene.13684
14. Zhao L., Biesbroek J. M., Shi L., Liu W., Kuijf H. J., Chu W. W., et al. Strategic infarct location for post-stroke cognitive impairment: a multivariate lesion-symptom mapping study. *J Cereb Blood Flow Metab*. 2018; 38:1299–1311. doi: 10.1177/0271678X17728162
15. Zhou D. H., Wang J. Y., Li J., et al. Study on frequency and predictors of dementia after ischemic stroke: the Chongqing stroke study. *J Neurol* 2004;251:421–7.

© Джибилов Аслан Юрьевич (aslan.dzhibilov@mail.ru),

Хамгокова Инна Ураловна (Prepodavatel00@mail.ru), Тлапшокова Лариса Беталовна (Prepodavatel00@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Кабардино-Балкарский государственный университет

РОЛЬ АКТИВИН-ПОДОБНОЙ РЕЦЕПТОРНОЙ КИНАЗЫ-5 В ИМПЛАНТАЦИИ БЛАСТОЦИСТЫ И РАЗВИТИИ ПЛАЦЕНТЫ

ROLE OF ACTIVIN-LIKE RECEPTOR KINASE-5 IN BLASTOCYST IMPLANTATION AND PLACENTAL DEVELOPMENT

**A. Ruziguli
N. Rukhliada
Aili Yiminniyazi**

Summary. In this review, the authors systematize data that highlight the importance of signaling of the transforming growth factor- β family of proteins for maintaining reproductive function and endometrial homeostasis; it has been proved that conditional inactivation of activin-like receptor kinase-5 in experimental models inevitably leads to female subfertility due to impaired implantation processes, which leads to the occurrence of placental defects. The article provides scientific evidence in favor of the fact that the absence of *Alk5* in the uterus leads to a significant decrease in reproductive capabilities due to abnormalities observed at different stages of pregnancy, including blastocyst defects, implantation, disorganization of trophoblast cells, fewer natural killer cells of the uterus and impaired remodeling of the spiral artery. The authors of the article raise a very important question in the context of the research topic: the morphology of the preimplantation human embryo is not identical with the analogous process in the mouse embryo, which is most often an experimental model, which significantly complicates the unambiguity of conclusions.

Keywords: proteins of transforming growth factor- β , activin-like receptor kinase-5, blastocyst, implantation, trophoblast, experimental model.

Жуцзыгули Абудувайли

Аспирант, Санкт-петербургский государственный педиатрический медицинский университет
2568141218@mail.ru

Рухляда Николай Николаевич

Д.м.н., профессор, Санкт-петербургский государственный педиатрический медицинский университет
nickolasr@mail.ru

Айли Иминьяцзы

Аспирант, Санкт-петербургский государственный педиатрический медицинский университет
ailiphd@mail.ru

Аннотация. В данном обзоре авторы систематизируют данные, которые подчеркивают важность передачи сигналов семейства белков трансформирующего фактора роста- β для поддержания репродуктивной функции и эндометриального гомеостаза; доказано, что условная инактивация активин-подобной рецепторной киназы-5 в экспериментальных моделях неизбежно приводит к женской субфертильности из-за нарушения процессов имплантации, что ведёт к возникновению дефектов плаценты. В статье приводятся научные данные в пользу того факта, что отсутствие *Alk5* в матке приводит к значительному снижению репродуктивных возможностей из-за аномалий, наблюдаемых на разных стадиях беременности, включая дефекты бластоцисты, имплантации, дезорганизацию клеток трофобласта, меньшее количество клеток естественных киллеров матки и нарушение ремоделирования спиральной артерии. Авторы статьи поднимают очень важный вопрос в контексте исследуемой тематики: морфология предимплантационного эмбриона человека не идентична с аналогичным процессом у эмбриона мыши, который наиболее часто является экспериментальной моделью, что существенно осложняет однозначность выводов.

Ключевые слова: белки трансформирующего фактора роста- β , активин-подобная рецепторная киназа-5, бластоциста, имплантация, трофобласт, экспериментальная модель.

Актуальность

Активин-подобная рецепторная киназа-5 (далее — *Alk5*) является основным рецептором типа 1 для семейства белков трансформирующего фактора роста β (далее — TGF β). Отсутствие *Alk5* приводит к ранней эмбриональной летальности из-за серьезных дефек-

тов развития сосудов, что делает невозможным успешную имплантацию.

Белки TGF β являются основными регуляторами многочисленных биологических функций. Хотя недавние исследования получили огромное понимание данного семейства факторов роста при репродуктивных процессах

у женщин, функции рецепторов *in vivo* остаются плохо определенными, что и предопределяет проблематику данного теоретического исследования.

Рецептор TGF β 1 типа (TGFB1), также известный как *Alk5*, является основным рецептором 1 типа для лигандов TGF β . В исследовании [14] авторы искусственно блокировали биомолекулярные пути *Alk5* в матке, используя мышей с рецептором прогестерона, чтобы определить физиологическую роль *Alk5* в репродуктивном процессе. Несмотря на нормальные функции яичников и искусственную децидуализацию у мышей с условной инактивацией (сКО), отсутствие *Alk5* в матке приводило к значительному снижению репродуктивных возможностей из-за аномалий, наблюдаемых на разных стадиях беременности, включая дефекты бластоцисты, имплантации, дезорганизацию клеток трофобласта, меньшее количество клеток естественных киллеров матки (uNK) и нарушение ремоделирования спиральной артерии.

TGF- β действует на децидуальные клетки через *Alk5*, вызывая экспрессию других факторов роста и цитокинов, которые являются ключевыми регуляторами пролиферации просвета эпителия, развития трофобласта и созревания uNK во время беременности.

Авторы отмечают снижение инвазивности трофобласта, связанное с повышенным уровнем его апоптотической гибели. Исследователи полагают, что индукция апоптоза трофобласта может осуществляться макрофагами двумя путями: секрецией TNF α и его действием на *Alk5*, экспрессируемые трофобластом, а также созданием дефицита триптофана под действием экспрессируемой макрофагами индоламин-2,3-диоксигеназы [16].

В ещё одном исследовании авторов, посвящённом условной инактивации *Alk5*, было обнаружено развитие эстрогензависимой аденокарциномы эндометрия с отдалёнными метастазами в легких [14].

Однако, осложняет понимание роли *Alk5* в имплантационных процессах тот факт, что морфология предимплантационного эмбриона человека не идентична с аналогичным процессом у эмбриона мыши, которая наиболее часто является экспериментальной моделью в контексте исследования данной темы. После оплодотворения оба эмбриона подвергаются митотическим клеточным делениям, уплотнению и кавитации с образованием бластоцисты, состоящей из слоя трофэктодермы (TE) и внутренней клеточной массы (ICM). Несмотря на это сходство, существует ряд существенных различий, таких как время деления, расщепления, образования бластоцисты и непосредственно имплантации [18]. Мышиные эмбрионы также подвергаются активации зиготического/эмбрионального генома сразу после опло-

дотворения, однако остается неясным, происходит ли это между 4- и 8-клеточной стадией или ранее, как у эмбрионов человека.

Согласно современным научным данным, три клеточные линии иницируют формирование бластоцисты: плюрипотентные эпибластные (EPI) клетки, которые формируют собственно эмбрион, и внезародышевые TE-клетки и клетки примитивной энтодермы (PE), которые вносят вклад в плаценту и желточный мешок соответственно. Помимо вышесказанного, ещё одна недавняя работа авторов продемонстрировала, что у бластоцист человека и мыши существуют различные генетические программы и сигнальные пути, участвующие в спецификации происхождения, например, дифференциальное требование для передачи сигналов FGF в спецификации происхождения EPI и PE [9, 10].

Анализируя литературу, можно обнаружить, что несколько ключевых компонентов сигнального пути TGF- β высокообогатены и дифференциально экспрессированы в человеческом EPI и TE, и что ингибирование этого пути приводит к подавлению экспрессии NANOG в человеческих, но не в мышинных клетках EPI (!). Ранее предполагалось, что ингибирование передачи сигналов TGF- β увеличивает пролиферацию EPI и усиливает рост клеток во время деривации hESC [20].

Расхождение с предыдущими результатами в научной литературе может быть связано с присутствием мышинных эмбриональных фибробластов, которые, как известно, секретируют факторы, способствующие передаче сигналов TGF- β , во время дериваций hESC (если предположить, что этот путь не был полностью отменен). В целом, вышесказанное говорит о том, что передача сигналов TGF- β и активация *Alk5* необходима для развития плюрипотентного EPI в бластоцистах человека, и дополнительно подтверждает необходимость этого сигнального пути в плюрипотентных hESCs.

В контексте всего вышесказанного, было бы крайне важно определить в будущих исследованиях, может ли стимулирующая передача сигналов TGF- β и активация *Alk5* в отсутствие FGFs во время образования hESC лучше воспроизводить среду передачи сигналов эмбрионов. Таким образом, предыдущие модели исследования на мышах не могут быть переложены на человеческую бластоцисту и процесс имплантации, поэтому дополнительные альтернативные сигнальные пути могут потребоваться для развития человеческого EPI и последующего получения стволовых клеток.

Итак, появляющиеся новые данные свидетельствуют о том, что популяция трофобластных стволовых кле-

Таблица 1. Роль факторов TGFβ в успешной имплантации у человека

Фактор TGFβ	Роль	Клеточная линия/система	Ссылка
TGF 1	↑ способствует вторжению ↑ способствует дифференциации FT CTBs ↓ Запрещает вторжение EVT ↓ Запрещает вторжение	СГЭ-3 HTR8/SVneo Первичные ЭВЦ HTR8/SVneo	Huang Z., Li S., Fan W., Ma Q [7], Cheng J. C., Yi Y., Chang H. M. [3], Lash G. E., Otun H. A., Innes B. A. [11], Graham C. H. [6]
TGFβ2	↓ Запрещает вторжение EVT	Первичные ЭВЦ	Lash G.E., Otun H.A., Innes B.A. [11]
TGFβ3	↓ Запрещает вторжение EVT	Первичные ЭВЦ	Lash G.E., Otun H.A., Innes B.A. [11]
АКТИВИН А	↑ индуцирует FT CTBs → EVTс ↑ способствует вторжению EVT	FT экспланты хориона Первичные FT CTB	Caniggia I., Lye S. J. [2]
NODAL	↓ Тормозит дифференцировку туберкулеза ↑ способствует апоптозу ↓ Ингибирует распространение	Рхо-1, TCK СГЭ-3 HTR8 / SVneo, JEG-3, JAR	Zhao H.J., Klausen C., Zhu H., Chang H.M. [22]
BMP-2	↑ способствует вторжению EVT ↑ способствует формированию трубки	FT плацентарные экспланты FT плацентарные экспланты, HTR8 / SVneo	Zhao H.J., Klausen C., Zhu H., Chang H.M. [22]
BMP4	↑ вызывает вторжение EVT через MSX2	HTR8 / SVneo, JEG-3, JAR	Richter A., Valdimarsdottir L. [17]
ENG	Потеря ENG способствует вторжению	HTR8 / SVneo	Soncin F., Khater M., To C [19]

ток (далее — TSC, согласно международной номенклатуре) существует в ранней человеческой плаценте. Тем не менее, модели культивирования стволовых клеток *in vitro* все еще находятся в разработке, и до сих пор неясно, насколько хорошо они отражают первичные клетки трофобласта (далее — ТБ). Отсутствие надежных протоколов для генерации TSC у людей приводит к ограниченным знаниям молекулярных механизмов, которые регулируют развитие плаценты человека и спецификацию линии ТБ по сравнению с другими эмбриональными стволовыми клетками человека (hESCs). Поскольку, как мы выяснили, имплантация и плацентация у мышей и человека значительно различается, только с развитием моделей на основе человеческих специфик с использованием TSC, можно будет наконец понять патогенез заболеваний, вызванных аномалиями плаценты у людей, например, преэклампсии и окончательное определение роли активации и инактивации *Alk5*.

Именно поэтому, в контексте настоящего теоретического исследования роли, необходимо рассмотреть современный взгляд на роль *Alk5* в развитии и заболевании плаценты человека через её участие в каскаде TGFβ, чтобы сформировать фундамент для дальнейших исследований.

TGFβ активирует SMAD2/3 через рецептор *Alk5* типа I [12]. Сигнальные компоненты TG Fβ высоко экспрессируются в нормальной плаценте, но их уровни снижают-

ся с возрастом гестационного периода [21]. Сообщения о роли TGFβ и активации *Alk5* в инвазии трофобласта у человека противоречивы (таблица 1).

Xuan Y. H. и коллеги отметили, что TGFβ1 способствует проникновению в клеточную линию хориокарциномы человека JEG-3 посредством активации SMAD3 (но не SMAD2) и активации MMP2 и MMP9 [7]. Эта активация зависит от каскада TGFβ/SMAD2/3/SNAIL [3]. Неспособность отменить экспрессию TGFβ3 на ранних сроках беременности может привести к снижению инвазии (трофобласта — далее ТБ) и, в свою очередь, к развитию преэклампсии (далее — ПЭ) [1].

С другой стороны, при исследовании эксплантатов плаценты на матриксе все изоформы TGFβ препятствуют инвазии EVT путем инактивации протеаз, важных для инвазии [11]. Подобные наблюдения были зарегистрированы ранее при использовании *Alk5*, которые приводят к блокированию инвазивной активности в клетках HTR8/SVneo. Это происходило через активацию ингибитора активатора плазминогена (PAI-1) и тканевых ингибиторов металлопротеаз (TIMP) [6]. PAI-1 является известной мишенью TGFβ/*Alk5*/SMAD2 и ингибирует активность активатора плазминогена урокиназы (uPA), тогда как известно, что TIMP ингибирует MMPs [5].

Таким образом, большинство сообщений поддерживают идею о том, что TGFβ ингибирует инвазию ТБ на границе плода и матери.

Таким образом, имплантация и плацентация являются видоспецифическими процессами, и это увеличивает сложность их изучения и связанных с ними патологий. Эндометриальная оболочка полости матки представляет собой высокодинамичную ткань, которая находится под постоянным контролем семейства сигналов TGFβ и, в частности, *Alk5*, состоящих из высококонсервативных лигандов, которые аутокринным или паракринным образом передают сигналы через гетеротетрамерный рецепторный комплекс на клеточной поверхности. Как было сказано выше, рецепторный комплекс клеточной поверхности, отвечающий за TGFβ, состоит из рецептора типа 1, TGFBR1/*Alk5*, и рецептора типа 2, TGFBR2. Чтобы определить распределение тканевого компартмента *Alk5* в матке, ряд исследователей оценивали экспрессию *Alk5* в эпителии просвета, а также в стромальном и миометриальном компартментах эндометрия с использованием количественной ПЦР в реальном времени. Эти результаты показали, что *Alk5* был более высоко экспрессирован в эпителии, чем в стромальном и миометриальном компартментах матки. Таким образом, исследования продемонстрировали критическую роль семейства TGFβ в репродуктивной функции [13]. Эти данные подтверждают, что члены сигнального пути семейства TGFβ, в частности, *Alk5*, контролируют различные роли в репродуктивной функции, такие как половая дифференциация во время эмбрионального развития и в репродуктивной оси, где лиганды семейства TGFβ

имеют первостепенное значение для функции оси гипоталамус-гипофиз-половые клетки [8].

Заключение

В женском репродуктивном тракте TGFβ, *Alk5* и его нижестоящие сигнальные факторы, SMAD2 и SMAD3, имеют решающее значение для структурной целостности миометрия и яйцеводов. Фактически, условная абляция TGFBR1/*Alk5* в мышцах матки и стромальных компартментах матки с рецептором *Amhr2-cre* приводит к аномальному развитию гладких мышц, что приводит к дивертикулам яйцеводов и нарушению транспорта эмбрионов. Альтернативно, удаление TGFBR1/*Alk5* из маточной мышцы, стромы и эпителия с помощью рецептора прогестерона приводит к дефектам эндометрия и плаценты, что приводит к аномальному развитию эмбриона и бесплодию [15]. Кроме того, недавно было показано, что условная делеция TGFBR1/*Alk5* и PTEN с использованием *Pgr-cre* приводит к развитию опухоли эндометрия с метастазами в легких [4].

В этом исследовании мы систематизировали данные, которые подчеркивают важность передачи сигналов TGFβ для эндометриального гомеостаза; условная инактивация *Alk5* неизбежно приводит к женской субфертильности из-за нарушения процессов имплантации, децидуализации и возникновения дефектов плаценты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Caniggia I., Grisaru-Gravnosky S., Kuliszewsky M., Post M., Lye S. J. Inhibition of TGF-beta 3 restores the invasive capability of extravillous trophoblasts in preeclamptic pregnancies. *J. Clin. Invest.* 1999;103:1641–1650. doi: 10.1172/JCI6380.
2. Caniggia I., Lye S. J., Cross J. C. Activin is a local regulator of human cytotrophoblast cell differentiation. *Endocrinology.* 1997;138:3976–3986. doi: 10.1210/endo.138.9.5403.
3. Cheng J. C., Yi Y., Chang H. M., Leung P. C. K. TGF-beta1 up-regulates cadherin-11 expression through snail: A potential mechanism for human trophoblast cell differentiation. *Cell Signal.* 2018;43:55–61. doi: 10.1016/j.cellsig.2017.12.004.
4. Gao Y, Lin P, Lydon J. P., Li Q. (2017) Conditional abrogation of transforming growth factor-β receptor 1 in PTEN-inactivated endometrium promotes endometrial cancer progression in mice. *J Pathol* 243:89–99.
5. Goumans M. J., Valdimarsdottir G., Itoh S., Rosendahl A., Sideras P., ten Dijke P. Balancing the activation state of the endothelium via two distinct TGF-beta type I receptors. *EMBO J.* 2002;21:1743–1753. doi: 10.1093/emboj/21.7.1743.
6. Graham C. H. Effect of transforming growth factor-beta on the plasminogen activator system in cultured first trimester human cytotrophoblasts. *Placenta.* 1997;18:137–143. doi: 10.1016/S0143-4004(97)90085-0.
7. Huang Z., Li S., Fan W., Ma Q. Transforming growth factor beta1 promotes invasion of human JEG-3 trophoblast cells via TGF-beta/Smad3 signaling pathway. *Oncotarget.* 2017;8:33560–33570. doi: 10.18632/oncotarget.16826.
8. Jamin SP, Arango NA, Mishina Y, Hanks MC, Behringer RR (2002) Requirement of *Bmpr1a* for Müllerian duct regression during male sexual development. *Nat Genet* 32:408–410.
9. Kuijk E. W., van Tol L. T. A., Van de Velde H., Wubbolts R., Welling M., Geijsen N. and Roelen B. A. J. (2012). The roles of FGF and MAP kinase signaling in the segregation of the epiblast and hypoblast cell lineages in bovine and human embryos. *Development* 139, 871–882. doi: 10.1242/dev.071688.
10. Kunath T., Yamanaka Y., Detmar J., MacPhee D., Caniggia I., Rossant J. and Jurisicova A. (2014). Developmental differences in the expression of FGF receptors between human and mouse embryos. *Placenta* 35, 1079–1088. doi: 10.1016/j.placenta.2014.09.008.
11. Lash G. E., Otun H. A., Innes B. A., Bulmer J. N., Searle R. F., Robson S. C. Inhibition of trophoblast cell invasion by TGFβ1, 2, and 3 is associated with a decrease in active proteases. *Biol. Reprod.* 2005;73:374–381. doi: 10.1095/biolreprod.105.040337.
12. Massague J. TGF-beta signalling in context. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* 2012;13:616–630. doi: 10.1038/nrm3434.

13. Monsivais D, Matzuk MM, Pangas SA (2017) The TGF- β family in the reproductive tract. *Cold Spring Harb Perspect Biol* 9: a022251.
14. Monsivais, D., Peng, J., Kang, Y., & Matzuk, M. M. (2019). Activin-like kinase 5 (Alk5) inactivation in the mouse uterus results in metastatic endometrial carcinoma. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(9), 3883–3892. <https://doi.org/10.1073/pnas.1806838116>.
15. Peng J, et al. (2015) Uterine activin receptor-like kinase 5 is crucial for blastocyst implantation and placental development. *Proc Natl Acad Sci USA* 112: E5098-E50107.
16. Reister, F. Macrophage-induced apoptosis limits endovascular trophoblast invasion in the uterine wall of preeclamptic women / F. Reister, H.-G. Frank, J.C.P. Kingdom [et al.] // *Lab. Invest.* — 2001. — Vol. 81, N8. — P. 1143–1152.
17. Richter A, Valdimarsdottir L, Hrafnkelsdottir H. E., Runarsson J. F., Omarsdottir A. R., Ward-van Oostwaard D., Mummery C., Valdimarsdottir G. BMP4 promotes EMT and mesodermal commitment in human embryonic stem cells via SLUG and MSX2. *Stem Cells*. 2014;32:636–648. doi: 10.1002/stem.1592.
18. Rossant J. (2015). Mouse and human blastocyst-derived stem cells: vive les differences. *Development* 142, 9–12. doi: 10.1242/dev.115451.
19. Soncin F., Khater M., To C., Pizzo D., Farah O., Wakeland A., Arul Nambi Rajan K., Nelson K. K., Chang C. W., Moretto-Zita M., et al. Comparative analysis of mouse and human placentae across gestation reveals species-specific regulators of placental development. *Development*. 2018;145 doi: 10.1242/dev.156273.
20. Van der Jeught M., Heindryckx B., O'Leary T., Duggal G., Ghimire S., Lierman S., Van Roy N., Chuva de Sousa Lopes S. M., Deroo T., Deforce D. et al. (2014). Treatment of human embryos with the TGFbeta inhibitor SB431542 increases epiblast proliferation and permits successful human embryonic stem cell derivation. *Hum. Reprod.* 29, 41–48. doi: 10.1093/humrep/det400.
21. Xuan Y.H., Choi Y. L., Shin Y. K., Ahn G. H., Kim K. H., Kim W. J., Lee H. C., Kim S. H. Expression of TGF-beta signaling proteins in normal placenta and gestational trophoblastic disease. *Histol. Histopathol.* 2007;22:227–234. doi: 10.14670/HH-22.227.
22. Zhao H.J., Klausen C., Zhu H., Chang H. M., Li Y., Leung P. C.K. Bone morphogenetic protein 2 promotes human trophoblast cell invasion and endothelial-like tube formation through ID1-mediated upregulation of IGF binding protein-3. *FASEB J.* 2020;34:3151–3164. doi: 10.1096/fj.201902168RR.

© Жуцзыгули Абудувайли (2568141218@mail.ru),

Рухляда Николай Николаевич (nickolasr@mail.ru), Айли Иминьянцзы (ailiphd@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет

О ПРОБЛЕМАХ ЛЕЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕННОГО ГНОЙНОГО ПЕРИТОНИТА

ON THE PROBLEMS OF TREATMENT OF DISSEMINATED PURULENT PERITONITIS

**A. Karsanov
S. Maskin
A. Khasieva
T. Derbentseva**

Summary. Disseminated purulent peritonitis (DPP) is still one of the most urgent problems of surgery. A variable predictor of an unfavorable prognosis for DPP remains a delay in reoperation with the development of abdominal sepsis. In this regard, the need for the scientific surgical community to overcome the persistent disproportion between the criteria for a local or systemic form of inflammation and the need for programmed step-by-step control over the source of DPP, implemented on the basis of new methods of active influence on the inflammatory process, allows us to count on improving the results of this category of patients.

Keywords: purulent peritonitis, abdominal sepsis, surgical treatment.

Карсанов Алан Мухарбекович

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия»
(г. Владикавказ)
karsan@inbox.ru

Маскин Сергей Сергеевич

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет»
(г. Волгоград)
maskins@bk.ru

Хасиева Алана Анатольевна

Врач-хирург, ГБУЗ «Республиканская клиническая больница скорой медицинской помощи» (г. Владикавказ)
a.khasiyeva@list.ru

Дербентцева Татьяна Викторовна

К.м.н., ассистент, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет»
(г. Волгоград)
TVDerbentseva@volgmed.ru

Аннотация. Распространенный гнойный перитонит (РГП) по-прежнему остается одной из наиболее актуальных проблем хирургии. Переменным предиктором неблагоприятного прогноза при РГП остается задержка с повторной операцией при развитии абдоминального сепсиса. В этой связи, важнейшее значение имеет необходимость преодоления научным хирургическим сообществом сохраняющейся дискорреляции между критериями локальной или системной формы воспаления и потребностью в программном этапном контроле над источником РГП, реализованные на основе новых методов активного воздействия на воспалительный процесс позволяют рассчитывать на улучшение результатов этой категории пациентов.

Ключевые слова: гнойный перитонит, абдоминальный сепсис, хирургическое лечение.

Лечение пациентов с распространенным гнойным перитонитом (РГП) было и остается одной из наиболее сложных по исходам и дискуссионных по выбору приоритетной лечебной концепции областей современной хирургии [1, 2, 3, 4]. На современном этапе стратегический подход к лечению пациентов с РГП определяется в рамках понятия “осложненная внутрибрюшная хирургическая инфекция” (ОВБИ) [1, 3]. Осложненные ВБИ чаще возникают вторично, а наиболее тяжелые их

формы составляют понятие “абдоминальный сепсис” (АС) [1, 5]. Доля РГП в общей структуре вторичного перитонита достигает 21%, с общей частотой разнообразных осложнений до 68% [3, 4, 6].

Результаты крупномасштабного общемирового исследования CIAOW study показали, что распространенный характер перитонита имел место в 43,6%, остальные случаи (56,4%) были классифицированы, как локальные

инфекции [7]. Полиорганная недостаточность и септический шок были констатированы у 14,2% пациентов, а всего интенсивный этап лечения потребовался 29,8% больных. Повторные хирургические мероприятия по контролю над источником ОВБИ потребовались в 11,7% случаев, а релапаротомии были выполнены 11,3% пациентов. Общая госпитальная летальность составила 10,5%. Независимыми предикторами прогноза летального исхода при многофакторном анализе были: пожилой возраст (относительный риск (ОР) смерти составил 1,1), наличие перфорации кишечника (ОР=2,8), задержка с первичной либо повторной операцией более чем на 24 часа (ОР=1,8), потребность нахождения в отделении интенсивной терапии (ОР=5,9) и выявленная у пациента иммуносупрессивность (ОР=3,8) [7].

При РГП по-прежнему сохраняется неоднозначность в определении дифференциальных критериев локальной инфекции и АС, поскольку отсутствует у представителей различных хирургических школ единое понимание патогенетических механизмов формирования системной альтерации при ОВБИ [2, 4, 5, 8]. На наш взгляд именно поэтому пока не решена задача по своевременной диагностике и созданию оптимальной лечебной концепции при РГП, учитывающая зависимость клинической ситуации от различных первичных заболеваний и травм органов брюшной полости, а также от условий (внебольничных и нозокомиальных) ее возникновения [4, 6, 9].

К сожалению, хирургическая тактика при РГП не достаточно четко дифференцирована в зависимости от характера локального либо системного пути развития воспаления [1, 3, 6], а, как показывает практика, на современном этапе выбор эффективной лечебной программы при абдоминальной катастрофе уже невозможен без учета этих факторов [2, 4, 5, 10].

Бесспорно, что успешное лечение больных с ОВБИ базируется на своевременной верификации и точной топической локализации гнойно-деструктивного процесса в брюшной полости [11]. Несмотря на современный уровень развития систем медицинской визуализации приходится констатировать, что в ряде клинических ситуаций выявление ОВБИ — это в первую очередь задача клинической диагностики [10].

Однако в целом ряде случаев, в первую очередь у пациентов, находящихся в критических состояниях, клиническая диагностика ненадежна и затруднена из-за сочетанной травмы, шока, дыхательной недостаточности, бессознательного состояния или других сопутствующих заболеваний [1]. Именно в таких ситуациях остается высокой частота диагностических ошибок, приводящих к выполнению напрасных или неоправданно запозда-

лых оперативных вмешательств, с соответствующим увеличением числа осложнений [3, 7].

В мире отмечен безусловный прогресс в развитии систем медицинской визуализации при ОВБИ, в том числе и с лечебно-навигационными целями. С позиций доказательной медицины есть уже все основания постулировать, что визуализационные технологии и базирующееся на их использовании малоинвазивное лечение являются методами выбора при целом ряде ОВБИ [10]. Расширяется и становится доминирующей практика использования видеолапароскопических технологий [11]. Достигнуты определенные успехи в оптимизации стратегии и совершенствовании тактики использования антимикробной химиотерапии и интенсивной терапии критических септических больных с ОВБИ [1, 3, 5].

Отдельную, чрезвычайно интересную, сложную и комплексную проблему представляет вторичный распространённый гнойный и каловый перитонит, возникший вследствие заболеваний и травм толстой кишки [8, 11, 83, 86, 113]. Несмотря на все достижения современной хирургии, интенсивной терапии и клинической фармакологии, именно толстокишечный генез ОВБИ является одним из основных факторов неудовлетворительного прогноза. В подобных ситуациях летальность при АС редко удается снизить ниже 30% [4, 52, 86, 113].

К основным факторам неблагоприятного прогноза лечения пациентов с ОВБИ относятся:

- ◆ исходный проблемный соматический статус пациентов, которые в своем большинстве относятся к пожилому и старческому возрасту;
- ◆ нутриционный дефицит и саркопения;
- ◆ иммуносупрессия,
- ◆ органно-системная дисфункция и возникновение септического шока;
- ◆ высокая степень ранней контаминации ассоциациями высокопатогенной микрофлоры;
- ◆ неадекватный хирургический контроль источника РГП (*Source control*);
- ◆ развитие синдрома интраабдоминальной гипертензии;
- ◆ высокий риск инфицирования внутрибольничными патогенами, особенно при необходимости в релапаротомии либо — лапаростомии;
- ◆ затяжное течение перитонита, необходимость коррекции синдрома кишечной недостаточности и сложности стандартизации при обеспечении целостности дигестивного тракта в различных клинических ситуациях [12].

Значение последнего обстоятельства трудно переоценить, поскольку при длительном, затяжном течении ОВБИ характерным является формирование третичного

перитонита, что само по себе повышает риск летальности до 50–64% [1, 2, 7, 9].

АС, являясь второй причиной госпитальной летальности в ряду других источников сепсиса, предъявляет особые требования к местно-направленным способам хирургического контроля источника ОВБИ и синдрома интраабдоминальной гипертензии [1, 5, 12, 13]. Топография зон бактериальной альтерации при РГП чрезвычайно сложна для выполнения “идеального” хирургического вмешательства, ввиду чего источник инфекции не всегда может быть радикально ликвидирован в один этап [4, 14, 15].

Особенно сложным остается выбор объема оперативного лечения ОВБИ при осложнениях колоректального рака (КРР) как наиболее частой клинической формой реализации этого типа воспалительных процессов в брюшной полости [16, 17]. Неудовлетворенность хирургов результатами лечения пациентов с РГП именно blastomatozной толстокишечной этиологии является постоянным стимулом к пересмотру некоторых аспектов хирургической тактики, основанному на новых методах активного воздействия на воспалительный процесс в брюшной полости и профилактике системных осложнений.

По данным бразильских хирургов, среди неотложных показаний к оперативному лечению КРР 23% составляли перфорации опухоли толстой кишки, а в остальных случаях это была опухолевая непроходимость [18]. Частота летальности при этих двух вариантах осложнений рака составила 33,6% и 20% соответственно. Аналогичная частота перфораций (23,6%) толстой кишки выявлена в Австралийском исследовании [17], а 47% из них были ассоциированы с КРР.

При различных осложнениях, а особенно при их сочетании, перитонит при неопластическом процессе толстой кишки встречается в 8,8–34,9% случаев [4, 7, 16, 18]. Потребность в релапаротомии после неотложных операций по поводу КРР достигает 7,7–45%, причем только половина из них бывает обусловлена несостоятельностью анастомозов, в то время как остальные 50% — прогрессированием исходного перитонита [4, 7, 15, 17]. При отсутствии исходного толстокишечного перитонита потребность в релапаротомии значительно ниже (2,4–4,5%), в основном — за счет несостоятельности анастомозов, частота которой при неотложной резекции толстой кишки широко варьирует (2,5–18,7%) и внутрибрюшных абсцессов (7,3–11,6%) [2, 4, 7, 15, 16].

По результатам исследования С.А. Алиева и соавт. [19], в общей структуре послеоперационных внутрибрюшных осложнений, гнойно-септические осложнения

(абсцессы и распространенный перитонит) занимают лидирующее место (88%), достигая 6,8% от общего числа в группе неотложно оперированных по поводу КРР пациентов. В структуре внутрибрюшных осложнений доля перитонита составила 78,6%, а частота несостоятельности ургентно наложенных анастомозов — 9,3% от всех первично-восстановительных операций.

Согласно данным L. H. Iversen и соавт. [20] у 24,4% всех пациентов, перенесших неотложное оперативное вмешательство по поводу осложнений КРР, развиваются различные, в том числе — инфекционно-воспалительные осложнения. Летальность в осложненной группе достигала невиданных цифр в 57,8% и в основном была обусловлена прогрессированием полиорганной недостаточности, а независимыми факторами риска смерти были: возраст старше 71 года, мужской пол, оценка по ASA \geq III баллов, перфорация опухоли, паллиативный характер операции, вынужденная спленэктомия.

По результатам исследования E. J. Morris и соавт. [21], основанного на анализе исходов хирургического лечения более 160 тыс. пациентов КРР в Великобритании, летальность при ургентных операциях составила 14,9%, по сравнению с 5,8% — при плановом лечении. Даже в случае успешного лечения гнойно-воспалительных осложнений КРР, сам факт неотложного лечения рака и системный воспалительный синдром являются независимыми факторами сокращения, как общей выживаемости (с 57,5% — после плановой, до 39,1% — после экстренной операции) [22], так и канцер-специфичной выживаемости пациентов [17, 23]. При анализе годичной летальности у оперированных по поводу КРР пожилых пациентов, J. W. Dekker и соавт. [24] констатировали этот показатель на уровне 13,2% — после плановых и 43% — после экстренных операций.

По данным P. E. Teloken и соавт. [17], относительный риск смерти после срочной операции составил 2,65. Наиболее значимыми предикторами госпитальной летальности среди оперированных по поводу КРР являются: экстренная операция, стадия опухоли, возраст, легочная и сердечная недостаточность [25, 26].

Таким образом, на современном этапе лечение пациентов с распространенным гнойным перитонитом, осложненным абдоминальным сепсисом, по-прежнему представляет актуальную проблему в силу целого ряда разнообразных клинических и патогенетических факторов. Именно учет наиболее значимых ресурсов для выбора оптимальной тактики лечения этой категории пациентов в реальной клинике не налажен и, соответственно, не используется в качестве стандартного принципа лечения.

Хирурги всего мира пока не могут похвастаться, что имеют в своем арсенале безоговорочно эффективный маркер локального и генерализованного пути развития распространенного гнойного перитонита и именно вследствие этого не могут прогнозировать риск раннего развития синдрома полиорганной дисфункции.

Для повышения эффективности лечения этой категории пациентов необходимы многоцентровые,

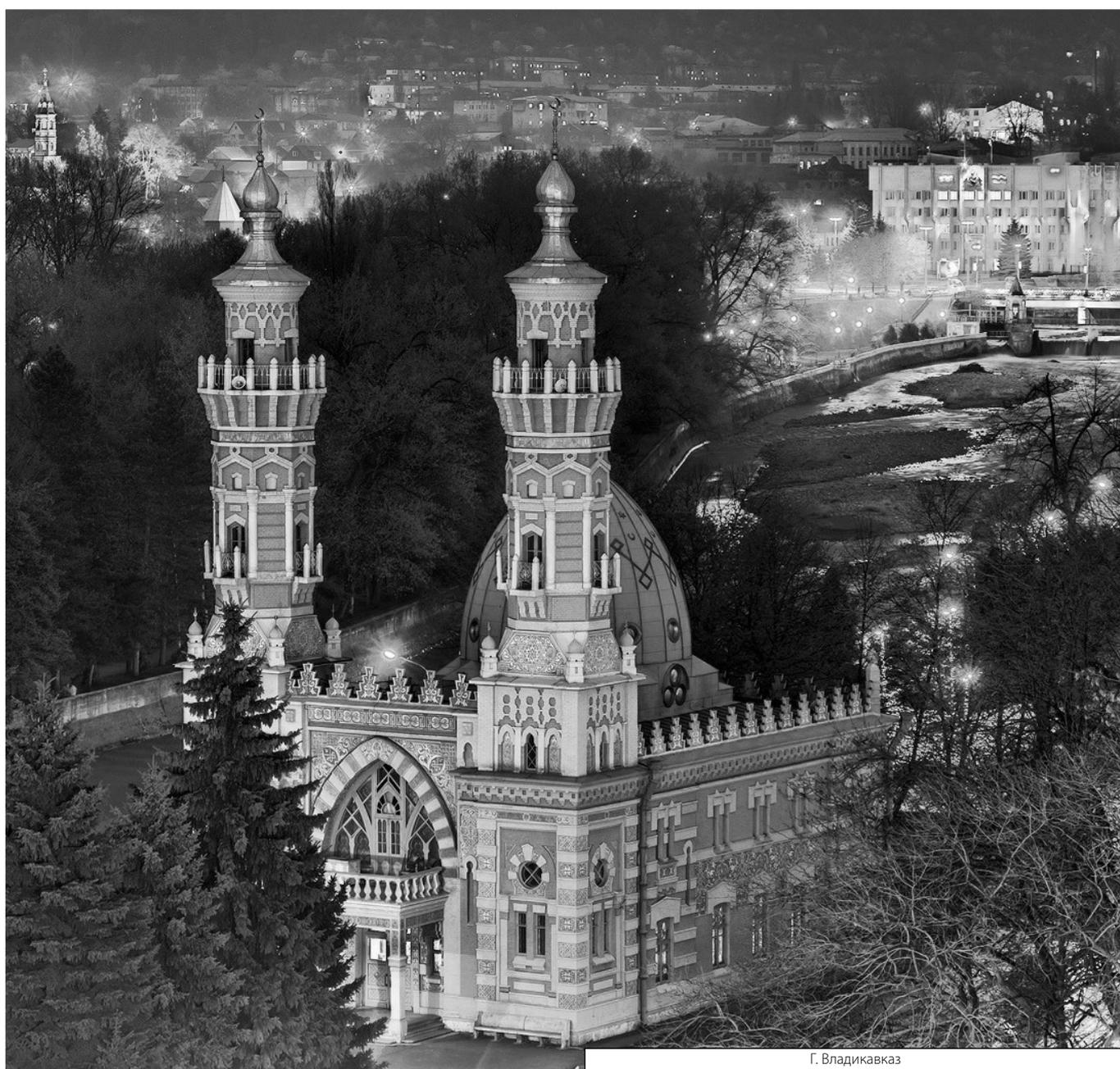
комплексные исследования по прецизионной детализации патогенеза наиболее тяжелых форм распространенной внутрибрюшной инфекции. И лишь на этой базе оправдан поиск и совершенствование оптимальных тактических подходов, разработка новых методов активного воздействия на воспалительный процесс в брюшной полости, направленных на профилактику системных осложнений распространенного гнойного перитонита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдоминальная хирургическая инфекция. Российские национальные рекомендации / Под ред. Б. Р. Гельфанда, А. И. Кириенко, Н. Н. Хачатрян. — М.: МИА, 2018. — 164 с.
2. Власов А.П., Трофимов В. А., Григорьева Т. И., Шибитов В. А., Власов П. А. Энтеральный дистресс-синдром в хирургии: понятие, патогенез, диагностика // Хирургия. — 2016. — № 11. — С. 48–53.
3. Sartelli M., Chichom-Mefire A., Labricciosa F.M. et al. The management of intra-abdominal infections from a global perspective: 2017 WSES guidelines for management of intra-abdominal infections // World J. Emerg. Surg. — 2017. — Vol.12. — P. 29. — Режим доступа: <https://doi.org/10.1186/s13017-017-0141-6>.
4. Маскин С.С., Гольбрайх В. А., Дербенцева Т. В. и др. Программные и экстренные релапаротомии в лечении распространенного перитонита // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. — 2012. — № 4. — С. 105–107.
5. Сепсис: классификация, клинко-диагностическая концепция и лечение. Практическое руководство / Под ред. Б. Р. Гельфанда // М.: МИА, 2017; 406 с.
6. Карсанов А.М., Маскин С. С., Климович И. Н. и др. Варианты тактических решений при осложненной интраабдоминальной инфекции // Московский хирургический журнал. — 2014. — № 2. — С. 67–72.
7. Sartelli M., Catena F., Ansaloni L. et al. Complicated intra-abdominal infections worldwide: the definitive data of the CIAOW Study // World J. Emerg. Surg. — 2014. — Vol.9. — P. 37. — Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4039043/>.
8. Gsge C., Schwab R., Willms A. Therapy concepts for diffuse peritonitis: When laparoscopic lavage and when open abdomen? // Chirurg. — 2016. — № 1. — P.34–39.
9. Гольбрайх В.А., Маскин С. С., Бобырин А. В., Карсанов А. М., Дербенцева Т. В., Лопастейский Д. С., Таджикива А. Р. Острые перфоративные язвы у больных с распространенным перитонитом // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. — 2012. — № 1. — С. 51–53.
10. Маскин С.С., Шамаев З. М., Шварцман И. М., Дубровин А. В., Карсанов А. М. Ультразвуковая диагностика в выборе тактики лечения толстокишечной непроходимости // Скорая медицинская помощь. — 2004. — № 3. — С. 106–107.
11. Климович И.Н., Маскин С. С., Дубровин И. А., Карсанов А. М., Дербенцева Т. В. Эндовидеохирургия в диагностике и лечении послеоперационного перитонита // Вестник хирургии им. И. И. Грекова. — 2015. — № 4. — С. 113–116.
12. Абдоминальная хирургическая инфекция (классификация, диагностика, антимикробная терапия): Российские национальные рекомендации / Под ред. Савельева В. С., Гельфанда Б. Р. — М.: Боргес, 2011. — 98 с.
13. Ларичев А. Б. Снова о сепсисе: философия диалектического единства дефиниции и клинической практики // Хирургия. — 2015. — № 10. — С. 84–87.
14. Карсанов А.М., Маскин С. С., Слепушкин В. Д., Карсанова Ф. Д., Дербенцева Т. В., Худиев Э. М. Возможности повышения периоперационной безопасности пациентов при раке толстой кишки // Вест. нац. мед.-хирург. центра им. Н. И. Пирогова. — 2015. — № 3. — С. 43–47.
15. Маскин С.С., Дербенцева Т. В., Карсанов А. М., Иголкина Л. А., Ермолаева Н. К., Лопастейский Д. С. Плановые и срочные релапаротомии при послеоперационных внутрибрюшных осложнениях // Кубанский научный медицинский вестник. — 2013. — № 7. — С. 101–106.
16. Mik M., Magdzinska J., Dziki L. et al. Relaparotomy in colorectal cancer surgery — do any factors influence the risk of mortality? A case controlled study // Int. J. Surg. — 2014. — Vol. 12. № 11. — P. 1192–1197.
17. Teloken P.E., Spilsbury K., Levitt M. et al. Outcomes in patients undergoing urgent colorectal surgery // ANZ J. Surg. — 2014. — Vol. 84. № 12. — P. 960–964.
18. Teixeira F., Akaishi E. H., Ushinohama A. Z. et al. Can we respect the principles of oncologic resection in an emergency surgery to treat colon cancer? // World J. Emerg. Surg. — 2015. — Vol. 10. — P. 5. — Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26191078>.
19. Алиев С.А., Алиев Э. С., Зейналов Б. М. Послеоперационные внутрибрюшные осложнения в хирургии рака ободочной кишки, осложненного кишечной непроходимостью и перфорацией опухоли // Вестник хирургии. — 2015. — № 5. — С. 98–104.
20. Iversen L.H., Bls S., Christensen I. J. et al. Danish colorectal cancer group: Postoperative medical complications are the main cause of early death after emergency surgery for colonic cancer // Br. J. Surg. — 2008. — Vol. 95. № 8. — P. 1012–1019.
21. Morris E.J., Taylor E. F., Thomas J. D. et al. Thirty-day postoperative mortality after colorectal cancer surgery in England // Gut. — 2011. — Vol. 60. № 6. — P. 806–813.
22. Sucullu I., Ozdemir Y., Cuhadar V. et al. Comparison of emergency surgeries for obstructed colonic cancer with elective surgeries: A retrospective study // Pak. J. Med. Sci. — 2015. — Vol.31. № 6. — P. 1322–1327.

23. van Eeghen E. E., den Boer F. C., Loffeld R. J. Thirty days post-operative mortality after surgery for colorectal cancer: a descriptive study // *J. Gastrointest. Oncol.* — 2015. — Vol.6. № 6. — P. 613–617.
24. Dekker J. W., Gooiker G. A., Bastiaannet E. et al. Steering committee of the 'quality information system colorectal cancer' project. Cause of death the first year after curative colorectal cancer surgery; a prolonged impact of the surgery in elderly colorectal cancer patients // *Eur. J. Surg. Oncol.* — 2014. — Vol.40. № 11. — P. 1481–1487.
25. van der Sluis F. J., Espin E., Vallribera F. et al. Predicting postoperative mortality after colorectal surgery: a novel clinical model // *Colorectal Dis.* — 2014. — Vol.16. № 8. — P. 631–639.
26. Маскин С. С., Карсанов А. М., Надельнюк Я. В., Шамаев З. М. Тактические принципы хирургии непроходимости толстой кишки // *Вестник хирургической гастроэнтерологии.* — 2008. — № 4. — С. 115–116.

© Карсанов Алан Мухарбекович (karsan@inbox.ru), Маскин Сергей Сергеевич (maskins@bk.ru),
Хасиева Алана Анатольевна (a.khasiyeva@list.ru), Дербенцева Татьяна Викторовна (TVDerbentseva@volgmed.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Владикавказ

РАСПРОСТРАНЕННЫЙ ГНОЙНЫЙ ПЕРИТОНИТ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТРАКТОВКИ ТЯЖЕСТИ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ И ВЫБОРА ХИРУРГИЧЕСКОЙ ТАКТИКИ

DISSEMINATED PURULENT PERITONITIS: TOPICAL ISSUES OF TRANSPORTING THE SEVERITY OF PATIENTS AND THE SELECTION OF SURGICAL TACTICS

**A. Karsanov
S. Maskin
T. Derbentseva**

Summary. The most important ways to increase the effectiveness of treatment of patients with disseminated purulent peritonitis (DPP) are: the development of diagnostic and prognostic scales for assessing the severity of patients' condition and improving optimal tactical approaches. The use of modern scales makes it possible to detail the degree of damage to the abdominal organs and to predict the outcome of the disease in patients with DPP with a high degree of certainty. It is on an individualized prognosis that a differentiated tactical approach to the principles of using the surgical component of the complex treatment of abdominal sepsis should be built.

Keywords: purulent peritonitis, assessment scales, surgical tactics, relaparotomy.

Карсанов Алан Мухарбекович

*К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия»
(г. Владикавказ)
karsan@inbox.ru*

Маскин Сергей Сергеевич

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет»
(г. Волгоград)
maskins@bk.ru*

Дербентцева Татьяна Викторовна

*К.м.н., ассистент, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет»
(г. Волгоград)
TVDerbentseva@volgmed.ru*

Аннотация. Важнейшими направлениями повышения эффективности лечения пациентов с распространенным гнойным перитонитом (РГП) являются: разработка диагностических и прогностических шкал оценки тяжести состояния пациентов и совершенствование оптимальных тактических подходов. Использование современных шкал дает возможность детализировать степень поражения органов брюшной полости и с высокой степенью достоверности прогнозировать исход заболевания у больных с РГП. Именно на индивидуализированном прогнозе должен строиться дифференцированный тактический подход к принципам использования хирургического компонента комплексного лечения абдоминального сепсиса.

Ключевые слова: гнойный перитонит, шкалы оценки, хирургическая тактика, релапаротомия.

Несмотря на огромные усилия всего хирургического сообщества эффективное лечение пациентов с распространенным гнойным перитонитом (РГП) по-прежнему является одной из труднейших клинических задач [1, 2, 3, 4]. Эволюция общемирового понимания проблем, связанных с РГП реализовалась в концепцию “осложненной внутрибрюшной хирургической инфекции” (ОВБИ) [2, 4].

Одними из важнейших направлений повышения эффективности лечения пациентов с РГП являются со-

вершенствование оптимальных тактических подходов, разработка новых методов активного воздействия на воспалительный процесс в брюшной полости, своевременное выявление и купирование внутрибрюшных и системных осложнений ОВБИ [5, 6, 7]. Для решения этих задач, помимо непрерывного развития технологических принципов и технических условий для успешного хирургического контроля источника РГП, разрабатывались диагностические и прогностические системы и шкалы оценки тяжести состояния больных с локальными и генерализованными формами ОВБИ [7, 8, 9, 10].

Из отечественных разработок к таким следует отнести очень практичную систему оценки степени интоксикации при перитоните, предложенную акад. В.К. Гостищевым и проф. В.П. Сажиним [1] и определение индекса брюшной полости (ИБП), разработанного коллективом хирургов, под руководством акад. В.С. Савельева [11]. Полученные в клинике результаты позволяют констатировать, что использование ИБП дает возможность детализировать степень поражения органов брюшной полости и достоверно прогнозировать исход заболевания у больных распространенным перитонитом. Значения ИБП можно использовать для уточнения показаний к выбору тактики ведения больного перитонитом в режиме релапаротомии «по требованию» или «по программе» [11].

Зарубежные коллеги с успехом используют: Мангеймский перитонеальный индекс (Mannheim Peritonitis Index Score) (МПИ), разработанный Н. Wacha и М. Linder [12], перитонеальный индекс Altona (PIA) и его усовершенствованный вариант PIA II [13], прогностический индекс релапаротомий [14] и другие шкалы оценки физиологического состояния пациентов.

Согласно сводным литературным данным, МПИ является независимой, объективной и эффективной системой бальной оценки прогнозирования риска смертности при перитоните [14, 15, 16]. Так М. Kologlu и соавт. [13] при оценке динамики лечения пациентов с вторичным и послеоперационным перитонитами, получили результаты, позволяющие с одинаковой эффективностью прогнозировать исход в зависимости от повышения показателя МПИ и снижения индекса PIA II, что в итоге реализовалось в летальность на уровне 17,8% при внебольничном перитоните и достигло 33,3% смертности — при послеоперационном ($p=0,0018$).

R. Sharma и соавт. [17] при однофакторном анализе летальности в зависимости от отдельных компонентов шкалы МПИ выявили достоверный рост фатальных исходов при: возрасте пациентов старше 50 лет ($p=0,015$), развитии полиорганной недостаточности ($p=0,0001$), толстокишечной этиологии абдоминального сепсиса ($p=0,002$) и РГП ($p=0,0001$). При избранных пороговых значениях МПИ: <15, 16–25 и >25, авторами была получена летальность 0%, 21,4% и 78,6% соответственно. Высокозначимую корреляцию между оценкой по МПИ и послеоперационной оценкой по шкале SOFA у пациентов с перфорациями раковых опухолей толстой кишки проследили Н. Sawayama и соавт. [18].

Исследователями из Индии [19] изучена значимость МПИ наряду с другими клинико-биохимическими показателями, у пациентов с перфоративными осложнениями плановых операций на кишечнике. Наивысшую для себя чувствительность (72,1%) и специфичность (71,4%)

в определении риска летального исхода МПИ продемонстрировал при пороговом значении в 25 баллов. Оценка МПИ от 26 и более баллов была связана со смертностью в 29,4%, по сравнению с тем, что при индексе меньшем или равном 25 летальность составила 6,1% ($p=0,03$). Этот же пороговый уровень показателя МПИ имел статистическую значимость для прогноза развития осложнений, риск которых был в 5,7 раза выше при балле ≥ 26 , чем при ≤ 25 .

Отдельную, чрезвычайно сложную клиническую проблему представляют послеоперационный перитонит и нозокомиальный абдоминальный сепсис [1, 2, 20, 21, 22]. Не требует доказательств тот факт, что релапаротомия в колоректальной хирургии — это чрезвычайная ситуация, значительно усугубляющая клинический прогноз для пациента. Однако качественных исследований, посвященных анализу причин релапаротомии и зависимости ее вероятности от различных факторов, не так много.

В исследовании польских хирургов [23], изучивших причины повторных операций после 1674 плановых операций по поводу колоректального рака, частота релапаротомий составила 7,2%. Во всей группе риск повторного оперативного вмешательства был выше у мужчин и у пациентов с ASA III/IV. Потребность в реоперации повысила летальность до 13,2% против 1,4% в группе однократно оперированных пациентов, что эквивалентно повышению относительного риска смерти до 9,78.

Следует признать, что точная и своевременная идентификация пациентов с РГП, нуждающихся в неотложной релапаротомии, представляет собой не решенную пока задачу. Профессиональное сообщество нашей страны для нивелирования негативных последствий поздних реопераций рекомендует при абдоминальном сепсисе рассмотреть вопрос выбора хотя бы первой программированной релапаротомии, признавая большую значимость преимуществ подобной тактики над ее недостатками [1, 2, 4, 5, 6].

Зарубежные исследователи относятся более сдержанно к плановой релапаротомии при РГП, признавая, что у пациентов с полиорганной недостаточностью в первую очередь обоснована активная тактика с экстренной релапаротомией [6]. По итогам последнего международного консенсуса экспертов *World Society of Emergency Surgery* (WSES-2017) по лечению пациентов с ОББИ [4], был выдвинут ряд требующих серьезного обсуждения постулатов по ключевым вопросам оптимальности выбора тактики релапаротомии при РГП.

Во-первых, не подвергается сомнению, что некупирующаяся несмотря на адекватную лекарственную под-

держку полиорганная недостаточность является главным признаком прогрессирования ОВБИ и показанием к релапаротомии [6].

Во-вторых, релапаротомия «по требованию», по данным рандомизированного исследования, при отсутствии достоверных отличий в летальности и частоте тяжелых осложнений, по сравнению с плановой повторной релапаротомией, выполняемой в сроки 36–48 часов после первичной операции, сопровождалась меньшей частотой раневых осложнений и сокращением общих затрат на лечение в среднем на 23% [24]. Однако, если пристально рассмотреть результаты положенного в основу таких выводов исследования авторов из Нидерландов, то окажется, что летальность в группе программированных релапаротомий составила 36%, против 29% в группе экстренных операций ($p > 0,05$), а частота угрожающих жизни пациентов осложнений была практически равна: 44% и 40% соответственно ($p > 0,05$). Суммарная же частота серьезных эксцессов, возникших в течение 12 месяцев с момента операции составила 65% при программированной и 57% при экстренной релапаротомии ($p > 0,05$).

Выводы авторов были основаны, в том числе и на результатах лечения самой тяжелой категории пациентов с толстокишечным (каловым) перитонитом, а тяжесть состояния последних была оценена по шкале APACHE-II в более чем 20 баллов. В итоге этим составом экспертов при «тяжелом перитоните и абдоминальном сепсисе с высоким уровнем достоверности и силой рекомендаций (1А) была рекомендована релапаротомия «по требованию» [25].

В дальнейшем, следуя логике своих выводов, коллектив тех же голландских авторов [26] попытался оценить эффективность использования известных интегральных прогностических шкал (APACHE-II, SAPS-II, Mannheim Peritonitis Index, MODS, SOFA) для определения показаний к ЭРЛТ у больных, находящихся в критическом состоянии. Итогом этого исследования стала констатация непригодности ни одной из упомянутых систем бальной оценки для своевременной идентификации пациентов, нуждающихся в экстренной релапаротомии.

Продолжив свою работу и применив многофакторный регрессивный анализ с целью построения прогностической шкалы для своевременности выполнения экстренной релапаротомии с использованием 6 переменных, J. J. Kiewiet и соавт. на практике получили совершенно не пригодную для реализации модель, давшую неприемлемо высокую частоту напрасных повторных операций — 63% [27]. В последующем исследовании O. van Ruler и соавт. [28] делают двусмысленный вывод, что экстренная релапаротомия эффективна и безопасна лишь в тех ситуациях, когда у хирурга есть условия для

интенсивного круглосуточного мониторинга за состоянием пациента. Отсутствие таких условий препятствует безусловному и безопасному применению подобной тактики.

За рубежом пока не было получено более убедительной доказательной базы для таких выводов, хотя с этими целями выполнялось исследование в Южной Африке [29]. Согласно рандомизации, во время первичной лапаротомии по поводу вторичного перитонита, 46% пациентов были выбраны для программированной релапаротомии. Это оказались более тяжелые по шкале MEWS пациенты, с большей площадью вовлечения брюшной полости. Остальные 54% пациентов были запланированы на лечение «по требованию». При подведении итогов авторы пришли к выводу, что программированная релапаротомия не продемонстрировала преимуществ перед экстренной операцией по исходам (продолжительности лечения, осложнениям, летальности) и при этом программный подход потребовал более длительный этап интенсивной терапии. Однако у самих исследователей вызывает озабоченность гораздо более длительная временная задержка между первичной операцией и экстренной релапаротомией [29].

I. A. Kryvoruchko и соавт. [30] приходят к такому же заключению, однако признают ограниченные возможности использования интегральных шкал (APACHE II, SOFA, MODS) для конкретизации показаний к релапаротомии «по требованию». В связи с этим выводом логичен вопрос, а существуют ли достаточно эффективные критерии своевременности выполнения экстренной релапаротомии? Так по данным K. Das и соавт. [31], применение шкалы APACHE-II было эффективно в прогнозе неблагоприятного исхода лечения РГП, а шкалы P-POSSUM — в прогнозе длительности интенсивного этапа лечения АС.

Работа П. Я. Сандакова и А. И. Стариковой была посвящена поиску объективных показаний к релапаротомии «по требованию», для чего была разработана оригинальная «шкала динамической оценки органной дисфункции», принципы построения которой были аналогичны другим интегральным шкалам, оценивающим отклонения от нормы в показателях различных органов и систем [32]. Для определения показаний к релапаротомии, чувствительность предложенного способа составила 0,9, а специфичность — 0,8, что демонстрирует его высокую эффективность.

Современная реальность такова, что у хирургов в арсенале нет раннего высокочувствительного маркера либо прогностической шкалы, которые бы позволяли своевременно выполнить релапаротомию «по требованию». А с учетом безусловности того факта, что опоздание с ре-

лапаротомией более чем на 24 часа абсолютно коррелирует с прогрессивным ростом летальности, программное повторное вмешательство в лечении пациентов с абдоминальным сепсисом является более аргументированным выбором для контроля источника РГП [5, 9, 10, 33].

Одним из важных аргументов в пользу этого мнения является то, что при выполнении программированной релапаротомии дополнительно диагностируются не манифестирующие внутрибрюшные осложнения [5, 34]. Это является особенно актуальным при недостаточных технических и практических условиях использования визуализационной диагностики внутрибрюшных осложнений и эффективных биологических маркеров сепсиса [7, 9]. Преимущества запланированных операций состоят в возможности повышенного контроля за течением воспалительного процесса в брюшной полости во время проведения адекватных и своевременных санаций первичных и вновь возникших очагов ОВБИ и, тем самым, повышения безопасности лечения пациентов [9, 10, 33].

Одной из проблем тактики, основанной на приоритете программированной релапаротомии, является отсутствие четких критериев окончания цикла санаций [25], что в случае преждевременного прекращения этапного лечения, так же как и при выполнении необоснованной релапаротомии, способствует росту всех видов осложнений. Если же исходить из главенства подхода, основанного на первостепенности релапаротомии «по требованию», то при отсутствии должных условий для данной тактики возможен рост летальности в 1,5–3 раза, особенно у больных с полиморбидностью и полиорганной недостаточностью [4, 6].

Ввиду бурного развития учения о компартмент-синдроме в абдоминальной хирургии при тяжелых формах РГП, осложненного синдромом интраабдоминальной гипертензии, повсеместно появляются новые результаты применения открытых методов ведения брюшной полости — лапаростомии [1]. Применение лапаростомии связано со многими факторами, важнейшими из которых являются: роль повышенного внутрибрюшного давления в генезе полиорганной недостаточности и трудности контроля за течением ОВБИ при закрытых способах лечения РГП.

Значение факторов полиорганной недостаточности в тактике и исходах лечения пациентов с РГП можно оце-

нить по итогам исследования М.И. Бокарева и соавт. [35]. Авторы, исследовав три группы пациентов с РГП, предполагали справиться с инфекцией однократной лапаротомией у пациентов, оцененных по шкале SOFA в $2,0 \pm 1,8$ балла, а по МПИ — $27,0 \pm 7,36$ баллов. Летальность в этой группе составила 49%. Многоэтапное открытое лечение изначально планировалось во второй группе пациентов, у которых оценка по SOFA была в $3,3 \pm 1,38$ балла, а по МПИ — $30,2 \pm 6,3$ баллов, с применением традиционной лапаростомии. В итоге была получена летальностью в 68,9%. В наиболее исходно тяжелой, третьей группе, когда тяжесть состояния пациентов в среднем была оценена в $4,4 \pm 1,4$ балла по шкале SOFA и в $30,5 \pm 5,4$ балла согласно критериям МПИ, был применен способ “активной” лапаростомии, что является близкой по идеологии методике вакуумной терапии. В результате, летальность у этой категории пациентов оказалась наименьшей — 33,3%.

Таким образом, в наши дни хирурги не оставляют попыток по разработке современных диагностических и прогностических шкал оценки тяжести состояния больных с распространенным гнойным перитонитом, вполне справедливо полагая, что на их основе возможно улучшить результаты лечения этой сложной категории пациентов.

Другим ключевым направлением научного поиска является создание патогенетической платформы для совершенствования оптимальных тактических подходов, при системном пути развития внутрибрюшного воспаления, что позволит избавиться от такого методологического недостатка, как избыточная субъективность при выборе показаний к плановой или экстренной релапаротомии и, в конечном итоге, повысит качество и безопасность хирургического лечения пациентов.

Поскольку при анализе результатов лечения всей генеральной совокупности пациентов с распространенным гнойным перитонитом так и не было получено убедительных доказательств преимущества ни одного из известных методов прогноза исхода заболевания и способа хирургического контроля источника инфекции, выражающихся в улучшении именно клинических результатов лечения, возможно нам следует поменять “угол зрения” и провести структурирование хирургических подходов к лечению в зависимости от локального либо системного пути развития осложненной внутрибрюшной инфекции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гостищев В.К., Сажин П.В., Авдовенко А.Л. Перитонит. — М.: ГЭОТАР-МЕД, 2002. — 240 с.
2. Абдоминальная хирургическая инфекция. Российские национальные рекомендации / Под ред. Б.Р. Гельфанда, А.И. Кириенко, Н.Н. Хачатрян. — М.: МИА, 2018. — 164 с.

3. Власов А.П., Трофимов В. А., Григорьева Т. И., Шибитов В. А., Власов П. А. Энтеральный дистресс-синдром в хирургии: понятие, патогенез, диагностика // Хирургия. — 2016. — № 11. — С. 48–53.
4. Sartelli M., Chichom-Mefire A., Labricciosa F.M. et al. The management of intra-abdominal infections from a global perspective: 2017 WSES guidelines for management of intra-abdominal infections // World J. Emerg. Surg. — 2017. — Vol.12. — P. 29. — Режим доступа: <https://doi.org/10.1186/s13017-017-0141-6>.
5. Гольбрайх В. А., Маскин С. С., Бобырин А. В., Карсанов А. М., Дербенцева Т. В., Лопастейский Д. С., Таджиева А. Р. Острые перфоративные язвы у больных с распространенным перитонитом // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. — 2012. — № 1. — С. 51–53.
6. van Ruler O., Boermeester M. A. Surgical treatment of secondary peritonitis: A continuing problem. German version // Chirur. 2016. V. 87(1). P. 13–19.
7. Маскин С. С., Шамаев З. М., Шварцман И. М., Дубровин А. В., Карсанов А. М. Ультразвуковая диагностика в выборе тактики лечения толстокишечной непроходимости // Скорая медицинская помощь. — 2004. — № 3. — С. 106–107.
8. Сажин В.П., Карсанов А. М., Сажин А. В. Лапароскопическая холецистэктомия у больных с ожирением // Эндоскоп. хирургия. — 1999. — № 2. — С. 54–55.
9. Климович И.Н., Маскин С. С., Дубровин И. А., Карсанов А. М., Дербенцева Т. В. Эндовидеохирургия в диагностике и лечении послеоперационного перитонита // Вестник хирургии им. И. И. Грекова. — 2015. — № 4. — С. 113–116.
10. Карсанов А.М., Маскин С. С., Слепушкин В. Д., Карсанова Ф. Д., Дербенцева Т. В., Худиев Э. М. Возможности повышения периоперационной безопасности пациентов при раке толстой кишки // Вест. нац. мед.-хирург. центра им. Н. И. Пирогова. — 2015. — № 3. — С. 43–47.
11. Савельев В.С., Гельфанд Б. Р., Филимонов М. И. и др. Оценка тяжести поражения органов брюшной полости при перитоните // Инфекции в хирургии. — 2013. — № 2. — С. 5–9.
12. Wacha H., Linder M. M., Feldman U. et al. Mannheim peritonitis index-prediction of risk of death from peritonitis: Construction of a statistical and validation of an empirically based index // Theor. Surg. — 1987. — Vol.1. № 4. — P. 169–177.
13. Kologlu M., Elker D., Altun H., Sayek I. Validation of MPI and PIA II in two different groups of patients with secondary peritonitis // Hepatogastroenterology. — 2001. — Vol.48. № 37. — P. 147–151.
14. Pusajó J.F., Bumaschny E., Doglio G. R. et al. Postoperative intra-abdominal sepsis requiring reoperation. Value of a predictive index // Arch. Surg. — 1993. — Vol.128. № 2. — P. 218–222.
15. Маскин С.С., Карсанов А. М., Айдарова Л. Г. Оптимизация периоперационной антибактериальной химиотерапии при обтурационной непроходимости толстой кишки // Вестник хирургической гастроэнтерологии. — 2011. — № 3. — С. 64.
16. Remizov O.V., Sazhin V. P., Karsanov A. M. On bioethical component of patient safety in surgery // Bioethics. — 2017. — № 1. — P. 44–48.
17. Sharma R., Ranjan V., Jain S. et al. A prospective study evaluating utility of Mannheim peritonitis index in predicting prognosis of perforation peritonitis // J. Nat. Sci. Biol. Med. — 2015. — Vol.6. № 1. — P. 49–52.
18. Sawayama H., Tomiyasu S., Kanemitsu K. et al. Colonic perforation due to colorectal cancer: predicting postoperative organ failure with a preoperative scoring system and selecting the optimal surgical method based on the prognosis // Surg. Today. — 2012. — Vol.42. № 11. — P. 1082–1087.
19. Muralidhar V. A., Madhu C. P., Sudhir S., M. Srinivasarangan Efficacy of Mannheim peritonitis index (MPI) score in patients with secondary peritonitis // J. Clin. Diagn. Res. — 2014. — Vol.8. № 12. — P. 1–3.
20. Маскин С.С., Карсанов А. М., Надельнюк Я. В., Шамаев З. М. Тактические принципы хирургии непроходимости толстой кишки // Вестник хирургической гастроэнтерологии. — 2008. — № 4. — С. 115–116.
21. Kaukonen K.M., Bailey M., Suzuki S. et al. Mortality related to severe sepsis and septic shock among critically ill patients in Australia and New Zealand, 2000–2012 // JAMA. — 2014. — Vol.311. № 13. — P. 1308–1316.
22. Leligdowicz A., Dodek P. M., Norena M. et al. Association between source of infection and hospital mortality in patients who have septic shock // Am. J. Respir. Crit. Care Med. — 2014. — Vol.189. № 10. — P. 1204–1213.
23. Mik M., Magdzinska J., Dziki L. et al. Relaparotomy in colorectal cancer surgery — do any factors influence the risk of mortality? A case controlled study // Int. J. Surg. — 2014 — Vol.12. № 11. — P. 1192–1197.
24. van Ruler O., Mahler C.W., Boer K. R. et al. Comparison of on-demand vs planned relaparotomy strategy in patients with severe peritonitis: a randomized trial // JAMA. — 2007. — Vol. 298. № 8. — P. 865–872.
25. Sartelli M., Catena F., Ansaloni L. et al. Complicated intra-abdominal infections worldwide: the definitive data of the CIAOW Study // World J. Emerg. Surg. — 2013. — Vol.8. № 1. — P. 3. — Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23286785>.
26. van Ruler O., Kiewiet J. J.S., Boer K. R. et al. Failure of available scoring systems to predict ongoing infection in patients with abdominal sepsis after their initial emergency laparotomy // BMC Surgery. — 2011. — Vol.298. № 11. — P. 38–45.
27. Kiewiet J.J., van Ruler O., Boermeester M. A., Reitsma J. B. A decision rule to aid selection of patients with abdominal sepsis requiring a relaparotomy // BMC Surg. — 2013. — Vol.13. — P. 28. — Режим доступа: [doi: 10.1186/1471-2482-13-28](https://doi.org/10.1186/1471-2482-13-28).
28. van Ruler O., Boermeester M.A. Surgical treatment of secondary peritonitis: A continuing problem // German version. Chirur. 2016. — Vol.87. № 1. — P. 13–19.
29. Scriba M.F., Laing G. L., Bruce J. L. et al. The role of planned and on-demand relaparotomy in the developing world // World J. Surg. — 2016 — Vol.40. № 7. — P. 1558–1564.
30. Kryvoruchko I. A., Usenko O. Iu., Andreieshchev S. A. Surgical treatment of patients for abdominal sepsis // Klin. Khir. — P. — 2014. — № 8. — P. 34–38.
31. Das K., Ozdogan M., Karateke F. et al. Comparison of APACHE II, P-POSSUM and SAPS II scoring systems in patients underwent planned laparotomies due to secondary peritonitis // Ann. Ital. Chir. — 2014. — Vol.85. № 1. — P. 16–21.
32. Сандаков П. Я., Старикова А. И. Определение показаний к релапаротомии при распространенном перитоните // Хирургия. — 2014. — № 4. — С. 16–19.

33. Карсанов А. М. Система менеджмента качества и безопасность пациентов в хирургии // Вестник Росздравнадзора. — 2017. — № 6. — С. 52–56.
34. Leppäniemi A., Kimball E. J., De Laet I., Malbrain M. L., Balogh Z. J., De Waele J. J. Management of abdominal sepsis — a paradigm shift? // Anaesthesiol Intensive Ther. — 2015. — Vol.47. № 4. — P. 400–408.
35. Бокарев М.И., Мамыкин А. И., Варданян А. В. и др. Сравнительная оценка различных способов лечения абдоминальной инфекции, осложнённой распространённым перитонитом // Хирург. — 2013. — № 8. — С. 28–35.

© Карсанов Алан Мухарбекович (karsan@inbox.ru),

Маскин Сергей Сергеевич (maskins@bk.ru), Дербенцева Татьяна Викторовна (TVDerbentseva@volgmed.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Волгоград

КЛИНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБСЛЕДОВАННЫХ ГРУПП И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

CLINICAL CHARACTERISTICS OF THE SURVEYED GROUPS AND RESEARCH METHODS

D. Kudaev

Summary. This paper presents the results of a clinical and instrumental study of patients at the dental clinic of the Federal State Budgetary Educational Establishment “Dagestan State medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, and the State Budgetary Institution of the Republic of Dagestan “Republican Cardiology Dispensary” of the Ministry of Health of the Russian Federation who had myocardial infarction and who are at the dispensary.

Keywords: drug therapy, chronic gastritis, exacerbation, angina pectoris, cardiovascular complications.

Кудаев Джамал Магомедович

Ассистент, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» МЗ РФ
dzhamal7676@mail.ru

Аннотация. В настоящей работе представлены результаты клинико-инструментального исследования пациентов стоматологической поликлиники ФГБОУ «Дагмедуниверситет» МЗ РФ, и в Государственное Бюджетное Учреждение республики Дагестан «Республиканский Кардиологический Диспансер» МЗ РФ перенесших инфаркт миокарда и состоящих на диспансерном учете.

Ключевые слова: медикаментозная терапия, хронический гастрит, обострение, стенокардия, сердечно-сосудистые осложнения.

Для проверки гипотезы о связи факторов риска ХГП и ИБС, перенесенного ИМ и их значения для развития заболевания [1], было обследовано 498 пациентов, которым была проведена коронарография по поводу ИБС. Больные были консультированы стоматологом на наличие патологии полости рта и им был выставлен диагноз ХГП той или иной степени тяжести. Все пациенты были разделены на группы: 1. 213 мужчин, перенесших ИМ, средний возраст $58,9 \pm 0,5$ лет. 2. 134 мужчины, без перенесенного ИМ — средний возраст $62,8 \pm 0,9$ лет. 3. 61 женщина, перенесшая ИМ, средний возраст $59,6 \pm 0,7$ лет. 4. 90 женщин без перенесенного ИМ, средний возраст которых составил $61,1 \pm 1,0$ лет. Все больные имели стабильную стенокардию напряжения I–II функционального классов [2], часть пациентов страдала АГ III стадии, 1–2 степени, риск сердечно-сосудистых осложнений 4 степени [3]. Среди них, мужчины составили 44%, женщины — 61%. Сахарный диабет имел место у 16% мужчин и 38% женщин. Хронический гастрит вне обострения имел место у 81% мужчин и 34% женщин. Медикаментозную терапию клинических проявлений ХГП и ИБС проводили согласно стандартам лечения ХГП [4] и ИБС [2]. Для оценки эффективности влияния препарата Мельдоний на клинико-инструментальные проявления ХГП, путем простой рандомизации были отобраны 140 пациентов: 89 мужчин и 51 женщина, больных ХГП легкой, средней и тяжелой степени, принимавших помимо стандартного лечения ХГП и ИБС, препарат Мельдоний в дозе 250 мг x 2 раза в день в течение 3-х месяцев

(основная группа). Средний возраст мужчин составил $58,9 \pm 0,5$ лет, женщин $62,8 \pm 0,9$ лет. Контрольную группу составили 90 пациентов — 55 мужчин, средний возраст $56,8 \pm 0,5$ и 35 женщин, средний возраст $61,4 \pm 0,8$ лет, перенесших ИМ и имеющих ХГП легкой, средней и тяжелой степени и получавших традиционную терапию ХГП и ИБС. Рандомизация пациентов проходила путем простого подбрасывания игрального кубика. Клинико-инструментальное обследование проводилось до начала приема препарата Мельдоний и через 3 месяца.

Для всех участников исследования являлось обязательным ознакомление и подписание информированного согласия, одобренного в локальном этическом комитете ГБОУ ВПО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава РФ. Критериями исключения больных из исследования явились:

1. Наличие: остеопороза, аллергических и инфекционных заболеваний.
2. Проживание в районах экологических, техногенных катастроф, воздействие вредных для организма физических, химических факторов.
3. Больные с новообразованиями в анамнезе.
4. Хронический тонзиллит.
5. Прием лекарственных препаратов, влияющих на уровень костной резорбции и гипертрофию десен.
6. Наличие хронических заболеваний в стадии обострения, туберкулез, гепатиты, заболевания кро-

ви, системные заболевания соединительной ткани.

7. Полная адентия.
8. Отказ от обследования и лечения.

Методы исследования стоматологического статуса

1. Клинические методы исследования стоматологического статуса и состояния полости рта пациентов.
2. Индексная оценка состояния пародонта.
3. Ортопародонтография.
4. Реопародонтография.

Методы исследования соматического статуса

Все больные были обследованы кардиологом, включившим максимально полный сбор анамнеза и оценку физического статуса. Биохимическое обследование включало анализ крови на холестерин ХС, ТГ, ЛПНП), ЛПВП, глюкоза крови. Инструментальное исследование включало ЭКГ, ЭХО-КГ. Для определения степени поражения коронарного русла всем больным проводили КАГ с подсчетом КИ. Затем пациенты были обследованы стоматологом с помощью основных и дополнительных методов обследования.

Стоматологическое обследование. Клинические методы определения состояния пародонта

В качестве основополагающих мы приняли документы Комитета

экспертов ВОЗ, касающиеся методов и программ профилактики основных стоматологических заболеваний [1]. Рабочей классификацией болезней пародонта в процессе исследования являлась систематизация, утвержденная на XVI пленуме Правления Всесоюзного общества стоматологов [5].

Методика определения индекса нуждаемости в лечении заболеваний пародонта (индекс СРІТN)

Оценку методики проводили согласно стандартизированным рекомендациям ВОЗ [6] с использованием специально разработанного изогнутого зонда, позволяющего измерять глубину десневых карманов. Регистрацию данных по индексу СР1ТN проводили по следующим парам признаков-кодов: код СР1ТN O — нет патологических признаков в пародонте; код СР1ТN1 — имеется кровоточивость после зондирования; код СР1ТN2 — имеется

поддесневой зубной камень; код СР1ТN3 — обнаруживается патологический зубодесневой карман глубиной 4–5 мм; код СР1ТN4 — выявляется патологический зубодесневой карман глубиной 6 мм и более. Анализ результатов ведется по оценке количества обследованных секстантов зубных дуг, атрибутируемых к определенному коду СР1ТN, а также по средним величинам СР1ТN в группах обследованных. Согласно требованиям, обследовали 16 11/21 26, 46 41/ 31 36 — состояние секстанта оценивали по зубу, имеющему наихудший индекс. Потребности лечебных мероприятий оценивали параллельно по следующим кодам: код O — лечение не требуется; код 1 — необходимость улучшения гигиены полости рта; коды 2 и 3 — кроме гигиенических мероприятий требуются профессиональная обработка тканей десны и десневых карманов; код 4 — необходимо комплексное пародонтальное лечение с сочетанием различных (хирургических и консервативных) методов лечения.

Методика оценки функционального состояния сосудов пародонта

Реопародонтография является методом для изучения функционального состояния сосудов пародонта, а также прогноза заболевания, оценки эффективности различных способов и средств лечения. Обычно для гингивита и пародонтита характерно снижение эластичности растяжимости сосудистой стенки, уменьшение объемного кровотока, явления застоя в венозном русле, а на более поздних стадиях — органические изменения в стенках сосудов. Кровоснабжение тканей пародонта исследовали с помощью реопародонтографии. Реопародонтография (РПГ) — это графическая запись пульсовых колебаний комплексного сопротивления (импеданса) тканей при прохождении через них высокочастотного тока. Эти колебания отражают функциональное состояние регионарных сосудов. Для проведения РПГ нами использовалась серийная аппаратура: реоплетизмограф РПГ-203 (рабочая частота 100 кГц), усилитель биопотенциалов УБФ-4-03, компьютер со специальным программным обеспечением. Электродную систему, состоящую из 53 из 4-х электродных пластинок размером 3x4 мм, укрепленных на хлорвиниловой полоске размером 4x30 мм, накладывали на слизистую оболочку альвеолярного отростка и фиксировали на коже щеки лейкопластырем. Исследование кровоснабжения пародонта на верхней и нижней челюстях проводили в области фронтальных зубов и электродную систему устанавливали от клыка до клыка. Для выявления функциональных и структурных изменений в сосудах пародонта регистрировали реограммы указательного пальца, с которыми сравнивали фоновые РПГ. После полученных данных проводили расшифровку и анализ РПГ визуально и по количественным показателям. Количественные показатели оценивали следующим образом: вазодилатацию характеризуют по-

казатели ПТС (показатель тонус сосудов) ниже 13%; ИПС (индекс периферического сопротивления) ниже 80%; ИЭ (индекс эластичности) выше 80%. Вазоконструкцию характеризуют показатели ПТС выше 15%, ИПС — выше 90%, ИЭ — ниже 70%

Дополнительные методы стоматологического обследования — Рентгенологическое исследование

Всем пациентам выполнялась ортопантомография (для общей картины состояния костной ткани челюстей, твёрдых тканей зубов). С помощью ортопантомограммы выявляли наличие разрушения альвеолярной костной ткани, апикальную деструкцию, качество эндодонтического лечения, наличие нависающих краёв пломб, коронок, поддесневого камня и изменений твёрдых тканей зуба. С помощью прицельных дентальных снимков в дополнение к результатам зондирования определяли степень распространения деструкции альвеолярной костной ткани и поражений на участке фуркации корней. Степень деструкции описывали как одну из трёх степеней тяжести процесса: начальную среднюю и развивающуюся. При этом начальная стадия характеризовалась нарушением чёткости строения вершин межальвеолярных перегородок, без уменьшения их высоты и при отсутствии компактной замыкательной пластинки, наличии расширения периодонтальной щели в пришеечной области и убыль костной ткани на 1/3–1-степень, на 2/3–2-я степень и при полном исчезновении костной ткани 3-я. Также определялся вид деструкции костной ткани (горизонтальная или вертикальная резорбция кости альвеолярного отростка).

Биохимические исследования крови

Всем больным проводились биохимические исследования крови на ХС, ЛПНП, ЛПВП, ТГ, глюкозу по общепринятым методикам с использованием лабораторного оборудования.

Электрокардиография

ЭКГ-исследование больным проводили с использованием следующих приборов: «Mingograf» фирмы «Siemens» (Швеция). Записывали 3 стандартные отведения, Ш-е стандартное отведение на вдохе, 3 усиленных отведения от конечностей и 6 грудных.

Эхокардиографическое исследование

Эхокардиографическое исследование (ЭхоКГ) проводили по стандартной методике в положении пациента на левом боку из апикального доступа на аппарате «HewlettPackard» Sonos7500 (США) фазово-электронным

датчиком с частотой 1.8–4 МГц. «Sim — 5000 Plus» (Italy) [8]. Определяли следующие показатели: для подтверждения наличия гипертрофии левого желудочка определяли: толщина в диастолу межжелудочковой перегородки и задней стенки ТМЖП и ТЗСЛЖ в сантиметрах. Кроме того, определяли наличие гипо- или акинезастенок миокарда свидетельствующих о перенесенном инфаркте миокарда.

Коронароангиография

Исследование проводили всем пациентам, включенным в исследование по стандартной методике Сельдингера с лучевым или паховым доступом [7]. Проводился подсчет количества коронарных артерий с атеросклеротической обструкцией более 60%. Каждая артерия с поражением более 60% принималась за единицу, по сумме пораженных артерий вычислялся коронарный индекс (КИ).

Статистическая обработка результатов исследования

Для оперативной обработки значительных объемов клинико-диагностической информации, полученной в результате исследований, в работе была использована статистическая обработка, которую осуществляли при помощи стандартных методов математической статистики.

Достоверность результатов оценивали согласно t — критерию Стьюдента по следующей схеме: вычисляли значения среднего арифметического — M , стандартного отклонения — m и коэффициента Стьюдента t по формуле:

$$t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

За достоверную разницу принимали значения $p < 0,05$.

Собранные нами базы данных, содержащие информацию о характеристике больных и результатах исследований, подвергались статистической обработке с помощью пакетов STATGRAPHICS и STATISTICA FOR WINDOWS. Для построения графиков и рисунков использовался пакет MICROSOFT GRAPH. В качестве текстового редактора использовался пакет MICROSOFT WORD. В процессе статистической обработки определяли соответствие изучаемых показателей нормальному распределению. Вычислялись среднее арифметическое, среднее квадратическое отклонения, стандартная ошибка, асимметрия, коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена. Рассчи-

ывались абсолютные и относительные разности ряда динамических показателей, а также вышеуказанные параметры для абсолютных и относительных разностей.

Статистические гипотезы при сравнении выборок в условиях нормального распределения проверялись с помощью t-критерия Стьюдента, парного критерия Стьюдента, а в других случаях — с помощью точного критерия Фишера, критерия Колмогорова-Смирнова и других непараметрических критериев. При сравнении

долевого распределения показателей использовался критерий χ^2 , а при сравнении средних показателей в группах, различающихся по какому-либо признаку, — однофакторный дисперсионный анализ. Корреляционный и регрессионный анализ проводился на основе ряда специализированных пакетов по обработке статистической информации на порядковых, ранговых и номинальных шкалах. Статистически достоверными считались корреляционные коэффициенты, превышавшие 0,30 по абсолютной величине [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по методам регистрации стоматологического статуса населения. ВОЗ, Женева, «ММСИ», 1995, — 28 с.
2. Рекомендации по лечению стабильной ишемической болезни сердца. Российский кардиологический журнал. № 7(111)2014.
3. Рекомендации по лечению артериальной гипертонии. ESH/ESC2013 С. 15–38.
4. Клинические рекомендации (протоколы лечения) при диагнозе пародонтит. Утверждены Решением Совета Ассоциации общественных объединений «Стоматологическая Ассоциация России» 23 апреля 2013 года с изменениями и дополнениями на основании Постановления № 18 Совета Ассоциации общественных объединений «Стоматологическая Ассоциация России» от 30 сентября 2014 года.
5. XVI Пленум правления Всесоюз. науч. общества стоматологов // Стоматология, № 4, 1984, — с. 4–5.
6. ВОЗ: Стоматологические обследования. Основные методы. 4-е изд-е, ВОЗ: Женева, 1997,-76 с.
7. Афанасьева, У.В. Роль микробного фактора в развитии начальных форм воспалительных заболеваний пародонта / У.В. Афанасьева, А. М. Соловьева, Г. Е. Афиногенов // Клиническая имплантология и стоматология. — 2001. — № 3–4. — С. 81–84.
8. Шиллер Н. Клиническая эхокардиография / Н. Шиллер, М. А. Осипов // М., Медицина, 1993, — 347 с.
9. Гублер Е. В. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях / Е. В. Гублер, А. А. Генкин // Л., Медицина, 1973,-с. 19–21.

© Кудаев Джамал Магомедович (dzhamal7676@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИММУНОКОРРЕКЦИЯ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ГНОЙНО-НЕКРОТИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ САХАРНОГО ДИАБЕТА

IMMUNOCORRECTION IN THE COMPLEX TREATMENT OF PURULENT-NECROTIC COMPLICATIONS OF DIABETES MELLITUS

Z. Lovpache
A. Teuvov

Summary. The urgency of treating the main consequences of diabetes mellitus lies not only in maximizing the improvement of the quality of life, but also in preserving the affected organs and limbs. In this regard, the authors propose not only the diagnosis of earlier diagnoses and the proportion of loss of working capacity, but also the correction of immunity. As a basis for the correction of immunity, the use of immunosuppressants and the introduction of additional doses of drugs that promote wound healing and epithelization after surgery are recommended. The authors show that the ointments and gels used can act not only as secondary forms of treatment, but also as primary means of immunocorrection. According to the test results, the processes of increasing healing by 10–15% were recorded when compared with analogues, where immunosuppressants did not act as the main method of treatment.

Keywords: diabetes mellitus, immunocorrection, treatment, purulent wounds, complex application.

Ловпаче Зарема Нурийденовна

К.м.н., доцент, Кабардино-Балкарский
государственный университет им. Х. М. Бербекова
tanka70@yandex.ru

Теувов Аслан Алексеевич

Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х. М. Бербекова
teuw@mail.ru

Аннотация. Актуальность лечения основных последствий сахарного диабета заключается не только в максимальном содействии повышению качества жизни, но также и сохранении пораженных органов и конечностей. Авторы предлагают в этой связи не только диагностику ранее поставленных диагнозов и доли потери работоспособностей, но также и коррекции иммунитета. В качестве основы для коррекции иммунитета рекомендуется использование иммуносупрессоров и введение дополнительных доз препаратов, способствующих заживлению и эпителизации раны после хирургического вмешательства. Авторы показывают, что используемые мази и гели могут выступать не только как вторичные формы лечения, но также и как первичные средства иммунокоррекции. По результатам испытаний фиксировались процессы повышения заживляемости на 10–15% при сравнении с аналогами, где иммуносупрессоры не выступали в качестве основного метода лечения.

Ключевые слова: сахарный диабет, иммунокоррекция, лечение, гнойные раны, комплексное применение.

За последние годы значительно выросло количество больных сахарным диабетом типа (инсулин-независимый) и в большей степени типа II (инсулиннезависимый). Сахарный диабет и его осложнения по своему медико-социальному значению занимают третье место в мире после сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Рост заболеваемости связан с увеличением численности и возраста населения, урбанизации, распространения ожирения и малоподвижным образом жизни.

Количество зарегистрированных больных сахарным диабетом в Российской Федерации составляет более 3 млн. человек. Истинное число больных в 4–5 раз больше, чем число официально зарегистрированных. Кроме того, уровень заболеваемости сахарным диабетом ежегодно увеличивается на 5–6%. Около 25–30% больным на сахарный диабет впервые данное заболевание диа-

гностируют в хирургическом стационаре, куда они обращаются по поводу гнойно-некротических процессов различной локализации [3, с. 95].

Патогенез является мультифакторным и в развитии гнойно-некротической стадии важное значение имеет сочетание факторов, среди которых преобладают: некорректированная в течение длительного времени гипергликемия, вторичная глюкозотоксичность, поражение артерий нижних конечностей, изменения реологии и гемодинамики в микроциркулярном русле нижних конечностей, развитие периферической сенсомоторной полинейропатии, инфекция, энергетический дефицит вследствие нарушения всех видов обмена [6, с. 8].

Относительно патогенеза сахарного диабета 2-го типа, то продолжается изучение механизмов инсулинорезистентности, активности системного воспаления,

роли адипоцитокинов (лептина, адипонектина) в развитии сахарного диабета и его сосудистых осложнений [1, с. 372].

В патогенезе развития сахарного диабета лежат полинейропатия, остеоартропатия, нарушение микроциркуляции и магистрального кровотока, на фоне которых развиваются гнойно-некротические процессы, включая анаэробные флегмоны и гангрены [4, с. 48].

Высокий уровень холестерина в плазме крови, особенно в циркулирующих атерогенных липопротеидах низкой плотности является одним из факторов риска возникновения и прогрессирования атеросклероза [2, с. 15].

Теперь повышение уровня гомоцистеина в плазме крови рассматривают как существенный фактор риска атеросклеротического поражения сосудов. Считают, что гомоцистеин подлжит автоокислению с образованием свободных радикалов, которые повреждают эндотелии сосудов с последующим развитием эндотелиальной дисфункции, что запускает сложный каскад ферментативных реакций, приводящих к индукции синтеза холестерина и окислению липопротеидов низкой плотности, что стимулирует процессы атерогенеза [9, с. 75]. Повышение концентрации С-реактивного белка также подавляет продукцию эндотелиального NO, индуцирует экспрессию молекул адгезии, усиливает поглощение липопротеидами низкой плотности макрофагами [7, с. 25]. На основе результатов проведенных исследований предполагают, что усиление процессов атерогенеза в наибольшей степени выражено у больных сахарным диабетом, а при длительном течении атеросклероза важное значение имеет вялотекущее воспаление сосудистой стенки, провоцируемое другими факторами, в частности гипергомоцистеинемией [8, с. 222].

Однако, распространенность ангиопатий при сахарном диабете объясняется еще и более важными факторами развития сосудистых осложнений: гипергликемия, глюкозирование белков, окислительный стресс, гиперинсулинемия и инсулинорезистентность. Особое значение в механизмах развития ангиопатий принадлежит остаточным средствам.

При нормальных условиях в организме сохраняется равновесие между скоростью перекисного окисления липидов и активностью антиоксидантной системы, что является основой гомеостаза. Чрезмерное увеличение продуктов перекисного окисления липидов (свободных радикалов) имеет цитотоксическое действие, приводит к разрушению клеток, что можно предупредить компенсацией углеводного обмена или путем добавления к терапии сахарного диабета антиоксидантов.

Исследования выполнили на 90 пациентах с площадью гнойной раны 10–20 см². Для экспериментов использовали модель контактного термического ожога. Фиксировали обычно ожоговую рану IIIB степени, что подтверждено патологоанатомическими исследованиями кожи и подлежащих костных мышц. Накожно фиксировали участок, содержащий 0,1 мл суточной агаровой культуры клинического полирезистентного штамма *P aeruginosa* 3101, в дозе 1,5*10⁸ КОЕ/мл.

На вторые сутки обычно фиксировали 0,1 мл микробной суспензии, аналогичной дозе синегнойной палочки. Далее начинали лечение пораженного участка ежедневным нанесением опытного аппликационного сорбента на рану и препаратов контрольного типа в течение 21 суток.

Для оценки состояния раневой поверхности изучали сроки очищения раны от гнойно-некротических масс, время появления грануляций и начала краевой эпителизации, а также сроки полной эпителизации поверхности раны. Планиметрию раневой поверхности проводили с учетом общей площади дефекта в см², относительной площади некроза, грануляций и эпителизации в процентах, которые исследовали на 1, 3, 7, 14 и 21 сутки лечения. Оценивали скорость заживления раневого дефекта с использованием таких показателей, как средняя скорость уменьшения раневой поверхности в см² за сутки и уменьшение площади раны в процентах за сутки.

Все опыты воспроизводились трижды. По результатам эксперимента полное очищение ран от гнойно-некротических масс в группах, получавших оригинальный аппликационный сорбент и мазь «Argedin Bosnalek», произошло достоверно раньше на 0,9 и 0,5 суток соответственно по сравнению с группой, которая получала препарат-основу «Agen Zentiva» ($p < 0,05$). Грануляционная ткань сформировалась вероятно ранее на 1,1 суток при применении оригинального сорбента и на 0,8 суток — при использовании «Argedin Bosnalek» по сравнению с больными, получавшими препарат-основу ($p < 0,05$). Краевая эпителизация ожоговой раны в условиях применения оригинального сорбента и мази «Argedin Bosnalek» появилась достоверно раньше, чем в группе, получавшей препарат-основу «Agen Zentiva» на 1,3 и 0,8 суток соответственно ($p < 0,05$). Полная эпителизация раневая поверхность произошла у больных, которые получали оригинальный аппликационный сорбент, произошла на 3,5 суток быстрее, чем в группе с препаратом-основой ($p < 0,05$) и на 1,7 суток раньше, чем у группы, получавших «Argedin Bosnalek» ($p < 0,05$). Индекс уменьшения раневой площади в% за день и средняя скорость уменьшения площади раневой поверхности (мм/сутки) оказались достоверно выше в экспериментальных группах, где лечили аппликационным

Таблица 1. Планиметрические показатели динамики заживления ран различных экспериментальных групп

Показатели	Экспериментальные группы			
	Без лечения	Лечение сорбентом «Agen Zentiva» 4,16 ± 0,26	Лечение оригинальным аппликационным сорбентом 3,26±0,16	Лечение мазью «Argedin Bosnalek» 3,7±0,16
Полное очищение ран от гнойно-некротических масс, сутки				
Формирование грануляционной ткани, сутки	–	4,76 ± 0,26	3,66 ± 0,16	4,0 ± 0,24
Краевая эпителизация ожоговой раны, сутки	–	6,76 ± 0,26	5,46 ± 0,16	6,0 ± 0,26
Полная эпителизация раневой поверхности, сутки	–	19,9 ± 0,26	16,76 ± 0,26	18,5 ± 0,36
Уменьшение площади раны,%	–	4,81 ± 0,1	7,06 ± 0,03	6,9 ± 0,66
Средняя скорость уменьшения площади поверхности раны (мм / сутки)	–	0,71 ± 0,01	0,81 ± 0,01	0,82 ± 0,01

Таблица 2. Динамика бактериального загрязнения ран, P. aeruginosa, КОЕ/мл (p<0,05)

Название группы	Срок наблюдения, сутки				
	1+	3+	7+	14+	21+
Без лечения	(2,5±0,29) × 10 ⁸	(2,12±0,16) × 10 ⁸	(3,3±0,36) × 10 ⁸	–	–
Лечение сорбентом «Agen Zentiva»	(2,56±0,23) × 10 ⁷	(2,56±0,26) × 10 ⁸	(1,76±0,17) × 10 ⁴	*	*
Лечение оригинальным аппликационным сорбентом	(2,26±0,27) × 10 ⁵	(2,09±0,36) × 10 ³	(1,34±0,16) × 10 ²	*	*
Лечение мазью «Argedin Bosnalek»	(2,24±0,27) × 10 ⁶	(2,23±0,32) × 10 ⁴	(1,43±0,1) × 10 ³	*	*

сорбентом и мазью, чем в группе, получавшей препарат-основу (p<0,05) (табл. 1).

Одним из факторов, который замедляет процессы восстановления кожи, является бактериальное загрязнение раны. Критическое количество микробов, которая предопределяет развитие раневого процесса, составляет >10⁵ микробных тел в 1 г раневой ткани. Именно поэтому в 1 фазе раневого процесса очень важно снизить микробную обсемененность ран ниже критического уровня, и местное лечение играет очень важную роль в этом.

Используя оригинальный аппликационный сорбент, удалось преодолеть критический уровень микробного загрязнения раны уже на третьи сутки лечения. Количество микроорганизмов, выделенных из раны этой группы составила (2,09±0,36) × 10³ КОЕ/мл, что оказалось достоверно ниже по сравнению с другими группами (p<0,05) (табл. 2). После 7+ дней лечения в группе, которая получала экспериментальный аппликационный сорбент, визуально гиперемия и отек тканей раны значительно уменьшились по сравнению с другими группами. В опытной группе без лечения синегнойная палочка оставалась в количестве (3,3±0,36) × 10⁸ КОЕ/мл, гнойные выделения из раны обильные. На 14 сутки лечения в других группах P. aeruginosa не выделена. У пациентов, которых лечили аппликационным сорбентом и мазью

«Argedin Bosnalek», раны почти полностью эпителизировались, а у пациентов, которые получали препарат-основу «Agen Zentiva», наблюдали менее выраженную эпителизацию с частичным сохранением струпа. В 21+ срок (дней) лечения у пациентов всех экспериментальных групп из раны не высевалось и наблюдалась полная эпителизация поверхности раны и частичное восстановление волосяного покрова.

Анализируя результаты эксперимента, можно говорить о том, что применение оригинального аппликационного сорбента и мази «Argedin Bosnalek», которая является «золотым стандартом» в лечении инфицированных ожоговых поражений, способствует более раннему заживлению ран по сравнению с препаратом-основой. Очищение ран, формирование грануляций и появление краевой эпителизации достоверно не отличались в группах, получавших оригинальный препарат и мазь. Что касается развития полной эпителизации, то в группе с аппликационным сорбентом она состоялась достоверно раньше, чем у пациентов, которых лечили мазью «Argedin Bosnalek» (p<0,05). По нашему мнению, это связано со свойствами компонентов, входящих в состав сорбента и способствовали развитию репаративных процессов в более ранние сроки по сравнению с другими группами.

Другие авторы также отмечают существенные антибактериальные, ранозаживляющие и сорбционные

свойства сорбентов на основе высокодисперсного кремнезема с иммобилизованными на его поверхности антибактериальными препаратами для лечения гнойных операционных ран, абсцессов и флегмон мягких тканей в комплексе лечения гнойных осложнений сахарного диабета, трофических язв различной этиологии [5, с. 28].

Взаимодействие Agen Zentivaa с микробными клетками объясняется сродством с гликопротеидными структурами и фосфолипидам мембран, а также с расположенными на поверхности клеток рецепторами, ферментами и другими структурами белковой природы. Разницу в адсорбции микроорганизмов объясняют различиями в физико-химических свойствах поверхности бактерий: значение изоэлектрической точки, плотность поверхностного заряда, содержание белка в протеин-гликальном компоненте. Изучение взаимодействия наноразмерного кремнезема с раневой микрофлорой показало, что он одинаково интенсивно связывает как грамположительный стафилококк, так и грамотрицательную синегнойную палочку.

Разработанный оригинальный аппликационный сорбент, безусловно, обладает антимикробной активностью, что дает возможность достоверно раньше, чем в других группах, снизить микробную нагрузку в ране и тем самым ускорить процессы восстановления кожи и предотвратить развитие интоксикации.

Важно отметить, что согласно инструкции по применению «Argedin Bosnalek» нецелесообразно использовать для лечения глубоких гнойных и ожоговых ран с обильной экссудацией, именно поэтому предлагаемый препарат может стать альтернативным и перспективным среди препаратов для лечения инфицированных поражений кожи благодаря своим выраженным сорбционно-детоксикационным свойствам.

Следовательно, результаты позволяют утверждать о комплексном действии оригинального аппликационного сорбента, которая приводит к быстрой элиминации из раны мультирезистентного госпитального штамма синегнойной палочки и способствует ускорению процесса регенерации кожи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеева Е. Ю. Динамика микробного спектра и резистентности микрофлоры к антибиотикам при гнойных осложнениях диабетической стопы // В сборнике: Молодежь и медицинская наука в XXI веке Сборник трудов XX Всероссийской научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием. 2019.
2. Бенсман В.М., Савченко Ю. П., Триандафилов К. Г. Функциональная классификация синдрома диабетической стопы и ее прикладное значение // Вестник современной клинической медицины. 2018. Т. 11. № 5.
3. Виноградов А.В., Чалый А. Н., Маловичко В. В., Бирюков Д. А. Конференция по современным подходам к лечению хирургической инфекции в многопрофильном стационаре // Военно-медицинский журнал. 2020. Т. 341. № 1.
4. Гвазава Т. Техника выполнения атипичных ампутаций на стопе у больных с осложнённым течением синдрома диабетической стопы // Вестник новых медицинских технологий. 2015. Т. 22. № 3.
5. Курлаев П.П., Гриценко В. А., Белозерцева Ю.П. Новый подход к выбору антибактериальной терапии гнойных осложнений синдрома диабетической стопы // Оренбургский медицинский вестник. 2019. Т. 7. № 4 (28).
6. Курлаев П.П., Гриценко В. А., Белозерцева Ю.П. Совершенствование подходов к антибактериальной терапии гнойно-некротических осложнений синдрома диабетической стопы // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2019. № 3.
7. Михайлулов С.В., Моисеенкова Е. В. Клинические факторы риска развития инфицированного панкреонекроза // Вестник Дагестанской государственной медицинской академии. 2019. № 2 (31).
8. Нилова Л.Ю., Оришак Е. А., Гарифуллин Т. Ю., Оганесян Э. Г. Синдром диабетической стопы. Проблемы преаналитического этапа микробиологической диагностики // В сборнике: профилактическая медицина — 2017 сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2017.
9. Шаповал С.Д., Савон И. Л., Якунич А. Н., Максимова О. О. Резистентные и полирезистентные возбудители гнойно-некротических осложнений синдрома диабетической стопы // Новости хирургии. 2015. Т. 23. № 1.

СИНДРОМ КУБИТАЛЬНОГО КАНАЛА: ДИАГНОСТИКА И ВЫБОР ТАКТИКИ ЛЕЧЕНИЯ

CUBITAL TUNNEL SYNDROME: DIAGNOSIS AND TREATMENT TACTICS

**O. Mukhina
A. Kuznetsov
O. Dreval**

Summary. Cubital tunnel syndrome is the second most common peripheral nerve compression seen in surgery of the peripheral nervous system. A thorough understanding of the ulnar nerve anatomy and common sites of compression are required to determine the cause of the neuropathy and proper treatment. Diagnostic tests, such as provocative tests, electroneuromyography and ultrasound can help in the diagnosis. As a rule, for mild and temporary disorders of the ulnar nerve, conservative treatment is used with recommendations on avoiding postures that provoke the onset of symptoms. Clarifying the location and nature of ulnar nerve compression can help the surgeon choose the appropriate surgical treatment method. This article presents an overview of the clinical picture, diagnostic studies, and the algorithm for selecting options for surgical treatment of cubital tunnel syndrome.

Keywords: tunnel neuropathy, ulnar nerve, cubital tunnel, transposition, microdecompression.

Мухина Ольга Владимировна

Ассистент, Российская медицинская академия
непрерывного профессионального образования
personal1@mail.ru

Кузнецов Алексей Витальевич

К.м.н., доцент, Российская медицинская академия
непрерывного профессионального образования

Древал Олег Николаевич

Д.м.н., профессор, Российская медицинская академия
непрерывного профессионального образования

Аннотация. Кубитальный туннельный синдром является вторым наиболее распространенным синдромом компрессии периферических нервов, который наблюдают в группе заболеваний периферических нервов. Для определения причины невропатии и правильного лечения необходимо понимание анатомических структур локтевого нерва и возможных мест компрессии. Диагностические исследования, такие как провокационные пробы, электромиография и ультразвуковое исследование, помогают при постановке диагноза. Как правило, при легких и временных нарушениях со стороны локтевого нерва применяется консервативное лечение с рекомендациями об избегании поз, провоцирующих возникновение симптомов, изменении специфической нагрузки. Уточнение места и характера компрессии локтевого нерва помогает хирургу выбрать соответствующую методику хирургического лечения. В данной статье представлены обзор клинической картины, диагностических исследований и алгоритм выбора варианта хирургического лечения кубитального туннельного синдрома.

Ключевые слова: туннельные невропатии, локтевой нерв, кубитальный канал, транспозиция, микродекомпрессия.

Компрессия на уровне локтевого сустава остается одной из наиболее распространенных форм локтевой невропатии и представляет собой вторую наиболее встречаемую причину компрессии нервов верхних конечностей. [2].

Этиологически данная патология имеет общие причины возникновения с другими туннельными невропатиями, в основе развития которых лежит компрессионный механизм. Туннельные невропатии широко распространены (до 45,8%) у лиц, профессиональная деятельность которых связана с длительным напряжением отдельных групп мышц или определенных стереотипных движениях, однако в связи с повышением информированности населения, доступности диагностических методов обследования можно говорить и об относительно значимой представленности данного заболевания среди населения в целом.[8] При развитии заболевания опре-

деляющим становится непосредственно расположение локтевого нерва в области локтевого сустава. Особенность его местоположения состоит в том, что нерв, защищённый лишь мягкотканой структурой, сохраняет постоянный контакт с костными структурами, подвергаясь статической и динамической травматизации. Анатомические врожденные аномалии, как правило, не приводят к клиническим проявлениям, но могут являться предрасполагающими факторами. Это особенно актуально для обычных бессимптомных вывихов локтевого нерва. Однако, неправильно сросшийся дистальный перелом плечевой кости с деформацией сустава, вальгусной или варусной, или остеоартроз приводят к формированию экзостозов, оказывающих прямое воздействие на нерв. Кроме того, вторичный кубитальный синдром может возникнуть при ревматоидном артрите, пролиферативном синовите и при болезни Педжета. Такие поражения как синовиальные ганглии, утолщенные вены или кисты



Рис. 1. Вид «когтистой лапы»

в локтевом туннеле также могут приводить к синдрому кубитального канала. Также ряд метаболических и генетически опосредованных факторов могут предрасполагать к компрессии периферических нервов, именно поэтому у пациентов на этапе дообследования следует исключать системные и метаболические заболевания, генерализованные нейропатии, поскольку в данном случае лечение этих заболеваний будет основным. [2,4]

Клинические проявления синдрома кубитального канала

Несмотря на большое количество доступной информации о кубитальном туннельном синдроме, ранняя постановка диагноза остается определенной проблемой, поскольку пациенты зачастую не осознают наличие заболевания до тех пор, пока симптомы не станут достаточно выраженными.

Локтевой нерв, как смешанный, манифестирует с онемения и мышечной слабости в зоне иннервации. Наступление симптомов либо их выраженная прогрессия могут быть острым («за ночь»): онемение 4, 5 пальцев кисти, реже предплечья по локтевой стороне [6]. В течение дня онемение может проходить самостоятельно, что обуславливает редкую обращаемость пациентов на этой стадии. Сдавление локтевого нерва приводит к дальнейшим чувствительным нарушениям с тыльной стороны кисти как следствие поражения задней кожной ветви локтевого нерва. Через некоторое время появляется слабость («неуклюжесть») кисти, возможна болезненность при пальпации нерва в области локтевого сустава. Атрофия мышц кисти (межкостных, червеобразных, возвышений мизинца и I пальца) приводит к стойким нейрогенным контрактурам и при несвоевременном лече-

нии заболевания кисть приобретает форму «когтистой лапы». [8].

Основными, ведущими признаками поражения локтевого нерва являются атрофия мышцы, отводящей мизинец, атрофия в области «анатомической табакерки», онемение 4–5 пальцев кисти. У большинства пациентов, как правило, наблюдаются как сенсорные, так и моторные нарушения, причем последние указывают на более поздние проявления, которые, в свою очередь, соответствуют менее благоприятному прогнозу. [13]

Особенности поражения определенных мышц кисти определяют характерные положительные функциональные пробы.

Наиболее часто применяемые диагностические тесты:

- ◆ при попытке разгибания пальцев происходит неполное разгибание 5, 4 и отчасти 3 пальца,
- ◆ невозможно «царапание» мизинцем по столу при плотно прилегающей к столу кисти,
- ◆ при плотно прилегающей к столу кисти невозможны разведение и приведение пальцев,
- ◆ попытка зажатия бумаги большим пальцем кисти без сгибания дистальной фаланги затруднена или невозможна.

Диагностика

Диагноз компрессионно-ишемической невропатии на уровне кубитального канала ставится на основании данных анамнеза, характерного симптомокомплекса, положительных функциональных проб и дополнительных нейрофизиологических исследований (электро-

нейромиографии) и нейровизуализационных методов обследования (УЗИ, рентгенографии или МРТ при показаниях). [2] В последнее время использование высокоразрешающего ультразвукового исследования стало важным диагностическим инструментом, дающим представление о морфологических изменениях нерва в пределах кубитального туннеля [1]. Дифференциальная диагностика имеет важное значение и должна исключать радикулопатию С8, поражение нижнего пучка плечевого сплетения, дебют полинейропатий, вторичные причины в виде объемных образований локтевого нерва, вальгусной деформации локтевого сустава, остеофитов медиального надмыщелка.

Одним из основных методов, способствующих дифференциальной диагностике, является электронейромиография (ЭНМГ). Электрофизиологическое исследование локтевого нерва позволяет установить наличие повреждения, локализовать его область, исключить другие заболевания, имитирующие локтевую нейропатию, а также обладает прогностической ценностью в отношении возможного выздоровления. ЭНМГ в большей степени необходима именно для исключения более распространенных повреждений, таких как поражения плечевого сплетения, периферические наследственные или метаболические нейропатии. [4] Оценка результатов электромиографии всегда должна проводиться с учетом клинической картины. По данным литературы, ЭНМГ признаки поражения локтевого нерва в области локтя могут выявляться примерно у 15% здоровых добровольцев, и это значение увеличивается до 30% у лиц старше 60 лет [6]. Дополнительной информацией врача обеспечивают игольчатая электромиография (ЭМГ) и исследование проводимости нервов. Игольчатая ЭМГ позволяет выявить признаки денервации в мышцах исследуемого нерва и, исходя из анатомического распределения денервированных и интактных мышц, судить об уровне его поражения. При локтевой нейропатии в программу исследования обязательно должны входить: первая межкостная мышца, локтевой сгибатель кисти, мышца, отводящая мизинец. Наиболее часто изменения при компрессии локтевого нерва возникают именно в первой межкостной мышце [7].

Исследование проводимости нерва в большинстве случаев позволяет диагностировать синдром кубитального канала. Стоит отметить, что важным условием для этого исследования является правильное положение руки пациента: во время исследования и при измерениях рука должна быть согнута в локте на 70–90°. Разогнутое положение руки может привести к ложному замедлению скорости распространения возбуждения (СРВ) в области локтя [7]. Для повышения достоверности в исследовании проведения по локтевому нерву обязательно следует включать несколько точек стимуляции: проксимальнее лучезапястного сустава, на 2–3 см дистальнее медиального надмыщелка плечевой кости, на 10 см проксимальнее предыдущей точки стимуляции и в подмышечной ямке либо в межлестничном пространстве.

Соблюдение данного условия позволяет у большинства пациентов дифференцировать поражения в области верхней апертуры грудной клетки, канале Гийона и в кубитальном канале.

Как правило, изменения по данным ЭНМГ при компрессионно-ишемической нейропатии локтевого нерва на уровне кубитального канала включают в себя: локальное замедление скорости распространения возбуждения (СРВ) как по моторным, так и по сенсорным волокнам, а также наличие блока проведения по моторным волокнам при стимуляции нерва выше локтя. В сегменте нерва, расположенном дистально по отношению к месту компрессии, также можно наблюдать замедление СРВ, обычно вместе со снижением амплитуды М-ответа. Эта находка обычно является следствием дегенерации аксона [8].

Нельзя не отметить, что объективность результатов обследования в значительной степени зависит от человеческого фактора и применяемой методики [13]. Так, к примеру, наличие анастомоза Мартина-Грубера по данным электромиографии можно ошибочно принять за сдавление локтевого нерва.

Несмотря на все достоинства применения ЭНМГ в диагностике кубитального туннельного синдрома, оно имеет некоторые ограничения, такие как дискомфорт для пациентов, возможные трудности с точной локализацией, невозможность выявления структурных аномалий, вероятность ложноотрицательных результатов и трудоемкость процесса.

Во многих работах последних лет ультразвуковое исследование локтевого нерва показало свою высокую валидность для верификации и уточнения характера патологии при кубитальном синдроме. [1] Такое исследование позволяет получить информацию об особенностях поражения или окружающих анатомических образованиях, а также обеспечить оптимальную визуализацию архитектоники и морфологии нерва.

При рассматриваемой патологии по данным УЗИ отчетливо визуализируются изменения структуры нервного ствола в зависимости от уровня компрессии: над уровнем компрессии — увеличение площади поперечного сечения по сравнению с противоположной верхней конечностью, при условии, что процесс не двусторонний [12], торсию, отек и набухание нерва, дистальнее уровня компрессии — истончение и потерю морфоструктуры нерва.

В большинстве случаев оценивают поперечное сечение локтевого нерва на четырех уровнях: четыре сантиметра проксимальнее медиального надмыщелка плеча (МНП), на уровне МНП, четыре сантиметра дистальнее МНП, а также максимальное значение между этими точками [9]. При таком подходе возможно верифицировать увеличение объема сухожилий вблизи нерва, воспалительные явления МНП, дислокацию локтевого нерва, либо изменения нерва за счет собственных оболочек нерва.

Наряду с исследованием поперечного сечения нерва, также необходимо проводить исследование локтевого нерва в продольном направлении. Данный метод позволяет оценить нерв на протяжении с захватом нескольких областей: до входа в канал, в самом канале и на выходе из кубитального канала, что позволяет с высокой вероятностью диагностировать структурные изменения и особенности самого нерва, а также индивидуализировать хирургическую тактику по отношению к конкретному пациенту на основании полученных данных.

Соответствие данных ультразвуковых исследований клиническим данным по результатам разных авторов составляет 80–93% [7]. Безусловно, точность исследования и его интерпретации варьируется в зависимости от опыта и способностей оператора, а также класса ультразвукового аппарата.

Лечение

Консервативное лечение при синдроме кубитального канала наиболее эффективно на начальных стадиях заболевания, когда симптомы носят преходящий характер. Лечебные мероприятия направлены на модификацию бытовых и профессиональных привычек пациента (опора на локоть на рабочем месте, сон на максимально согнутой в локте руке), возможно применение приспособлений, ограничивающих сгибание в локте. В ряде рандомизированных контролируемых исследований доказано, что знание пациента о механизме травмирования нерва и возможности избежать определенных провоцирующих поз и движений приводит к значительному уменьшению симптомов [2,8]

Если консервативное лечение не предотвращает прогрессирование заболевания в течение нескольких месяцев либо при обращении пациента с уже выраженными формами нейропатии (с постоянным онемением, мышечными атрофиями) становится актуальным хирургическое лечение. Этиологическим методом лечения компрессионной формы нейропатии является устранение компрессии и создание условий для свободного расположения нерва в узком туннеле. Хирургическое

лечение может состоять только из простой декомпрессии нерва, микродекомпрессии, декомпрессии с передней транспозицией локтевого нерва (подкожной, межмышечной или подмышечной). [2]

Основная цель оперативного лечения — избежать прогрессирования симптомов со стороны локтевого нерва, а именно развития атрофии мышц и формирования контрактур. Руководствуясь этим, декомпрессия должна проводиться согласно следующим принципам: высвобождение всех возможных мест компрессии; сохранение васкуляризации локтевого нерва и его естественного положения при отсутствии противопоказаний.

При невыраженной и умеренной стадии заболевания для достижения положительного результата с незначительной травматизацией тканей в качестве метода выбора хирургической техники выступает декомпрессия локтевого нерва в виде невролиза, которая может выполняться как открытым способом, так и эндоскопически. [3] Однако, существуют исследования, показывающие, что, прибегая к простой декомпрессии нерва, при наличии в проекции кубитального канала патологических мягкотканых и костных структур, нарушающих нормальную анатомию рассматриваемой области, может достигаться лишь временное улучшение и впоследствии наблюдается рецидив заболевания [10].

В связи с этим, альтернативным вариантом хирургического лечения синдрома кубитального канала является декомпрессия локтевого нерва с дальнейшей его транспозицией. Достаточное количество работ показывают положительные результаты данного вида хирургического лечения, несмотря на высокую травматизацию тканей [13] Наиболее распространены два вида передней транспозиции локтевого нерва. Первый, подкожный, предусматривает перемещение нерва непосредственно под поверхностные ткани (кожа), второй — в сформированный межмышечный канал в мышцах-сгибателях кисти и пальцев. В подобных случаях существует определенный процент осложнений в виде усугубления нейропатии из-за постоянного механического воздействия на локтевой нерв в области сустава, формирования рубцового процесса, а также повреждения мышечно-кожного нерва предплечья. Ряд исследований демонстрируют необходимость повторных хирургических вмешательств для купирования выраженного болевого синдрома [10].

Методика медиальной эпикондилэктомии описана для использования только при стойкой дислокации локтевого нерва на переднюю поверхность надмыщелка вследствие выраженной посттравматической деформации.

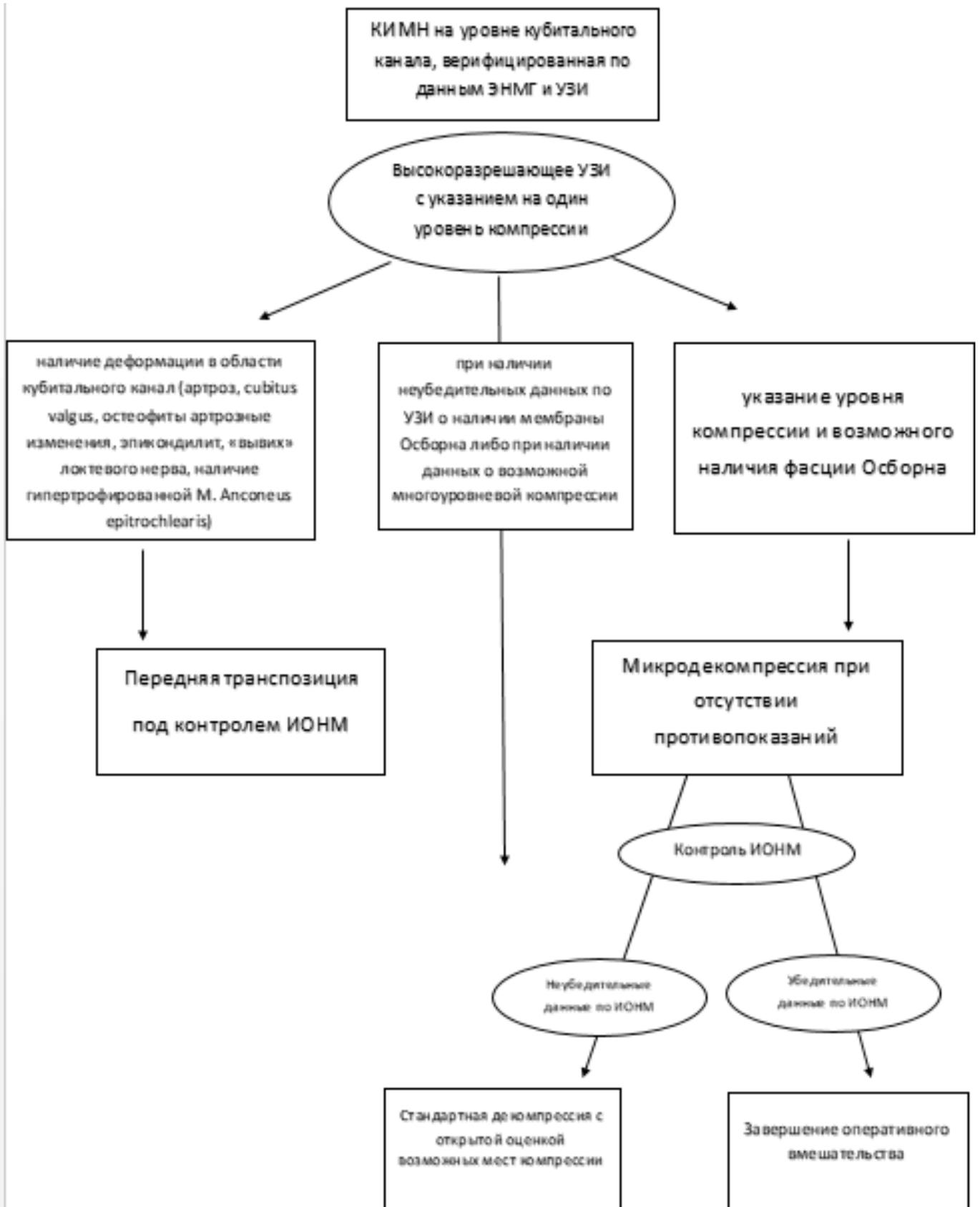


Схема 1. Алгоритм выбора метода хирургического лечения на основании данных предоперационного и интраоперационного обследования.

В литературе приведены различные результаты сравнения эффективности декомпрессии локтевого нерва на уровне кубитального канала с транспозицией локтевого нерва, однако в большинстве своем эффективность этих двух методов сопоставима между собой [12]. Тем не менее, отмечается большая частота различных осложнений при сочетании декомпрессии с транспозицией локтевого нерва [3].

В проведенном нами исследовании с 2016 по 2019 гг. сравнивались три наиболее распространенные методики хирургического лечения синдрома кубитального канала, а именно стандартная декомпрессия, декомпрессия с передней транспозицией и микродекомпрессия. Алгоритм обследования пациентов на предоперационном этапе, кроме клиничко-анамнестических данных и результатов провокационных проб, включал в себя ЭНМГ, УЗИ высокого разрешения, при наличии показаний — рентгенографию локтевого сустава. Оперативные вмешательства выполнялись под контролем интраоперационного нейромониторинга с соблюдением всех современных требований хирургии периферической нервной системы. Ключевую роль в выборе методики играли дополнительные сведения об особенностях компрессии и строения кубитального канала, полученные во время ультразвукового исследования, а также данные интраоперационного нейромониторинга.

По данным исследования выявлено, что восстановление функции локтевого нерва при стандартной и микро- декомпрессии было практически одинаково ($p > 0,05$), но получены несколько более худшие результаты в группе с транспозицией, что, вероятнее всего, связано с изменением анатомии расположения нерва и возможными сосудистыми поражениями локтевого нерва на фоне деформации в области кубитального канала [5]. При меньшей хирургической агрессии метод микродекомпрессии позволил добиться результатов, схожих с показателями применения других хирургиче-

ских методик. Противопоказаниями к использованию данного метода можно считать наличие нескольких уровней компрессии локтевого нерва на протяжении его хода по данным УЗИ, ожирение, повторное вмешательство, а также травматическое повреждение. При неудовлетворительных данных о результативности выполняемой микродекомпрессии по данным интраоперационного нейромониторинга, производилась конверсия метода в сторону стандартной декомпрессии либо декомпрессии с транспозицией. Согласно полученным результатам, был сформирован алгоритм выбора метода хирургического лечения на основании данных предоперационного и интраоперационного обследования (схема 1).

ВЫВОДЫ

Раннее распознавание заболевания и эффективное его лечение имеют первостепенное значение для получения хороших клинических результатов в лечении синдрома кубитального канала, помогая избежать необратимой атрофии мышц и дефицита функции. Участки компрессии нерва могут носить мультифокальный характер, что требует полного анатомического понимания хода локтевого нерва, правильной интерпретации данных нейровизуализации и функционального состояния нерва.

Консервативные меры могут быть успешными у многих пациентов, но наиболее приемлемы для тех, у кого симптомы заболевания являются легкими и непостоянными. Для пациентов с резистентными к консервативным мерам симптомами хирургические варианты, включая микродекомпрессию, декомпрессию локтевого нерва с передней транспозицией или без нее, остаются основой лечения. Данные дополнительных методов обследования на пред- и интраоперационном этапах позволяют индивидуализировать выбор применяемого метода хирургического лечения, повысив его эффективность и удобство для пациента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айтемиров, Ш. М. Высокораesшающая ультрасонография в диагностике и хирургии периферических нервов конечностей (обзор литературы). / Ш. М. Айтемиров, В. Г. Нинель, Г. А. Коршунова // Травматология и ортопедия России. — 2015. — № 3. — С. 116–125
2. Древаль, О. Н. Клинические рекомендации по диагностике и хирургическому лечению повреждений и заболеваний периферической нервной системы. / О. Н. Древаль, А. В. Кузнецов, Р. С. Джинджихадзе, В. Л. Пучков, В. П. Берснев // Ассоциация нейрохирургов России. — Москва, 2015. — 34 с.
3. Лэн, З. Д. Результаты минимально инвазивного подхода в лечении синдрома кубитального канала. / З. Д. Лэн и соавторы // Журнал клинической нейрохирургии — 2015. — № 22. — С. 964–968.
4. Мозолевский, Ю. В. Заболевания периферической нервной системы. Практическое руководство / Ю. В. Мозолевский. — Москва, 2019. — 432с.
5. Мухина, О. В. Хирургические методы лечения туннельной невропатии локтевого нерва на уровне кубитального канала. / Мухина О. В., Кузнецов А. В., Древаль О. Н., Федяков А. Г. // Российский нейрохирургический журнал им. А. Л. Поленова Т. XI — СПб., 2019. — № 1. — С. 48–53
6. Нинель, В. Г. Комплексная диагностика в тактике хирургического лечения повреждений периферических нервов конечностей. / В. Г. Нинель, Ш. М. Айтемиров, Г. А. Коршунова // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. — 2016. — № 1. — С. 62–66.

7. Омежек, Дж. Диагностическая точность ультразвуковой диагностики и исследования проводимости нерва при локтевой ульнарной невропатии. / Дж. Омежек, Т. Згур, С. Поднар // Клиническая нейрофизиология — 2015 — № 126(9) — С. 1797–1804.
8. Попелянский Я. Ю. Болезни периферической нервной системы: руководство для врачей / Я. Ю. Попелянский. — 4-е изд. — М.: МЕДпресс-информ, 2018. — 352с.
9. Ристегини, Питер. Ультразвуковая диагностика болезней костно-мышечной системы. / Питер Ристегини // 2019–256с.
10. Халид, Сейд. Современная минимально-инвазивная техника в лечении кубитального туннельного синдрома. / Сейд И. Халид, Адам Карлтон, Райан Келли, Джонатан Цитоу // Журнал спинальной хирургии. — 2019 — № 5(1) — с. 88–96
11. Хардер, К. Результаты простой декомпрессии локтевого нерва при синдроме кубитального канала. /К. Хардер, С. Лукшу, С. Е. Дунда и соавторы.// Междисциплинарная Пластическая и Реконструктивная Хирургия. — 2015 — № 4.
12. Эндрюс, Кайл. Кубитальный туннельный синдром: анатомия, клиническая картина и лечение. / Кайл Эндрюс, Андреа Роуланд, Анкур Пранжал, Набил Эбрагейм // Журнал Ортопедии. — 2018 — № 15. — С. 832–836.
13. Яха, Аэша. Тенденции в хирургическом лечении синдрома кубитального канала: Консенсус Членов Американского Общества Хирургии Кисти// Аэша Яха, Эндрю Р. Маларкей, Райан Л. Эшбах и Х. Brent Бамбергер // РУКА — 2017 — С. 1–6

© Мухина Ольга Владимировна (personal1@mail.ru), Кузнецов Алексей Витальевич,

Древаль Олег Николаевич.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



«Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации

ПЛАСТИКА БОЛЬШИХ И ГИГАНТСКИХ ГРЫЖ ПИЩЕВОДНОГО ОТВЕРСТИЯ ДИАФРАГМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ СЕТЧАТЫХ ИМПЛАНТАТОВ

PLASTY OF LARGE AND GIANT ESOPHAGEAL HERNIA OF THE DIAPHRAGM WITH THE USE OF POLYPROPYLENE MESH IMPLANTS

I. Rosenfeld

Summary. The problem of increasing the efficiency of surgical treatment of diaphragmatic hernias is solved by improving the technique of surgery and choosing the type of implants. Both issues are scattered in medical literature and surgical practice, however, there is a significant gap in relation to large and gigantic hiatal hernias, which shows a high percentage of relapses. To solve this scientific problem, an integrated approach is proposed — a minimal traumatic technique of operations and a new type of implant.

Purpose of the study. Evaluation of the effectiveness of modified alloplasty using polypropylene mesh implants in patients with a diagnosis of «hiatal hernia» of large (10–20 cm2) and gigantic (more than 20 cm2) sizes.

Patients and methods. Only 89 patients with large and giant diaphragmatic hernias were operated from 2014 to 2017. An analysis was made of immediate and long-term results after surgery. The mathematical system for evaluating the results included the calculation of the statistical deviation from the average indicators and the overall result.

Results. Repeated surgery was performed in 3 patients (10.3%): 1st patient for symptomatic anatomical relapse and functional relapse, 1st patient for symptomatic anatomical relapse, and 1st patient for esophageal stricture. The effectiveness of the proposed technique increases the result of the operation and forms a decrease in the risk of relapse to 3%.

Conclusion. For large and giant hernias of the esophageal opening of the diaphragm, the modified plastic with a polypropylene mesh implant shows excellent results in the frequency of anatomical relapses. Prospects for reducing the percentage (3.4%) of relapses are seen in improving the surgical technique for performing surgery for hiatal hernia using polypropylene mesh implants.

Keywords: large hiatal hernia, giant hiatal hernia, alloplasty, polypropylene mesh implant, surgery technique.

Розенфельд Игорь Игоревич

*К.м.н., врач-хирург, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
iiggo@mail.ru*

Аннотация. Проблема повышения эффективности хирургического лечения диафрагмальных грыж разрешается за счет совершенствования техники операции и выбора типа имплантатов. Оба вопроса разрозненно рассмотрены в медицинской литературе и хирургической практике, однако, в отношении больших и гигантских грыж пищеводного отверстия диафрагмы существует значительный пробел, что показывает высокий процент рецидивов. Для решения данной научной задачи предложен комплексный подход — минимальная травматическая техника операций и новый тип имплантата.

Цель исследования. Оценка эффективности модифицированной аллопластики с использованием полипропиленовых сетчатых имплантатов у пациентов с диагнозом «грыжи пищеводного отверстия диафрагмы» большого (10–20 см2) и гигантского (более 20 см2) размера.

Пациенты и методы. Прооперировано всего 89 пациентов с большими и гигантскими диафрагмальными грыжами с 2014 по 2017 гг. Был произведен анализ непосредственных и отдаленных результатов после оперативного вмешательства. Математическая система оценки результатов включала расчет статистического отклонения от средних показателей и общий результат.

Результаты. Повторная операция была выполнена 3 пациентам (10,3%): 1-му пациенту по поводу симптомного анатомического рецидива и функционального рецидива, 1-му пациенту по поводу симптомного анатомического рецидива, а также 1-му пациенту по поводу стриктуры пищевода. Эффективность предложенной техники повышает результат операции и формирует снижение доли риска рецидива до 3%.

Заключение. При больших и гигантских грыжах пищеводного отверстия диафрагмы модифицированная пластика полипропиленовым сетчатым имплантатом показывает отличные по частоте анатомических рецидивов результаты. Перспективы снижения процента (3,4%) рецидивов видятся в совершенствовании хирургической техники проведения операции при грыжах пищеводного отверстия диафрагмы с использованием полипропиленовых сетчатых имплантатов.

Ключевые слова: большие грыжи пищеводного отверстия диафрагмы, гигантские грыжи пищеводного отверстия диафрагмы, аллопластика, полипропиленовый сетчатый имплантат, техника операции.

Аллопластика пищевода отверстия диафрагмы выполняется по 4 основным методикам. Наиболее распространенная методика — усиление задней крурорафии, то есть подшивка сетки прямоугольной, треугольной или V-образной формы к обеим ножкам диафрагмы после их сшивания позади пищевода.

Полипропиленовые имплантаты (например, «Prolene» и «Ethicon») имеют наибольшую прочность и поэтому обеспечивают формирование плотного, надежного рубца [1]. Вторым их преимуществом является экономический фактор — низкая стоимость.

Опросы С.Т. Frantzides и соавторов на 264 респондентах и 5486 операциях показали, что полипропиленовые имплантаты в своей практике применяют 25,6% хирургов [2]. В обзоре E. Furnee и соавторов в 26 исследованиях и 924 операциях их применили в 23,1% случаев [3]. Обзор S. A. Antoniou и соавторов в 23 исследованиях и 1445 пациентах показал, что частота анатомических рецидивов при использовании полипропиленовых сетчатых имплантатов составила 0,0–22,7%, в среднем — 1,9% [4]. В проспективном рандомизированном исследовании F. A. Granderath и соавторов на 50 пациентах в группе пластики полипропиленовой сеткой и послеоперационным наблюдением в среднем 1 год анатомические рецидивы были отмечены в 8% случаев [5, 6]. В опросе С.Т. Frantzides и соавторов частота анатомических рецидивов при использовании полипропиленовых сетчатых имплантатов составила 0,8%, что составляет 5,2% от всех рецидивов при использовании всех видов сеток. В исследовании E. Soricelli и соавторов частота анатомических рецидивов после «onlay» аллопластики полипропиленовым имплантатом составила 1,8%, после «inlay» аллопластики полипропиленовым имплантатом — 2,4% [7].

Недостатком полипропиленовых имплантатов является их чрезмерная жесткость. При близком расположении к пищеводу они могут вызвать чрезмерный периэзофагеальный фиброз, что приводит к длительной, более 3 месяцев, дисфагии без признаков стриктуры пищевода, или к развитию рубцовой стриктуры пищевода, а также к аррозии пищевода с миграцией сетки в его просвет. Каждое из этих осложнений может сопровождаться инфицированием имплантата вплоть до абсцедирования.

Вторым недостатком полипропиленовых имплантатов является возможность уменьшения их в объеме на 15–20% со временем, так называемое сморщивание сетки, которое при фиксации ее вокруг пищевода усиливает возможность указанных осложнений со стороны пищевода. Так, в обзоре S. A. Antoniou и соавторов частота дисфагии при использовании полипропилено-

вых сеток составила 0,0–21,7%, в среднем — 3,9% [4]. В проспективном рандомизированном исследовании F. A. Granderath и соавторов частота дисфагии через 1 год после операции составила 4% [5]. В опросе С.Т. Frantzides и соавторов частота рубцовых стриктур пищевода при использовании полипропиленовых имплантатов составила 0,10%, а аррозия пищевода — 0,45% [2].

Преимуществом использования полипропиленовых имплантатов является лучшие результаты в плане профилактики рецидива, поскольку методика наиболее биомеханически физиологическая, недостатками — контакт переднего края сетки с пищеводом с развитием пищеводных осложнений, особенно, если используется жесткий полипропиленовый имплантат, а также невозможность пластики дефекта впереди пищевода.

В обзоре E. Furnee и соавторов на 924 операциях методика «inlay» использовалась в 90% случаев [3]. В опросе С.Т. Frantzides и соавторов методика «inlay» при использовании полипропиленовых имплантатов была применена в 87% пластик [2].

Другая методика является модификацией первой и заключается в «onlay» усилении крурорафии цельной сеткой квадратной или округлой формы с разрезом в виде замочной скважины вокруг пищевода или отдельно сшитых между собой полукруглых участках впереди и сзади от пищевода. Преимуществом ее является возможность пластики дефекта не только позади пищевода, но и впереди его, недостатком — большая частота пищеводных осложнений из-за циркулярного столкновения имплантата с пищеводом, что усиливается сморщиванием сетки, особенно при использовании жестких полипропиленовых имплантатов [2].

F. A. Granderath и соавторы в своей ранней работе при выборочном подходе получили минимум рецидивов. Так, из 32 пациентов со средней площадью пищевода отверстия диафрагмы 3,9 см², которым выполняли крурорафию, был только 1 рецидив. Из 12 пациентов со средней площадью грыжевого дефекта диафрагмы 7,2 см², которым выполнена «onlay» аллопластика полипропиленовым имплантатом, рецидивов не было. Из 6 пациентов со средней площадью пищевода отверстия диафрагмы 8,5 см², которым выполнили «onlay» аллопластику композитным политетрафторэтиленовым имплантатом, рецидивов не отмечалось [6].

Методика пластики полипропиленовым имплантатом предусматривает использование стандартной или облегченной сетки с фиксацией ее поверх сшитых ножек диафрагмы [8, 9, 10]. При этом формируется грубая рубцовая ткань, происходит значительное сморщивание сетки, сохраняется контакт имплантата с пищеводом.

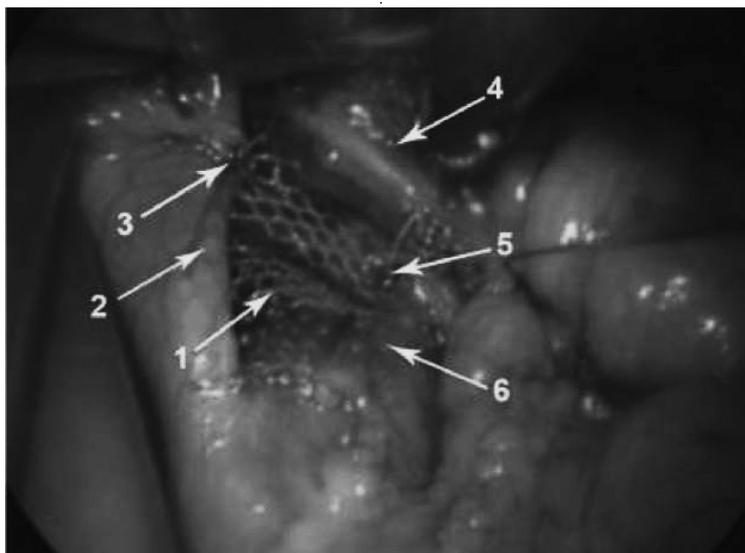


Рис. 1. Фиксация имплантата к ножкам диафрагмы: 1 — сетчатый имплантат; 2 — правая ножка диафрагмы; 3 — шов, фиксирующий имплантат правой ножки диафрагмы; 4 — пищевод; 5 — шов, фиксирующий имплантат до левой ножки диафрагмы; 6 — левая ножка диафрагмы.

Цель исследования

Оценка эффективности модифицированной аллопластики с использованием полипропиленовых сетчатых имплантатов у пациентов с диагнозом «грыжи пищеводного отверстия диафрагмы» большого (10–20 см²) и гигантского (более 20 см²) размера.

Пациенты и методы

На диагностическом этапе исследования осуществлялась оценка степени интенсивности боли по визуальной аналоговой шкале «VAS», средний балл качества жизни по опроснику «GERD — HRQL», фиброэзофагогастродуоденоскопия, рентгеноскопия пищевода и желудка, суточный внутренний пищеводный pH — мониторинг.

Модифицированная аллопластика была выполнена у 89 пациентов (основная группа) (51 женщина, 38 мужчин) с диагнозом «грыжи пищеводного отверстия диафрагмы» большого (10–20 см²) (55 человек (62%)) и гигантского (более 20 см²) размера (34 пациента (38%)), которые были прооперированные на базе хирургических отделений стационаров города Твери с 2014 по 2017 гг. разными бригадами врачей.

Выполнялась оценка вертикального и горизонтального размеров пищеводного отверстия диафрагмы, а также расчёты площади грыжевого дефекта. Вертикальный размер определялся между максимально верхней и максимально нижней точками пищеводного отверстия диафрагмы в месте соединения ножек. Горизонтальный

размер — как расстояние между максимально удаленными точками правой и левой ножек пищеводного отверстия диафрагмы. Расчёт площади грыжевого дефекта осуществлялся по упрощённой формуле Granderath F. A. И соавторов: « $S = h \times v / 2$ », где S — площадь грыжевого дефекта пищеводного отверстия диафрагмы (см²), h — горизонтальный размер (см), v — вертикальный размер (см).

Критериями включения в применении данного способа оперативного лечения были возраст старше 18 лет, информированное согласие пациента. Из исследования исключались пациенты, сопутствующими злокачественными заболеваниями, декомпенсированной сердечно-сосудистой, дыхательной, почечной или печеночной недостаточностью, с противопоказаниями к проведению общей анестезии. Средняя продолжительность операции составила $60,6 \pm 9,2$ (50–85) минут.

Лапароскопические операции выполнялись под интубационной многокомпонентной анестезией с помощью лапароскопического оборудования и инструментов фирмы «Storz». Больной находился в положении Фаулера (15–20°), хирург и ассистент стояли справа от больного, а ассистент с видеокамерой — слева от больного (американская позиция). Операцию выполняли с давлением пневмоперитонеума 12–15 мм рт. ст. через 4 троакара. Конверсии отсутствовали.

Распространённый и близкий к предложенному техническому решению способ пластики пищеводного отверстия диафрагмы полипропиленовым сетчатым

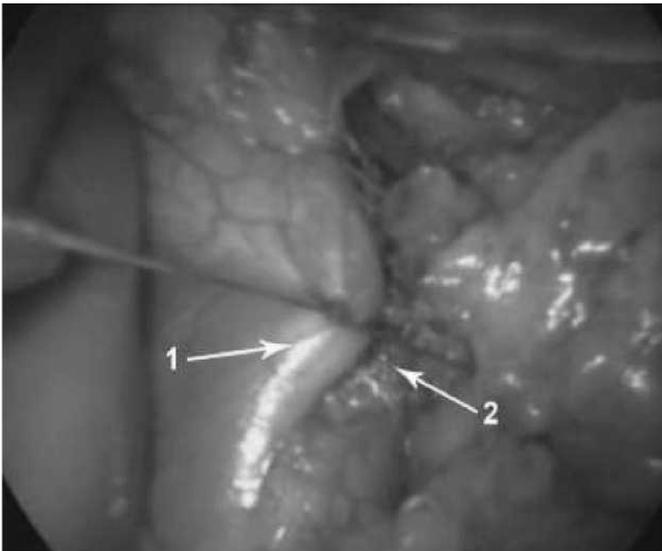


Рис. 2. Сшивание ножек с закрытием имплантата: 1 — правая ножка диафрагмы; 2 — левая ножка диафрагмы.

имплантатом — усиление задней диафрагмокрурорафии, а именно, подшивка имплантата узловыми швами к правой и левой ножкам диафрагмы после их сшивания позади абдоминального отдела пищевода. При этом верхний край конструкции может травмировать пищевод с развитием рубцовой стриктуры или деформации. Особенно это касается пластики больших и гигантских диафрагмальных грыж. При одновременной фиксации имплантата вместе с диафрагмальными ножками сетка может гофрироваться, что будет приводить к избыточному разрастанию грубой фиброзной ткани в зоне установки конструкции.

Для выполнения модифицированной пластики по разработанной методике сначала мобилизуются ножки диафрагмы и мигрировавшая часть желудка с удалением грыжевого мешка и созданием позадипищеводного туннеля, мобилизация дна желудка путем частичного рассечения желудочно-селезеночной связки и мобилизация пищевода с устранением его укорочения путем параэзофагеальной медиастинальной диссекции. Потом выполняется собственно пластика. Сначала края сетчатого полипропиленового имплантата в форме равнобедренного треугольника с длиной сторон по 4 см и длиной основания 3 см фиксируются к каждой из ножек диафрагмы позади пищевода 2–3 узловыми швами с помощью нерассасывающегося шовного материала (рис. 1).

При этом верхний край имплантата в виде основания треугольника не доходит до пищевода, полностью поднятого вверх на 1 см, для исключения контакта. Таким

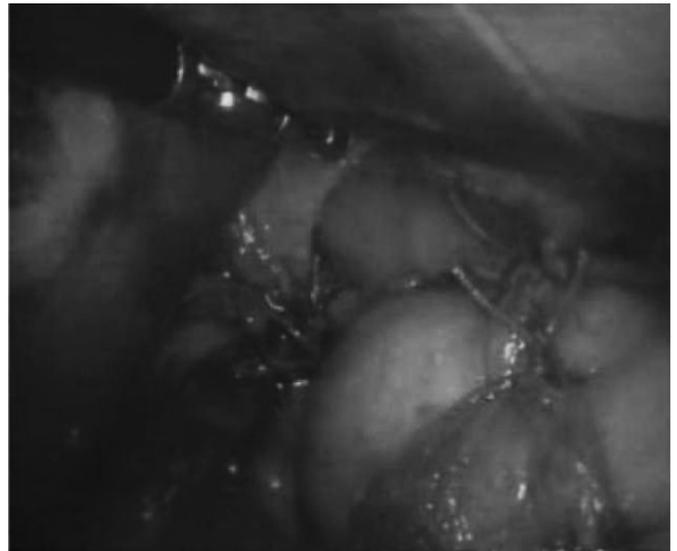


Рис. 3. Фундопликационная манжетка по Ниссену.

образом, создается «первый пласт». Потом 2–3 узловыми швами ножки диафрагмы сшиваются между собой, что приводит к полному закрытию имплантата (рис. 2).

При этом верхний шов не доходит до пищевода, полностью поднятого на 0,5–1,0 см кверху в сторону головного конца. Таким образом, создается «второй пласт». Пластика выполняется при введенном в желудок калибровочном зонде диаметром 30 мм. Потом выполняется фундопликация по Ниссену с длиной манжетки 3 см, а также шовным материалом, который не рассасывается, с использованием калибровочного зонда (рис. 3).

Таким образом, данный имплантат закрывается ножками диафрагмы, которые препятствуют его контакту с пищеводом, что не вызывает «пилящего» эффекта при дыхательных движениях диафрагмы.

Отдельно была проанализирована дополнительная группа пациентов (75 человек: 45 женщин и 30 мужчин), которым была выполнена «onlay» пластика пропиленовым имплантатом.

Базовая, или описательная, статистика включала дискретное изучение основных характеристик вариационных рядов: среднее арифметическое, стандартное отклонение, минимальное значение, максимальное значение. Данные представлены в виде среднего значения (M) и стандартной ошибки средней (m). Значимость различий оценивали по критерию Вилкоксона, считая статистически достоверным значение $p < 0,05$.

Таблица. Отдаленные результаты
Table. Long-term results

Анатомический рецидив всех видов	7 (24,1%)
Симптомный анатомический рецидив и функциональный рецидив	2 (6,9%)
Симптомный анатомический рецидив	3 (10,3%)
Бессимптомный анатомический рецидив и функциональный рецидив	1 (3,4%)
Бессимптомный анатомический рецидив	1 (3,4%)
Функциональный рецидив всех видов	1 (3,4%)
Симптомный функциональный рецидив	1 (3,4%)
Бессимптомный функциональный рецидив	0
Рефлюкс — эзофагит	4 (13,8%)
Индекс «De Meester»	31,5 ± 53,1 (4,1–187,4)
Длительная функциональная дисфагия	6 (20,7%)
Стриктуры	1 (3,4%)
Повторные операции	3 (10,3%)

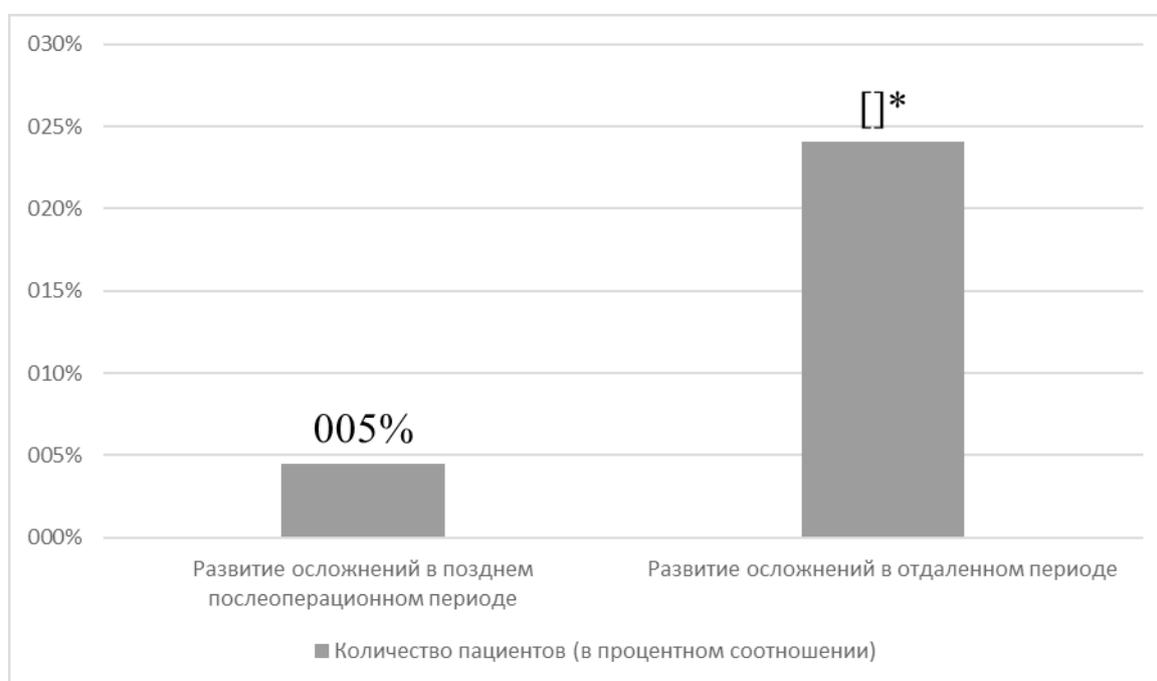


Рис. 4. Сравнительная характеристика непосредственных и отдаленных результатов исследования в плане развития осложнений (в процентном соотношении) у пациентов основной группы.

Примечание:

* $p < 0,05$ - достоверность различия признака между группами.

Результаты исследования

Непосредственные результаты

Интраоперационных осложнений не было. Поздние послеоперационные осложнения имели место у 4 (4,5%) пациентов: 3 случая ателектазов с лихорадкой, которые относились к II степени осложнений по классификации «Clavien — Dindo», а также 1 случай поддиафрагмальной

гематомы, относящейся к IIIA степени по классификации «Clavien — Dindo», и которая требовала функционального дренирования. Средний послеоперационный койко-день составил $5,5 \pm 1,5$ (2–10) дней.

Отдаленные результаты

Из 89 пациентов анатомические рецидивы всех видов были выявлены у 7 (24,1%). Они были распределе-

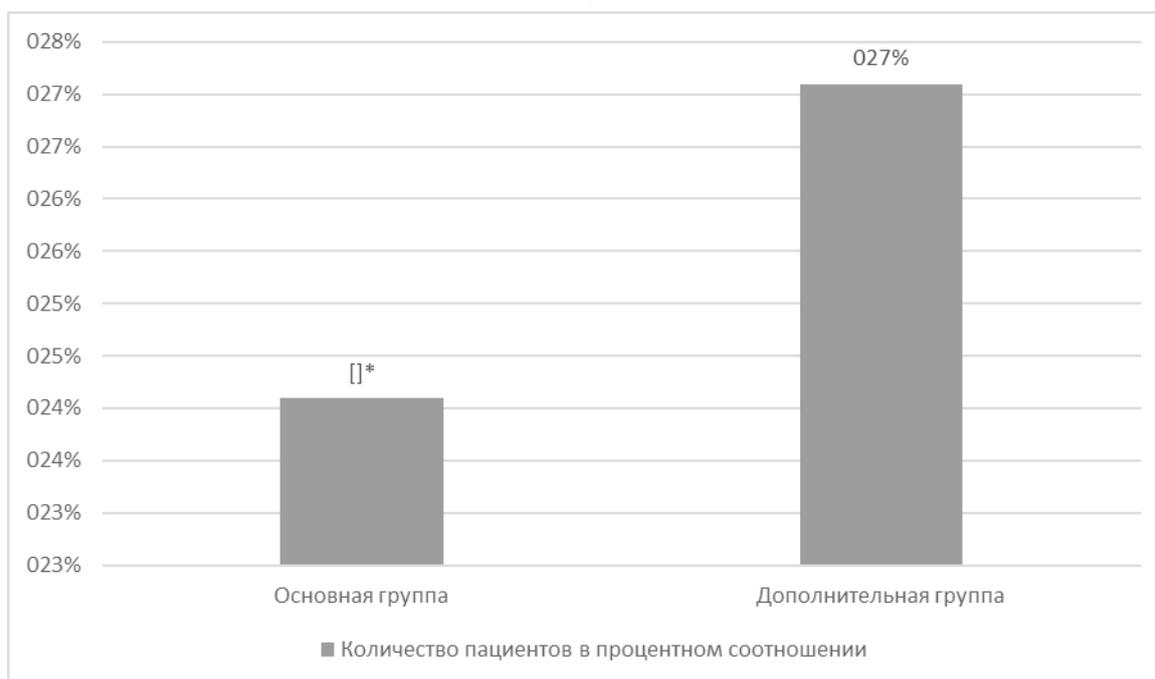


Рис. 5. Сравнительная характеристика данных отдаленных результатов исследования основной и дополнительной групп.

Примечание:

* $p < 0,05$ - достоверность различия признака между группами

ны следующим образом: симптомный анатомический рецидив и функциональный рецидив были выявлены у 2 (6,9%), симптомный анатомический рецидив — у 3 (10,3%), бессимптомный анатомический рецидив и функциональный рецидив — у 1 (3,4%), бессимптомный анатомический рецидив — у 1 пациента (3,4%). Симптомный функциональный рецидив выявлен у 1 (3,4%), бессимптомные функциональные рецидивы отсутствовали, рефлюкс — эзофагит был выявлен у 4 (13,8%) (таблица).

Средний индекс «De Meester» (показатель экспозиции соляной кислоты в пищеводе при норме менее 14,72) у 24 пациентов составил $31,5 \pm 53,1$ (4,1–187,4). Длительная функциональная дисфагия имела место у 6 (20,7%). Стриктура диафрагмы имела место в 1 случае (3,4%) и развилась спустя 3 месяца после операции. Повторная пластика грыжи пищеводного отверстия диафрагмы была выполнена 3 (10,3%): 1 пациенту по поводу симптомного анатомического рецидива и функционального рецидива, 1 пациенту по поводу симптомного анатомического рецидива, а также 1 пациенту по поводу стриктуры.

Сравнительная характеристика непосредственных и отдаленных результатов исследования в плане развития осложнений (в процентном соотношении) представлена на рисунке 4.

Основными причинами развития осложнений в отдаленном периоде являются анатомические рецидивы всех видов.

Сравнительная характеристика данных отдаленных результатов исследования основной и дополнительной групп представлена на рисунке 5.

Эффективность предложенной конструкции имплантата достоверно ($p < 0,05$) повышает результат операции и формирует снижение доли риска рецидива по результатам отдаленных результатов в сравнении с «onlay» пластикой пропиленовым имплантатом до 3%.

Обсуждение результатов

Грыжи пищеводного отверстия диафрагмы представляют собой важную проблему в современной медицинской практике в связи с тем, что оказывают влияние на показатели физического здоровья, способствуя снижению качества жизни. Это объясняется достаточно частым развитием осложнений, среди которых первостепенное значение играет гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь (ГЭРБ). В работе Оскреткова В. И. и соавт. было продемонстрировано, что выполнение видеолaparоскопической протезирующей диафрагмохиатопластики при грыжах ПОД с расширением более 5 см способствует предот-

вращению рецидива заболевания [11]. Важное значение было уделено вопросу материала, который бы обеспечивал антиспаечный барьер по отношению к органам брюшной полости. В нашей работе также была выбрана методика с применением закрытия имплантата ножками диафрагмы с целью ограничения его контакта с пищеводом. Другие исследователи полагают, что использование лапароскопического хирургического лечения диафрагмальной грыжи большого и гигантского размеров приводят к частому развитию рецидивов в течение 5-летнего периода [12]. В нашей работе также отмечен факт того, что развитие осложнений в отдаленном периоде превышало их количество в позднем послеоперационном периоде в основном за счет анатомических рецидивов всех видов. В литературе последних лет встречаются работы, в которых чаще применяются оригинальные методики хирургического лечения больших и гигантских грыж ПОД (например, Черкасов Д. М. и соавторы использовали сетчатый имплантат, который устанавливали и фиксировали в заднее средостение над диафрагмой) [13]. По наблюде-

ниям авторов, в отдаленном периоде хорошие результаты были зафиксированы у большинства пациентов (у 23 из 25). В нашей работе при проведении сравнения предложенной методики в сравнении с «onlay» пластикой пропиленовым имплантатом также зафиксировано улучшение результатов со снижением количества развития осложнений у основной группы в отдаленном периоде по сравнению с дополнительной.

Заключение

При больших и гигантских грыжах пищеводного отверстия диафрагмы модифицированная пластика полипропиленовым сетчатым имплантатом показывает неплохие по частоте анатомических рецидивов результаты. Перспективы снижения процента рецидивов видятся в совершенствовании хирургической техники проведения операции при грыжах пищеводного отверстия диафрагмы с использованием полипропиленовых сетчатых имплантатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Можаровский В.В., Цыганов А. А., Можаровский К. В., Тарасов А. А. Оценка эффективности хирургического лечения гастроэзофагеальной рефлюксной болезни в сочетании с грыжей пищеводного отверстия диафрагмы. Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. 2017;6:28–32.
2. Frantides C.T., Carlson M. A., Loizides S. et al. Hiatal hernia repair with mesh: a survey of SAGES members. *Surgical endoscopy*. 2016;24(5):1017–1024. DOI: 10.1007/s00464-009-0718-6
3. Furnée E., Hazebroek E. Mesh in laparoscopic large hiatal hernia repair: a systematic review of the literature. *Surgical endoscopy*. 2015;27(11):3998–4008. DOI: 10.1007/s00464-013-3036-y
4. Antoniou S. A., Koch O. O., Antoniou G. A. et al. Mesh-reinforced hiatal hernia repair: a review on the effect on postoperative dysphagia and recurrence. *Langenbeck's archives of surgery*. 2015;397(1):19–27. DOI: 10.1007/s00423-011-0829-0
5. Granderath F. A., Schweiger U. M., Kamolz T. et al. Laparoscopic Nissen fundoplication with prosthetic hiatal closure reduces postoperative intrathoracic wrap herniation: preliminary results of a prospective randomized functional and clinical study. *Archives of surgery*. 2015;140(1):40–48. DOI: 10.1001/archsurg.140.1.40
6. Granderath F. A., Schweiger U. M., Pointner R. Laparoscopic antireflux surgery: Tailoring the hiatal closure to the size of hiatal surface area. *Surgical endoscopy*. 2017;21(4):542–548. DOI: 10.1007/s00464-006-9041-7
7. Soricelli E., Basso N., Genco A. et al. Long-term results of hiatal hernia mesh repair and antireflux laparoscopic surgery. *Surgical endoscopy*. 2016;23(11):2499–2504. DOI: 10.1007/s00464-009-0425-3
8. Грубник В.В., Малиновский А. В. Критические аспекты лапароскопической хирургии гастроэзофагеальной рефлюксной болезни и грыж пищеводного отверстия диафрагмы. Одесса: ВМВ-типография. 2015:106.
9. Великоцкий М.М., Горбулич А. В., Комарчук В. В. Профилактика неблагоприятных результатов лапароскопической коррекции антирефлюксной функции кардии при грыжах пищеводного отверстия диафрагмы и ахалазии пищевода. *Одесский медицинский журнал*. 2015;149(3):66–69.
10. Ратчик В.М., Пролом Н. В., Шевченко Б. Ф., Бабий А. М., Буренко А. Н. Опыт хирургического лечения грыж пищеводного отверстия диафрагмы лапароскопическим доступом. *Гастроэнтерология*. 2017;51(3):13–17.
11. Оскретков В.И., Ганков В. А., Гурьянов А. А., Андреасян А. Р., Федоров В. В., Шестаков Д. Ю. Видеолапароскопическая протезирующая диафрагмохиатопластика при аксиальных грыжах пищеводного отверстия диафрагмы с признаками ГЭРБ. *Медицина и образование в Сибири*. 2014;4:10–11.
12. Тиммербулатов М.В., Сендерович Е. И., Гришина Е. Е., Гарифуллин Б. М., Гимаев Э. Ф., Казаков Н. М., Ибрагимов Р. К. Отдаленные результаты эндохирургического лечения параэзофагеальных грыж пищеводного отверстия диафрагмы. *Креативная хирургия и онкология*. 2017; 7(4):4–10.
13. Черкасов Д.М., Черкасов М. Ф., Татьянченко В. К., Старцев Ю. М., Меликова С. Г., Галашокин К. М. Хирургическая тактика при больших и гигантских грыжах пищеводного отверстия диафрагмы. *Вестник хирургии имени И. И. Грекова*. 2018; 177(4):63–66.

ПРИМЕНЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ВКЛАДОК В ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕФЕКТОВ В КОРОНКОВОЙ ЧАСТИ ЗУБА

Ромиш Собир Комолзод

К.м.н., доцент, ГАУ ДПО «Институт
усовершенствования врачей» Министерства
здравоохранения Чувашской Республики
rom-sobir@yandex.ru

APPLICATION OF CERAMIC INLAYS IN ORTHOPEDIC DENTISTRY IN RESTORING DEFECTS IN THE CROWN PART OF THE TOOTH

S. Romish

Summary. The article describes the technology of microprosthetics in the provision of dental orthopedic care using ceramic inlays in order to restore the shape and function of the tooth; the advantages, disadvantages, indications and contraindications of this technology are considered.

Keywords: microprosthetics, inlays, InLay, OnLay, OverLay, PinLay, inlay prosthetics technology, CEREC.

Аннотация. Приведено описание технологии микропротезирования при оказании стоматологической ортопедической помощи с применением керамических вкладок в целях восстановления формы и функции зуба; рассмотрены преимущества, недостатки, показания и противопоказания данной технологии.

Ключевые слова: микропротезирование, вкладки, InLay, OnLay, OverLay, PinLay, технология протезирования вкладками, CEREC.

Протезирование вкладками и микропротезирование в целом представляют собой относительно новый раздел ортопедической стоматологии.

Микропротезирование — это изготовление из керамики замещающей конструкции для недостающей или разрушенной части зуба и её фиксация на сохранившуюся часть зуба. В результате воссоздаётся анатомическая форма, функциональная целостность и эстетический вид здорового зуба. К микропротезам относятся вкладки и различные разновидности виниров, которые имеют разное назначение. Так, виниры используются для восстановления только передней (фронтальной) и боковой (щёчной) части зубов, а вкладки применяются для восстановления (реконструкции) зубов при дефектах жевательных и контактных поверхностей.

В данной статье рассматриваются керамические вкладки.

Общие сведения

Вкладками называют протезы, которые восстанавливают анатомическую форму зуба, заполняя собой дефект в его коронке. Вкладки относят к микропротезам и применяют для восстановления формы и функции коронковой части зуба, нарушенной в результате кариозных

и некариозных поражений. Вкладки используют также при замковой фиксации и в качестве опоры несъёмных и съёмных протезов и шинирующих конструкций [3, 5].

Зубная керамическая вкладка представляет собой искусственный миниатюрный протез, устанавливаемый на месте удалённых поражённых тканей для воспроизведения анатомической формы зуба. По сути, такие вкладки являются подобием пломбы, созданной в лабораторных условиях по заранее снимаемому оттиску. Такая технология относится к одной из разновидностей несъёмного протезирования. Эстетические и визуальные характеристики существенно отличают зубную керамическую вкладку от обыкновенной пломбы. Их используют в основном на задних зубах в качестве альтернативы классическому пломбированию, так как они имеют ряд преимуществ — как в плане функциональности, так и в плане эстетичности. Вкладки применяют при кариозных полостях I, II, реже III–IV классов по Блэку (полости V-го класса восстанавливаются только пломбой). Это связано с тем, что при полостях III–V классов вкладки могут уступать в эстетике композитным реставрациям, требуя при этом большей инвазивности и значительных трудозатрат.

Таким образом, керамические вкладки эффективны в тех случаях, когда пломбу поставить невозможно,

например, если после лечения заболевания образовалась слишком большая полость, и классическая пломба не будет надёжно закреплена в полости.

Керамические вкладки создаются в зуботехнической лаборатории, для их изготовления применяются не композитные материалы, а керамика или цирконий. Такие материалы соответствуют зубным тканям как по прочности, так и по цвету [1, 2, 5]. Существуют и другие материалы, применяемые для изготовления вкладок и накладок, однако керамика считается наиболее оптимальной для таких частичных реставраций.

Виды керамических вкладок

Выделяют четыре основных вида вкладок в зависимости от формы:

1. *InLay* — тело вкладки не выходит за пределы бугров зуба (не затрагивают бугорки зуба).
2. *OnLay* — тело вкладки полностью перекрывает один или более бугров зуба (замещают внутренние скаты бугорков).
3. *OverLay* — тело вкладки охватывает 4 из 5 стенок коронки зуба (перекрывают бугры зуба полностью).
4. *PinLay* — вкладка имеет дополнительный элемент фиксации — штифт (пин).

Вкладки типа *InLay* являются наименее инвазивными, поскольку практически не затрагивают бугры зуба. Вкладки *OnLay* замещают внутренние скаты бугров, а *OverLay* перекрывает полностью хотя бы один бугор. Если *OverLay* перекрывает все бугры, то в этом случае он практически не отличается от трёхчетвертной коронки. Вкладки *PinLay* характеризуются наличием штифта — пина [4, 6].

Технология изготовления вкладок

В практической стоматологии при использовании классических пломб все манипуляции проводятся в терапевтическом кабинете, однако керамические микропротезы (вкладки, виниры и пр.) должны изготавливаться в зуботехнической лаборатории ортопедического отделения. Кроме того, при изготовлении керамических вкладок в лаборатории имеется возможность существенно улучшить их физические свойства, такие как прочность, устойчивость к стиранию, водопоглощение и цветостойкость.

Изготовление керамических вкладок, как правило, требует несколько визитов пациента и может занять время около одной недели.

В первое посещение врач-стоматолог-ортопед проводит санацию полости рта, проводит препарирование дефектной области зуба и снимает анатомический оттиск (слепок), который передаёт в зуботехническую лабораторию. При препарировании необходимо создать достаточное пространство для будущей вкладки или накладки. Толщина этих микропротезов должна быть не менее 0,5–1,5 мм в зависимости от применяемого материала, чтобы обеспечить прочность конструкции и предотвратить возможные поломки.

Керамические зубные вкладки изготавливаются в лабораторных условиях, благодаря чему сводится до минимума контакт пациента с вредными для его здоровья веществами [1, 2]. Вкладки изготавливаются из оксида циркония или прессованной керамики по специальной технологии — либо методом послойного нанесения, либо путём компьютерного фрезерования. В результате получается вкладка, полностью соответствующая отсутствующей части зуба.

На заключительном этапе вкладка устанавливается на дефектный зуб и производится её припасовка в полости рта. После соответствующей подготовки микропротез фиксируется, и окончательно выверяются окклюзионные контакты. Фиксацию вкладок проводят с помощью стеклоиономерного цемента или, чаще всего, композита двойного отверждения (светового и химического).

Способ компьютерного фрезерования вкладок из керамики

С целью оптимизации и повышения качества изготовления вкладки созданы компьютерные технологии фрезерования вкладок из керамических материалов (система CEREC). Применение этой технологии исключает использование труда зубного техника, позволяет изготавливать и устанавливать керамические вкладки непосредственно в клинике за один этап. По этой методике вкладки изготавливают из стандартного керамического блока, поэтому такие микропротезы характеризуются более высокими показателями прочности.

Формирование полости под вкладку проводится по общепринятым правилам, с особенностями препарирования под керамические конструкции. Рекомендуется формировать полость со слегка дивергирующими стенками (не более 4–6°). Это необходимо для получения точного оптического оттиска, на котором в одной проекции одновременно видны внутренние и наружные края полости.

После этого с помощью интраоральной (внутриротовой) видеокамеры получают оптический оттиск

протезируемого зуба и рядом стоящих зубов, а также окклюзионной поверхности зубов-антагонистов. Изображение полости, информация о её размерах и форме, а также о контурах жевательной поверхности зубов-антагонистов передаются в компьютер. Это изображение обрабатывается специальной программой, после чего врач-стоматолог осуществляет компьютерное моделирование конструкции с учетом всех факторов. На основании виртуальной модели вкладки на специальном фрезерно-шлифовальном станке с программным управлением производится изготовление вкладки из стандартной керамической заготовки.

К преимуществам компьютерной технологии изготовления вкладок относится исключение клинического этапа получения оттисков и технического этапа получения моделей, что обеспечивает экономию времени врача, техника и пациента. Кроме того, отсутствие необходимости получения оттисков и моделей обуславливает повышение точности изготовления вкладок и накладок.

Преимущества и недостатки вкладок

При стоматологическом ортопедическом лечении зубов керамические вкладки имеют ряд *преимуществ*, в частности, по сравнению с пломбами (композитными материалами):

- ◆ обеспечивают возможность полного восстановления анатомической формы зуба (разрушенные бугры, боковые эмалевые валики на жевательной поверхности) для нормализации функций жевательного аппарата;
- ◆ выдерживают повышенные жевательные нагрузки (износостойкие) и не деформируются со временем. Вкладки не подвержены усадке, которая бывает у пломбировочных материалов. Другими словами, они заметно стабильнее, чем пломбы из синтетических материалов;
- ◆ цветостойкие, т.е. не меняют со временем цвет и эстетично сохраняют такой же вид, как и у натурального зуба;
- ◆ не вызывают аллергических реакций у пациента;
- ◆ позволяют добиться более плотного прилегания к поврежденным или отсутствующим тканям зуба.

Керамические вкладки имеют и *недостатки*:

- ◆ большие трудозатраты при изготовлении;
- ◆ работа выполняется с участием зуботехнической лаборатории;
- ◆ высокая стоимость материалов для создания вкладки;
- ◆ вследствие вышеперечисленного повышается стоимость микропротеза;

- ◆ сложность устранения дефектов готовой керамической вкладки.

Показания и противопоказания к применению вкладок

Для применения вкладок существует ряд показаний и противопоказаний.

Показания

- ◆ нарушение анатомической формы и цвета зубов как при врождённых (дефекты формы, аномалии величины, несовершенный амелогенез и гипоплазия эмали), так и при приобретенных патологических состояниях (травмы, клиновидные дефекты, кариес, изменение цвета при флюорозе, пигментные пятна эмали, возрастные изменения цвета, «тетрациклиновые» зубы и др.);
- ◆ повышенное стирание твёрдых тканей зубов;
- ◆ дефекты твёрдых тканей, замещаемые перед съёмным или несъёмным протезированием;
- ◆ аллергия на пластмассы и композиты, используемые для прямой реставрации зуба;
- ◆ заболевания пародонта, периодонта и пр.

Противопоказания

- ◆ низкие, мелкие и плоские коронки отдельных зубов с живой (витальной) пульпой;
- ◆ крайние формы повышенной стираемости зубов;
- ◆ обширные дефекты зуба с тонкими, хрупкими стенками;
- ◆ парафункции жевательных мышц (к примеру, бруксизм).

Заключение

Стоматологические вкладки из керамики являются одним из наиболее эффективных методов восстановления целостности (анатомической формы и функции) зубов.

Даже в самых тяжёлых случаях, когда зуб практически полностью разрушен, его можно восстановить таким образом, чтобы зубной ряд выглядел максимально эстетично. Вкладку крайне сложно отличить от самого зуба, так как полировка сводит к минимуму все заметные изменения его формы, разницу в структуре зуба и керамики. Между зубом и вкладкой фактически не остаётся зазоров, на месте которых возможно образование вторичного кариеса. Более того, по своим свойствам керамика максимально приближена к свойствам натуральных зубов, его тканям, поэтому по итогам ортопедического лечения зуб будет наиболее точно соответ-

ствовать своему изначальному состоянию, насколько это вообще возможно. Кроме того, пациент не будет при этом страдать от неприятных ощущений, с которыми зачастую приходится сталкиваться людям после установки зубных пломб и прочих восстановительных процедур.

Относительным недостатком таких вкладок является более высокая по сравнению с пломбированием стоимость. Однако цена на такой вид стоматологических услуг в большей степени компенсируется продолжительным сроком службы, высокими эстетическими

и функциональными характеристиками керамических вкладок. Поэтому восстановление зубов керамическими вкладками становится всё более востребованным среди пациентов.

Однако нельзя говорить о том, что в будущем керамические вкладки полностью заменят пломбы, так как при незначительных повреждениях целесообразно устанавливать именно пломбы. При обширном же разрушении восстановление пломбой бесполезно и требуется применения керамической вкладки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ортопедическая стоматология. Прикладное материаловедение. Учебник / В. Н. Трезубов, Л. М. Мишнев, В. В. Трезубов. — М.: МЕДпресс-информ, 2017.
2. Стоматологическое материаловедение. Наглядное учебное пособие / под ред. Энтони фон Фраунхофера, — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017.
3. Керамические зубные вкладки и вестибулярные облицовки. Учебное пособие / под ред. С. Б. Фищева, М. Ф. Сухарева. — СПб.: СпецЛит, 2018.
4. Чайка З. Оптимизация реставрации зубов керамическими вкладками. Микропротезирование / З. Чайка, Г. И. Ронь. — Lambert Academic Publishing, 2012.
5. Гарбер Д. Эстетическая реставрация боковых зубов. Вкладки и накладки / Д. Гарбер, Р. Голдштейн. — М.: МЕДпресс-информ, 2009.
6. Конструирование несъёмных протезов с применением вкладок / Е. Н. Жулев и др. — Н. Новгород.: Изд-во Нижегородской гос. мед. академии, 2005.

© Ромиш Собир Комолзод (rom-sobir@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ХРОНИЧЕСКОГО ПИЕЛОНЕФРИТА У ПАЦИЕНТОВ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ И ОТДЕЛЕНИЯ АМБУЛАТОРНОГО ГЕМОДИАЛИЗА

COMPARATIVE ANALYSIS OF PATHOGENS OF CHRONIC PYELONEPHRITIS IN PATIENTS OF THERAPEUTIC DEPARTMENT AND DEPARTMENT OF AMBULATORY HEMODIALYSIS

**O. Ruina
T. Konishkina
V. Borisov
K. Pyatunin
N. Papushina
S. Zemskova
E. Moskaeva
E. Luzina
O. Melnichenko**

Summary. The data of microbiological studies of urine obtained from 75 patients with chronic pyelonephritis of the therapeutic department and the department of outpatient hemodialysis are analyzed. It was revealed that hemodialysis is a predictor of the risk of multiresistant flora and clinical failure. The etiological role of the fungal flora is also increasing, which requires an individualized approach when prescribing antibiotic therapy.

Keywords: microbiological research, multiresistance, antibiotic therapy.

Руина Ольга Владимировна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Приволжский
Исследовательский Медицинский Университет» МЗ РФ,
Н. Новгород
olga-ru1@inbox.ru

Коньшкіна Татьяна Михайловна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Приволжский
Исследовательский Медицинский Университет» МЗ РФ,
Н. Новгород
ssmetana@mail.ru

Борисов Владимир Иванович

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Приволжский
Исследовательский Медицинский Университет» МЗ РФ,
Н. Новгород
viborissov@mail.ru

Пятунин Кирилл Вадимович

ФГБОУ ВО «Приволжский Исследовательский
Медицинский Университет» МЗ РФ, Н. Новгород
pyatunin.kirill15@gmail.com

Папушина Наталия Олеговна

ФГБОУ ВО «Приволжский Исследовательский
Медицинский Университет» МЗ РФ, Н. Новгород
Natalya.p94@icloud.com

Земскова Светлана Евгеньевна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Национальный
Исследовательский Мордовский государственный
университет имени Н. П. Огарева», г. Саранск
sezemskova@mail.ru

Москаева Елена Андреевна

Ассистент, ФГБОУ ВО «Национальный
Исследовательский Мордовский государственный
университет имени Н. П. Огарева», г. Саранск
alena-290187@yandex.ru

Лузина Евгения Александровна

ФГБОУ ВО «Национальный Исследовательский
Мордовский государственный университет имени
Н. П. Огарева», г. Саранск
Zhenyaluz@gmail.com

Мельниченко Олеся Владимировна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Приволжский
Исследовательский Медицинский Университет» МЗ РФ,
Н. Новгород
olmel@hotmail.ru

Аннотация. Проанализированы данные microbiологических исследований мочи, полученных от 75 пациентов с хроническим пиелонефритом терапевтического отделения и отделения амбулаторного гемодиализа (у боль-



Введение

В среднем до 1% людей на Земле ежегодно заболевают пиелонефритом, что составляет примерно 65 млн. человек. Потенциально пиелонефрит может привести к такому осложнению, как уросепсис — жизнеугрожающему состоянию, требующему немедленной медицинской помощи [1, 2]. Во всем мире наблюдается рост инфекций мочевыводящих путей, в том числе хронических пиелонефритов. За последние 20 лет более чем в пять раз увеличилась частота пиелонефрита у беременных [2]. На долю хронического пиелонефрита приходится от 32 до 58% пациентов среди всех госпитализируемых больных с патологией почек. То есть на сегодняшний день проблема является актуальной. Вероятно, такой рост связан с изменением образа жизни (гиподинамия), увеличением продолжительности жизни и приобретением в течение жизни сопутствующих заболеваний (в том числе сахарного диабета, подагры, мочекаменной болезни), нерациональным использованием антимикробных препаратов: частые короткие курсы антибактериальной терапии, необоснованное использование препаратов с профилактической целью, неправильно подобранные эмпирическим путем антибактериальные препараты, обладающие в том числе бактериостатическим действием [3].

Кроме того, в последние десятилетия имеет место улучшение качества оказания медицинской помощи пациентам с хронической почечной патологией: функционируют центры гемодиализа, где больные с терминальной хронической почечной недостаточностью могут длительно получать заместительную терапию. По статистике, около трети пациентов таких центров — больные сахарным диабетом 1 или 2 типа, вторично инсулинозависимыми. На сегодняшний день на гемодиализе находятся более 1,5 миллионов человек в мире, 68,7% из них находятся на программном гемодиализе [4]. Безусловно, хронические заболевания, особенно сахарный диабет, требующий назначения большого

количества лекарственных препаратов и неизбежно возникающих лекарственных взаимодействий, оказывают негативное действие на выживаемость таких больных [5, 6, 7]. Поэтому актуальным становится более индивидуализированный подход к таким пациентам. Кроме того, хронические воспалительные процессы, требующие назначения антибиотиков, способствуют росту микробной резистентности, в таком случае рекомендуемые рутинно антимикробные препараты могут оказаться неэффективными [8]. Поэтому все большее количество работ в последние годы посвящается микробиологическому мониторингу у конкретных групп пациентов, с разработкой конкретизированных протоколов лечения [9, 10, 11].

Ключевые слова: микробиологическое исследование, полирезистентность, антибиотикотерапия.

количества лекарственных препаратов и неизбежно возникающих лекарственных взаимодействий, оказывают негативное действие на выживаемость таких больных [5, 6, 7]. Поэтому актуальным становится более индивидуализированный подход к таким пациентам. Кроме того, хронические воспалительные процессы, требующие назначения антибиотиков, способствуют росту микробной резистентности, в таком случае рекомендуемые рутинно антимикробные препараты могут оказаться неэффективными [8]. Поэтому все большее количество работ в последние годы посвящается микробиологическому мониторингу у конкретных групп пациентов, с разработкой конкретизированных протоколов лечения [9, 10, 11].

Возбудителями хронического пиелонефрита наиболее часто являются грамотрицательные микроорганизмы, особенно патогены семейства Enterobacteriaceae. Наиболее часто из мочи выделяется микробы рода *Escherichia*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Citrobacter* и др. [12, 13]. Данные микробы имеют на своей поверхности ворсинки, пили, способствующие удержанию на слизистой мочевыводящих путей и препятствующие их вымыванию со слизистых. В последнее время активно обсуждается вопрос о ведущей роли биопленочных микробов в развитии хронического пиелонефрита. Чувствительность таких патогенов к антибиотикам в десятки раз ниже, чем микробов, которые не образуют биопленок. Кроме того, затруднено поступление антибиотиков в биопленку, что также ухудшает результаты лечения [2]. В генезе хронических пиелонефритов при мочекаменной болезни имеет место также обтурация мочевыводящих путей и обсеменение их патогенным и микроорганизмами, нечувствительными к большинству традиционно используемых препаратов [2].

Цель исследования

Провести фармакоэкономический анализ антибиотикотерапии больных сахарным диабетом 2 типа, ос-

ложненного синдромом диабетической стопы 2 степени по Вагнеру, на госпитальном этапе.

Задачи исследования

Выделить и идентифицировать патогены, вызывающие обострение хронического пиелонефрита у пациентов терапевтического отделения и отделения амбулаторного гемодиализа с сохраненной остаточной функцией почек. Проанализировать видовой состав, уровень антибиотикорезистентности. Дать рекомендации по стартовой антибиотикотерапии в зависимости от отделения.

Материалы и методы

В исследование вошли пациенты, госпитализированные в терапевтическое отделение многопрофильной больницы по поводу обострения хронического пиелонефрита (62 человека, из них 23 мужчины и 39 женщин) в течение 2019 г., и пациенты амбулаторного центра гемодиализа (13 человек, из них 5 мужчин и 8 женщин). Для анализа использованы микробиологические исследования свободновыпущенной мочи. Для забора биологического материала использовали герметичный стерильный набор из пластикового зонда с ватным тампоном на конце, который в последующем помещали в пробирку с готовой к применению средой Amies с углем. Идентификацию возбудителей проводили общепринятыми методами. Для статистической обработки материала использовали комплекс программ Excel 2010. Затем была произведена разработка алгоритмов эмпирической антибиотикотерапии с учетом полученных данных.

Результаты и обсуждение

Проведено 75 исследований мочи, полученной от пациентов терапевтического отделения и амбулаторного центра гемодиализа. Среди микроорганизмов преобладали микробы, относящиеся к семейству Enterobacteriaceae: роды *Esherihia*, *Klebsiella*, *Proteus* (в среднем до 80%). В исследованиях мочи, полученной от больных терапевтического отделения, *Esherihia coli* составила 51%, в 22% выделялась *Klebsiella pneumoniae*, в 16% был обнаружен *Proteus mirabilis*, в 5% *Staphylococcus epidermidis*, в 6% случаев результаты исследования оказались отрицательными.

В исследованиях мочи, полученной от больных, находящихся на гемодиализе, преобладали грибы рода *Candida* (вида *albicans*) — 33%, энтерококки — 20% и синегнойные палочки — 20%, реже — кишечная палочка — 10%. В 17% были получены отрицательные результаты.

По результатам исследования чувствительности к антибактериальным препаратам диско-диффузионным методом в условиях терапевтического стационара выявлены следующие результаты. *Esherihia coli* имела благоприятный профиль резистентности: лишь у 10% штаммов определялась устойчивость к какому-либо из цефалоспоринов III — IV поколения, при этом штаммы сохраняли чувствительность к респираторным фторхинолонам, особенно к левофлоксацину; у 15% имела место резистентность к защищенным пенициллинам. Все изоляты сохраняли чувствительность к карбапенемам, полимиксину, амикацину. При выделении *Klebsiella pneumoniae* цефалоспорины III — IV поколения сохраняли активность лишь в 40% случаев, 20% штаммов имели устойчивость к защищенным пенициллинам и фторхинолонам, 10% — к амикацину. Все штаммы сохраняли чувствительность к карбапенемам. *Proteus mirabilis* имел сходный профиль резистентности. Среди *Staphylococcus epidermidis* определялся высокий уровень резистентности к бензилпенициллину (более 80%), однако сохранялась чувствительность к защищенным пенициллинам, цефалоспорином, карбапенемам, фторхинолонам, MRSE не выявлялись.

По результатам исследования чувствительности к антибактериальным препаратам у пациентов амбулаторного центра гемодиализа получены иные данные. *Candida albicans* выделялись у каждого третьего пациента, страдающего хроническим пиелонефритом и находящегося на диализе. Все штаммы показали 100%-ную чувствительность к флуконазолу, ворико-, кето-, позаконазолу, эхинокандинам. Энтерококки были чувствительны к ванкомицину, линезолиду, ампициллину/сульбактаму, амоксициллину/клавуланату, фторхинолонам и аминоклиозидам. Синегнойная палочка обладала проблемным профилем резистентности. В более чем в половине случаев имела место устойчивость к амикацину, ципрофлоксацину, цефалоспорином IV поколения, в 20% имела место резистентность к карбапенемам. Сохранялась высокая чувствительность к полимиксину, цефоперазону/сульбактаму. Профиль резистентности кишечной палочки выглядел следующим образом: имела место устойчивость к защищенным пенициллинам и цефалоспорином III поколения, чувствительность к фторхинолонам, карбапенемам, амикацину.

Таким образом, можно видеть, что результаты микробиологических исследований при одной и той же нозологии различаются в зависимости от отделения и предшествующих заболеваний и статуса пациентов, позволяют сделать вывод о зависимости спектра и чувствительности к антибиотикам в зависимости от исходного состояния пациента, от состояния иммунной системы, от частоты пребывания в лечебных учреждениях и предшествующей антибиотикотерапии. Такие

факторы, как иммунодефицит, посещение сеансов гемодиализа, иммуносупрессия, являются независимыми предикторами осложненного течения инфекционного заболевания и неэффективности традиционной терапии, так как возрастает риск выделения полирезистентной флоры [2].

Все это требует взвешенного подхода к назначению стартовой антибактериальной терапии.

Исходя из полученных результатов, можно предложить следующие алгоритмы терапии для пациентов с обострением хронического пиелонефрита в условиях конкретного лечебного учреждения. В условиях терапевтического отделения эффективно работают все антибактериальные препараты, представленные в рекомендациях как средства первой линии терапии: цефалоспорины III — IV поколения, защищенные пенициллины, фторхинолоны. Назначение карбапенемов не является экономически оправданным и потенциально может привести к росту резистентности микробиоты в отделении. Назначение амикацина пациентам с патологией почек не может быть широко рекомендовано вследствие его нефротоксичности.

При лечении обострения хронического пиелонефрита у пациентов, находящихся на амбулаторном гемодиализе, требуется более дифференцированный подход. Учитывая более высокий риск резистентно-

сти, не может быть показано рутинное широкое назначение цефалоспоринов и защищенных пенициллинов. Можно сделать выбор в пользу фторхинолонов, при наличии септических проявлений и тяжелого состояния пациента возможно стартовое применение карбапенемов, с дальнейшей коррекцией терапии по результатам микробиологического исследования. В ряде случаев показано назначение ванкомицина, линезолида, цефоперазона/сульбактама, возможна стартовая терапия в комбинациях. У трети пациентов требуется назначение системных противогрибковых препаратов. Это можно объяснить тяжестью состояния больных, сопутствующей патологией, состоянием иммунной системы, предшествующими курсами антибиотикотерапии.

Выводы

Микрофлора, выделенная от пациентов с одним и тем же диагнозом (хронический пиелонефрит), варьирует в зависимости от отделения. Нахождение больного на амбулаторном гемодиализе является предиктором выделения полирезистентной флоры и неудачи стартовой антибиотикотерапии. Подходы к стартовой терапии обострения хронического пиелонефрита у пациентов, находящихся в различных отделениях, должны различаться. Больные с грибковыми заболеваниями мочевых путей чаще встречаются в отделении амбулаторного гемодиализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. G. Bonkat, R. Bartoletti, F. Bruyere, T. Cai, S. Geerlings, B. Koves, S. Schubert, F. Wagenlehner. EAU Guidelines on Urological infections. 2019, 52 s.
2. Антимикробная терапия и профилактика инфекций почек, мочевыводящих путей и мужских половых органов. Федеральные клинические рекомендации. М., 2020. 110 с.
3. Naber K. G. Urogenital Infections, in International Consultations on Urological Diseases / K. G. Naber // European Association of Urology Arnhem, The Netherlands. — 2015.
4. Имамвердиев С.Б., Алмаммедов Ф. Ч., Джалалов М. Р. Сопутствующие заболевания у тяжелой группы почечных больных, находящихся на гемодиализе. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2014. — № 3–1. — С. 43–46; URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=4738> (дата обращения: 16.07.2019).
5. Стецюк Е.А., Третьяков Б. В. Гемодиализ при сахарном диабете. //Нефрология. —1999;3(4):96–101.
6. Гипогликемия и гипергликемия: потенциальные риски полипрагмазии при сахарном диабете 2-го типа в госпитальных условиях. Сорокина Ю. А., Занозина О. В., Ловцова Л. В., Столярова В. В., Борисова К. А., Жуков И. А. // Медицинский совет. — 2018. № 4. — С. 112–115.
7. Руина О.В., Хазов М. В., Борисов В. И., Коньшклина Т. М., Жукова О. В., Зайцева Е. И., Дудукина Ю. А., Козлова Е. А. Взаимосвязь структуры назначаемых препаратов с коморбидностью у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа на госпитальном этапе. Современные проблемы науки и образования. — 2019. — № 1; URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=28515> (дата обращения: 30.01.2019).
8. Д.В. Писаненко, В. Э. Гасраталиев, Т. Н. Горшкова, М. В. Иванеева, Т. В. Галицкий, Д. В. Абрамов, А. А. Данилов, О. В. Руина, А. Б. Строганов, В. А. Аtdуев. Микробиологический анализ как эффективный инструмент оптимизации стартовой эмпирической антибактериальной терапии в урологической клинике. // Урология. — 2018, № 6. С. 28–34.
9. О.В. Руина, Н. П. Васильева, Н. Н. Сухачева, Т. М. Коньшклина, Н. Н. Саперкин, Т. О. Чуева, О. В. Мельниченко, А. В. Бязрова, Д. В. Храмов, А. С. Токарева. // Медицинский альманах. — № 5 (29), сентябрь 2013. С. 187–190.
10. Руина О.В., Коньшклина Т. М., Борисов В. И., Гладкова О. Н., Земскова С. Е., Саперкин Н. В. Индивидуализация схем стартовой антибиотикотерапии в гинекологической клинике. // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки». -№ 4. —2019. -С. 175–180.

11. Руина О.В., Васильева Н. П., Сухачева Н. Н., Коньшикина Т. М., Салеркин Н. Н., Чуева Т. О., Мельниченко О. В., Храмов Д. В., Токарева А. С. Микробиологический мониторинг в многопрофильном стационаре и пути оптимизации затрат на антибактериальные препараты. Медицинский альманах. № 5 (29) сентябрь 2013, с. 187–190.
12. Козлов С.Н., Козлов Р.С. Современная антимикробная химиотерапия: Руководство для врачей. 3-е изд.; перераб. и доп. М.: Медицинское информационное агентство. 2017; С. 400.
13. Гельфанд Б.Р., Яковлева С. В. Савельева В. С. Стратегия и тактика применения антимикробных средств в лечебных учреждениях России: Российские национальные рекомендации. М. Компания «БОРГЕС». 2012. 92 с.

© Руина Ольга Владимировна (olga-ru1@inbox.ru), Коньшикина Татьяна Михайловна (ssmetana@mail.ru),
 Борисов Владимир Иванович (vborisso@mail.ru), Пятунин Кирилл Вадимович (pyatunin.kirill15@gmail.com),
 Папушина Наталия Олеговна (Natalya.p94@icloud.com), Земскова Светлана Евгеньевна (sezemskova@mail.ru),
 Москаева Елена Андреевна (alena-290187@yandex.ru), Лузина Евгения Александровна (Zhenyaluz@gmail.com),
 Мельниченко Олеся Владимировна (olmel@hotmail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Приволжский Исследовательский Медицинский Университет

ОРГАНИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИСХОДА ОПЕРАЦИЙ ПРИ ГЛАУКОМЕ У ПАЦИЕНТОВ СТАРШИХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП

ORGANIZATION OF LABORATORY FORECASTING OF SURGERY OUTCOME IN GLAUCOMA IN OLDER AGE PATIENTS

U. Saginbaev
S. Rukavishnikova
T. Akhmedov
V. Potemkin
T. Dobritsa
E. Goltsman

Summary. The main option for surgical treatment of primary open-angle glaucoma remains synuстрabeculectomy. However, operations are often accompanied by various complications, among which excessive scarring is most common. A study has been conducted to identify clinical and laboratory features in elderly and senile patients with a successful and unsuccessful outcome of glaucoma surgery. Reliable differences in platelet indices, coagulograms and blood glucose levels have been identified.

Keywords: glaucoma, old and old age, synuстрabeculectomy, clinical-laboratory indicators, management.

Радикальным методом лечения первичных открытоугольных глауком (ПОУГ) остается хирургическое вмешательство. Среди хирургических методов наибольшей популярностью среди специалистов пользуется группа фистулизирующих операций, проводимых с целью создания искусственных путей оттока водянистой влаги из передней камеры глаза в межсклеральное пространство. Ключевым элементом данных вмешательств служит фильтрационная подушка (ФП), формирующаяся в области фистулы [3].

Сагинбаев Урал Ринатович
Ординатор, ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ им. И. П. Павлова»
Минздрава России
starosta-mpf@mail.ru

Рукавишниковна Светлана Александровна
Д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ
им. И. П. Павлова» Минздрава России; СПб ГБУЗ «Городская
многопрофильная больница № 2»

Ахмедов Тимур Артыкович
К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ им. И. П. Павлова»
Минздрава России; СПб ГБУЗ «Городская
многопрофильная больница № 2»

Потемкин Виталий Витальевич
К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ им. И. П. Павлова»
Минздрава России; СПб ГБУЗ «Городская
многопрофильная больница № 2»

Добрица Татьяна Александровна
К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ им. И. П. Павлова»
Минздрава России; СПб ГБУЗ «Городская
многопрофильная больница № 2»

Гольцман Елена Владимировна
Врач, СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная
больница № 2»

Аннотация. Основным вариантом хирургического лечения первичной открытоугольной глаукомы остается синустрабекуэктомия. Однако операции часто сопровождаются различными осложнениями, среди которых наиболее распространено чрезмерное рубцевание. Проведено исследование по выявлению клинико-лабораторных особенностей у пациентов пожилого и старческого возраста с успешным и неудачным исходом операции по поводу глаукомы. Выявлены достоверные различия по тромбоцитарным индексам, показателям коагулограммы и уровню глюкозы в крови.

Ключевые слова: глаукома, пожилой и старческий возраст, синустрабекуэктомия, клинико-лабораторные показатели, менеджмент.

К наиболее распространенным видам фистулизирующих операций относится синустрабекуэктомия (СТЭ), заключающаяся в создании альтернативных путей оттока внутриглазной жидкости (ВГЖ) из передней камеры (ПКГ) под конъюнктиву [7, с. 100]. Принцип данной операции основан в удалении части трабекулярной ткани и создании прямого сообщения между ПКГ и подконъюнктивальным пространством (ПКП). После инвазивного вмешательства в месте его проведения формируется небольшая ФП, представляющая собой скопившуюся

в ПКП водянистую влагу, которая диффундирует в сосудистую сеть конъюнктивы.

Достаточно часто СТЭ сопровождается осложнениями различной природы. Так, согласно последним литературным данным, к наиболее распространенным нежелательным последствиям СТЭ раннего послеоперационного периода (до 1 месяца) относятся гифема, цилиохориоидальная отслойка, наружная фильтрация ВГЖ, офтальмогипертензия (высокое ВГД), зрачковый блок. Осложнения позднего периода (до 6 месяцев) включают ускоренное прогрессирование катаракты, инфицирование ФП, офтальмогипертензию, гипотензию, избыточное рубцевание, рецидивирующую гифему. К отдаленным осложнениям (свыше 6 месяцев) можно отнести кистозные изменения ФП, прогрессирование катаракты, офтальмогипертензию [3]. Таким образом, стойкий повышенный офтальмотонус (снижение которого является основной целью СТЭ) относится к осложнениям всех постоперационных периодов. Одним из основных причин сохранения высокого уровня ВГД считается чрезмерное рубцевание постоперационной раны, создающее препятствие для дренажа ВГЖ [4, с. 50].

Согласно современным представлениям, успешным исходом хирургического вмешательства по поводу ПОУГ является стабильный уровень ВГД не более 21 мм рт. ст. по Гольдману в постоперационном периоде без применения каких-либо медикаментов [10, с. 451].

В настоящее время с целью классификации фильтрационных подушек и оценки состоятельности инвазивных вмешательств при ПОУГ широкое применение нашли три шкалы: Вюрцбургская (Wuerzburg Bleb Classification Score (WBCS), Германия, 1997), медицинского университета штата Индиана (The Indiana Bleb Appearance Grading Scale (IBAGS), США, 2003), Мурфилдская (Moorfields Bleb Grading System (MBGS), Великобритания, 2004) [6, с. 91]. Некоторые критерии этих шкал совпадают между собой, но отдельные критериальные признаки учитываются только в отдельных классификациях.

В Вюрцбургской классификации достаточно подробно приведены критерии следующих признаков: васкуляризация конъюнктивы и штопорообразно извитые сосуды. При оценке отдаленной гипотензивной эффективности СТЭ оба признака считаются прогностически неблагоприятными, поскольку являются предвестниками избыточного рубцевания.

В шкале IBAGS наиболее детально расписаны морфологические свойства ФП, основанные на балльной системе оценки высоты и ширины [11, с. 270]. По мнению ряда авторов, высота и ширина ФП слабо коррелируют с гипотензивным эффектом вмешательства. В то же вре-

мя имеются работы, в которых отмечена клиническая нормализация ВГД при 2–3 степенях высоты и ширины ФП.

Мурфилдская классификация включает несколько критериев, касающихся разделения морфологии подушек на общую и центральную зоны.

В современных научных исследованиях выявлена достоверная связь между развитием ПОУГ и изменениями отдельных гематологических индексов, характеризующих тромбоцитарное звено. Известно, что система гемостаза включает два механизма: сосудисто-тромбоцитарный и коагуляционный. Активация каскада коагуляции происходит по двум путям: внутренний (контактная активация) и внешний (с участием тканевого фактора), которые на X факторе «объединяются» в общий путь, завершающийся образованием сгустка [2]. В фибриновом сгустке задерживаются активированные тромбоциты, образуя фибриновый тромб. К показателям, характеризующим внутренний путь каскада коагуляции, относится активированное парциальное тромбопластиновое время (АПТВ), внешний путь — протромбиновое время (ПВ) [1].

Показано, что на качественные и количественные характеристики тромбоцитов существенное влияние оказывает уровень глюкозы, причем резкое снижение и постепенное повышение ее уровня сопровождается активацией кровяных пластинок [9, с. 85]. Изучение влияния фоновой концентрации глюкозы на гематологические индексы особенно актуально у лиц преклонного возраста как группы риска по сахарному диабету.

Цель исследования

Выявление клинико-лабораторных критериев прогнозирования исхода синустрабекулэктомии у лиц пожилого и старческого возраста, страдающих ПОУГ.

Материалы и методы

Проведено ретроспективное исследование клинического, коагулологического и биохимического анализа крови 187 пациентов, страдающих ПОУГ, и которым была проведена СТЭ. Анализировались тромбоцитарные индексы, показатели коагулограммы и уровни глюкозы пациентов, наблюдавшихся в отделениях офтальмологического профиля СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2». Гематологическое исследование проводилось на автоматическом гематологическом анализаторе Cell-Dyn Sapphire, производства Abbott Laboratories (США), коагулограмма — на автоматическом коагулометре ACL9000, уровень глюкозы определялся на биохимическом анализаторе ARCHITECT c4000. Лабораторные ис-

Таблица 1. Лабораторные показатели пациентов пожилого и старческого возраста в зависимости от исхода СТЭ по поводу ПОУГ.

Показатели ОАК, ед.изм	ПУ	ПН	СУ	СН
	Me (Q1; Q3)	Me (Q1; Q3)	Me (Q1; Q3)	Me (Q1; Q3)
PLT, $\times 10^9$ /л	248 (201;292)	264 (222;294)	240 (198;265)	233 (194;273)
MPV, фл	7,20 (6,55;8,10) *(ПН)	7,60 (7,10;8,50) *(ПУ)	7,35 (6,88;8,00) *(СН)	7,60 (7,20;8,50) *(СУ)
PDW,%	19,90 (19,45;20,60) *(ПН)	19,50 (18,60;20,15) *(ПУ)	20,20 (19,58;20,50) *(СН)	19,60 (18,80;20,40) *(СУ)
PCT,%	0,18 (0,16;0,21) *(ПН)	0,20 (0,18;0,22) *(ПУ)	0,18 (0,17;0,20)	0,18 (0,16;0,21)
АПТВ, с	27,60 (26,40;29,00) *(ПН)	28,50 (26,95;30,50) *(ПУ)	28,25 (26,25;29,65) *(СН)	28,60 (27,20;31,30) *(СУ)
МНО	0,93 (0,90;1,02)	0,96 (0,91;0,99)	0,96 (0,93;1,00)	0,98 (0,93;1,03)
ПВ, с	10,90 (10,70;11,70)	11,10 (10,65;11,40)	11,05 (10,80;11,73)	11,30 (10,90;11,90)
Протромбин,%	112,90 (100,30;122,50)	111,20 (106,35;120,50)	110,80 (101,58;116,90)	108,40 (97,90;114,90)
Глюкоза, ммоль/л	5,42 (5,01;5,86) **(ПН)	5,91 (5,39;6,52) **(ПУ)	5,45 (5,19;5,90) *(СН)	5,70 (5,52;6,16) *(СУ)

Примечание: * — $p \leq 0,05$, ** — $p \leq 0,01$.

следования проведены в день операции с соблюдением правил ведения преаналитического этапа.

Исследуемый контингент больных был разделен на две возрастные группы: лица пожилого возраста (60–74 года) — 90 пациентов и лица старческого возраста (75–90 лет) — 97 пациентов. Каждая возрастная группа дополнительно была разбита на подгруппы в зависимости от исхода операции. В первоначальной выборке были отобраны пациенты в зависимости от уровня ВГД и критериев шкал WBCS и IBAGS через три месяца после инвазивного вмешательства. К СТЭ с успешным исходом были отнесены сочетания уровня ВГД не более 21 мм рт.ст. по Гольдману, средней высоты ФП (2 балла по IBAGS), ширины ФП в 1–2 и 2–4 часа (1–2 балла по IBAGS), васкуляризации близкой к норме (2 балла по WBCS), отсутствия штопорообразных сосудов (3 балла по WBCS). К абсолютно неудачному исходу операции отнесена следующая комбинация критериев: значение офтальмотонуса более 21 мм рт.ст., плоская ФП (0 баллов по IBAGS), невизуализируемая ширина ФП (0 баллов по IBAGS), массивная васкуляризация (0 баллов по WBCS) и присутствие штопорообразных извитых сосудов по всей ФП (0 баллов по WBCS). К подгруппе пожилых пациентов с успешным исходом СТЭ (ПУ) отнесены 39 человек, с неудачей (ПН) — 51; к пациентам старческого возраста с успешным исходом (СУ) — 32, с неудачным исходом СТЭ (СН) — 65 пациентов.

С целью оценки сопоставимости групп по половому признаку были рассчитаны коэффициенты критерия Фишера, согласно которому приняты нулевые гипотезы, следовательно, анализируемые группы сопоставимы по гендерным различиям. Критериями включения явились: возраст 60–90 лет, наличие первичной открытоугольной глаукомы, отсутствие острых и хрониче-

ских заболеваний в стадии декомпенсации. Критерия исключения — наличие иных воспалительных офтальмологических заболеваний, острые и хронические заболевания, сопутствующая возраст-ассоциированная патология в стадии декомпенсации.

Статистическая обработка проводилась с применением программы Statistica 6.0. Для каждого массива данных были рассчитаны элементы описательной статистики: медиана (Me), квартили (Q1–25%, Q3–75%). Произведен расчет W критерия Шапиро-Уилка, который выявил характер распределения выборки отличный от нормального. Несвязанные совокупности сравнивались с применением непараметрического U критерия Манна-Уитни.

Результаты

Основная часть пациентов, клиничко-лабораторные показатели которых анализировались в данной работе, до проведения СТЭ в качестве противоглаукомных глазных капель применяла препараты из группы аналогов простагландинов (57,75%), на все остальные группы гипотензивных средств приходилось 42,25%. Во все изучаемые группы были включены пациенты, применявшие глазные капли разных фармакологических групп, согласно критерию Фишера, анализируемые когорты были сопоставимы по медикаментозным средствам, применявшимся ранее пациентами.

Для сравниваемых совокупностей были рассчитаны средние значения, медианы и квартили следующих показателей: PLT (количество тромбоцитов), MPV (средний объем тромбоцитов), PDW (ширина распределения тромбоцитов по объему), PCT (тромбокрит), АПТВ, МНО (международное нормализованное отношение), протромбин и ПВ (протромбиновое время).

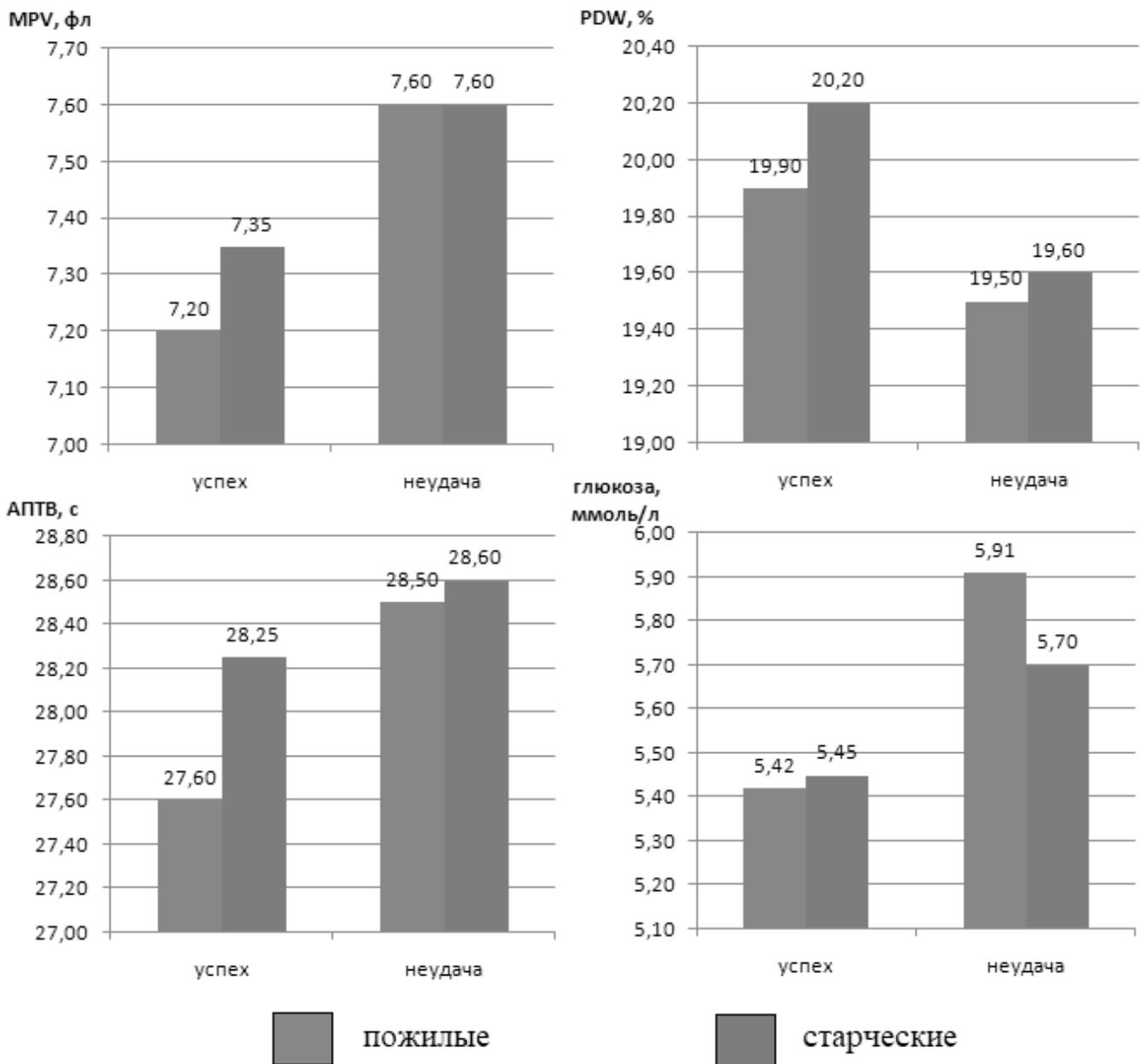


Рис. 1. Лабораторные показатели пациентов пожилого и старческого возраста в зависимости от исхода СТЭ по поводу ПОУГ

Сравнительная оценка лабораторных показателей ПУ и ПН выявила статистически достоверные ($p \leq 0,05$) отличия для индексов: MPV (Уэмпирическое (Уэмп) = 778,5; U критическое (Укрит) = 791), PDW (Уэмп = 752), АПТВ (Уэмп = 757,5) и уровня глюкозы ($p \leq 0,01$; Уэмп = 604; Укрит = 708). В ходе сравнения совокупностей СУ и СН была отмечена статистически достоверная ($p \leq 0,05$) разница по аналогичным индексам (табл. 1).

Проведена оценка рисков возникновения послеоперационных осложнений в зависимости от уровня об-

наруженных выше лабораторных показателей. За отягчающие факторы принимались повышенные уровни MPV, АПТВ и глюкозы, а также сужение индекса PDW. Расчет относительного риска (RR) обнаружил статистически достоверное отрицательное влияние на исход операции следующих панелей анализов: для пожилых пациентов (в порядке убывания достоверности): сочетания «MPV+PDW+глюкоза», «MPV+АПТВ+глюкоза», «MPV+АПТВ», «MPV+PDW», «MPV+PDW+АПТВ», «MPV+глюкоза», «АПТВ+глюкоза», АПТВ, уровень глюкозы в сыворотке крови; для пациентов старческого возраста

(также в порядке убывания достоверности) — «PDW+глюкоза», «PDW+АПТВ+глюкоза», «PDW+АПТВ», PDW, «MPV+PDW+АПТВ».

Обсуждение

Несмотря на отсутствие достоверных различий, имеются определенные закономерности в изменении отдельных индексов МНО, ПВ и протромбина. Так, выявлены планомерные повышения показателей МНО и ПВ у пациентов с отрицательным исходом СТЭ как пожилого, так и старческого возраста. Протромбин, напротив, характеризовался более низкими уровнями у пациентов обеих возрастных групп с неудачным исходом операции. Данная картина коагулограммы характерна для пониженной функциональной активности коагуляционного механизма системы гемостаза.

Для обобщения и систематизации данных, полученных в ходе статистической обработки, были построены столбиковые гистограммы по отдельным тромбоцитарным индексам, АПТВ и уровню глюкозы. В каждой гистограмме представлены показатели обоих возрастных групп, обособленных по двум возможным исходам СТЭ по поводу ПОУГ.

Сравнительная оценка лабораторных параметров в зависимости от возрастных особенностей показала не достаточно выраженные статистически достоверные различия. В то же время показатели пациентов старческого возраста оставались более стабильными и характеризовались меньшим приростом по сравнению с таковыми пациентов пожилого возраста (рисунок 1).

Выявленный достоверно более высокий уровень MPV у пациентов с отрицательным исходом СТЭ не противоречит имеющимся литературным данным, согласно которым ведущими причинами избыточного рубцевания постоперационной раны при ПОУГ являются наличие таких биологически активных веществ, как NAP-2 (пептид активации нейтрофилов), TGF- β (трансформирующий фактор роста), VEGF (фактор проницаемости сосудов),

PDGF (фактор роста тромбоцитов). Эти биологические агенты, как известно, синтезируются активированными тромбоцитами, которые, в свою очередь, увеличиваются в объеме [8, с. 167].

Сужение индекса PDW с одновременным повышением MPV свидетельствует о повышении доли активированных тромбоцитов, что также находит отражение в имеющихся источниках [5, с. 30]. Сниженная активность коагулянтной подсистемы системы гемостаза может сопровождаться замедленным и скудным образованием фибрин-полимера и, как следствие, наличием свободно циркулирующих активированных кровяных пластинок [1]. Наличие повышенной концентрации глюкозы также способствует повышению функциональной активности тромбоцитов.

Выводы

Таким образом, проведенное исследование выявило клиничко-лабораторные особенности гематологических, коагулологических и биохимических показателей в зависимости от исхода СТЭ у пациентов пожилого и старческого возраста, страдающих ПОУГ. У прооперированных пациентов с отрицательным исходом инвазивного вмешательства обнаружены достоверно более высокие уровни MPV, АПТВ и глюкозы, более низкие — PDW. Остальные показатели коагулограммы также характеризовались определенными закономерностями, свидетельствующими о диаметрально противоположной картине функциональной активности звеньев гемостаза: снижении коагуляционной подсистемы и одновременном росте активности тромбоцитарного звена. Расчет относительного риска выявил панели анализов, обладающие достоверным отягчающим влиянием на исход операции.

Выявленные клиничко-лабораторные особенности могут стать дополнительным критерием при выборе оптимальной тактики лечения пациентов, страдающих ПОУГ, с учетом риска возникновения постоперационных осложнений и прогнозирования результативности проводимых мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долгов В.В., Свирич П. В. Лабораторная диагностика нарушений гемостаза. М.: ООО «Издательство «Триада». 2005.
2. Долгов В.В., Меньшиков В. В., ред. Клиническая лабораторная диагностика: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2012; т. 1.
3. Конопляник Е.В., Дравица Л. В. Глаукома. Гомель: ГомГМУ. 2015.
4. Мамиконян В.Р., Петров С. Ю., Сафонова Д. М. Ингибиторы VEGF в глаукомной хирургии. Офтальмологические ведомости. 2016. 9(1).
5. Мельничникова О.С., Лапина В. М., Лапин С. В. и др. Тест генерации тромбина в диагностике гиперкоагуляции у пациентов с атеросклерозом. Медицинский алфавит. 2016. 23.
6. Петров С. Ю. Классификации фильтрационных подушек. Национальный журнал глаукома. 2014. 2.
7. Петров С. Ю. Современная концепция борьбы с избыточным рубцеванием после фистулизирующей хирургии глаукомы: противовоспалительные препараты и новые тенденции. Офтальмология. 2017. 14(2).

8. Халиуллин А.В., Гусякова О. А., Козлов А. В., Габрильчак А. И. Процессы метаболизма и механизмы регуляции активности тромбоцитов (обзор литературы). Клиническая лабораторная диагностика. 2019. 64 (3).
9. Ярек-Мартынова И.Р., Мартынов М. Ю., Саркисова К. Г., Кокшарова Е. О., Мишина Е. Е., Ясаманова А. Н., Шестакова М. В. Влияние контролируемого перехода от гипергликемии до гипогликемии на агрегацию тромбоцитов и активность физиологических антикоагулянтов и фактора Виллебранда у больных сахарным диабетом 1 типа. Сахарный диабет. 2018. 21(2).
10. Al-Hazmi A., Awad A., Zwaan J., Al-Mesfer S.A., Al-Jadaan I., Al-Mohammed A. Correlation between surgical success rate and severity of congenital glaucoma. Br J Ophthalmol. 2005. 89.
11. Cantor L.B., Mantravadi A., Wudunn D., et al. Morphologic classification of filtering blebs after glaucoma filtration surgery: the Indiana Bleb Appearance Grading Scale. J Glaucoma. 2003. 12(3).

© Сагинбаев Урал Ринатович (starosta-mpf@mail.ru), Рукавишников Светлана Александровна,
 Ахмедов Тимур Артыкович, Потемкин Виталий Витальевич,
 Добрица Татьяна Александровна, Гольцман Елена Владимировна.
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова

СХЕМА ВЕДЕНИЯ БЕРЕМЕННОСТИ ЖЕНЩИН С НЕДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ДИСПЛАЗИЕЙ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ

Фадеева Татьяна Сергеевна
Врач акушер-гинеколог, г. Калуга
fdv_tana@mail.ru

THE SCHEME OF MANAGEMENT OF PREGNANCY IN WOMEN WITH UNDIFFERENTIATED CONNECTIVE TISSUE DYSPLASIA

T. Fadeeva

Summary. The syndrome of undifferentiated connective tissue dysplasia (NDST) is an urgent problem in obstetric practice. The syndrome can have a negative impact on the course of pregnancy and intrauterine fetal development delay, can cause premature outpouring of amniotic fluid, bleeding or birth abnormalities. This paper describes the algorithm of actions and management scheme for pregnant women with NDST. In the absence of visible manifestations of NDST or the presence of an entry in the medical record, the pregnant woman can be considered conditionally healthy, and further monitoring is carried out by a district obstetrician-gynecologist. If a pregnant woman has a diagnosis of PDST before pregnancy, a risk assessment is calculated and drug therapy is prescribed. The standard scheme of pregnancy management applies to a physically healthy woman, whose medical history has no special pathologies or hereditary diseases. For any deviations from the norm, it is necessary to follow the algorithm of sequential actions, the purpose of which is to help carry out a healthy child and give birth to it on time.

Keywords: NDST, diagnosis of connective tissue dysplasia, pregnancy management scheme, medical and social support, therapy.

Аннотация. Синдром недифференцированной дисплазии соединительной ткани (НДСТ) является актуальной проблемой в акушерской практике. Синдром может оказывать негативное влияние на течение беременности и внутриутробную задержку развития плода, может вызвать преждевременное излитие околоплодных вод, кровотечение или аномалии родовой деятельности. В данной работе описывается алгоритм действий и схема ведения беременных женщин с НДСТ. При отсутствии видимых проявлений НДСТ или наличия записи в медицинской карте, беременная может считаться условно здоровой, а дальнейшее наблюдение осуществляется участковым акушером-гинекологом. При наличии у беременной женщины диагноза НДСТ до беременности, проводится расчет оценки риска и назначается терапия препаратами. Стандартная схема ведения беременности распространяется на физически здоровую женщину, в истории болезни которой нет особых патологий и наследственных заболеваний. При любых отклонениях от нормы необходимо следовать алгоритму последовательных действий, цель которых — помочь выносить здорового ребенка и родить его в срок.

Ключевые слова: НДСТ, диагностика дисплазии соединительной ткани, схема ведения беременности, медико-социальная поддержка, терапия.

Актуальность

Синдром недифференцированной дисплазии соединительной ткани (НДСТ) является актуальной проблемой в акушерской практике. От 70% до 80% женщин репродуктивного возраста страдают той или иной формой НДСТ, а у 50% женщин отмечается угроза прерывания беременности [1]. Данный синдром может оказывать неблагоприятное влияние на течение беременности, а также может спровоцировать преждевременные роды [2]. Среди внешних проявлений НДСТ широко распространены такие как [3]:

Астеническое телосложение — сужение всех конечностей, включая грудную клетку, продолговатая форма лица, непропорциональная длина рук.

Аномалия прикуса:

- ◆ дистальный прикус (недоразвитость нижней челюсти);
- ◆ мезиальный прикус (противоположен дистальному прикусу);
- ◆ открытый прикус (часть зубов не смыкаются и образуют щель);
- ◆ глубокий прикус (резцы верхнего ряда перекрывают резцы нижнего ряда);
- ◆ перекрестный прикус (слабо развита какая-либо сторона любой челюсти);
- ◆ дистопия (зубы располагаются не на своем месте в зубном ряду);
- ◆ диастема (наличие щели между центральными резцами верхней челюсти, намного реже нижней челюсти).

Искривленные мизинцы — пальцы скошены медиально или латерально, что является частным проявлением такого заболевания как клинодактилия.

Сколиоз — искривления позвоночника, чаще всего встречаются незначительные искривления позвоночника грудного отдела.

Плоскостопие — изменение формы стопы, характеризующееся опущением её продольного и поперечного сводов.

Миопия- близорукость.

Еще одним признаком данного заболевания является *бледность кожи*.

К числу висцеральных фенотипических маркеров относят аномалии сердечно-сосудистой системы, такие как: гипоплазия левого сердца (недоразвитость сердца с левой стороны, которая может привести к летальному исходу); транспозиция магистральных сосудов (дискордантное желудочково-артериальное соединение) и т.д. [4], [5]. А также аномалии мочевой системы, например: поражение почек (органы, очищающие кровь и образующие мочу); мочеточников (каналы, ведущие от почек до мочевого пузыря); мочевого пузыря (орган, в котором содержится моча); уретры (канал, через который моча высвобождается из мочевого пузыря) [6]. НДСТ также имеет важное значение в развитии варикозной болезни нижних конечностей [7].

Согласно исследованию, проведенному Лукиной Т.С. [8], чаще всего у женщин с НДСТ встречаются стигмы дизэмбриогенеза, небольшие внешние фенотипические проявления НДСТ. Они есть у каждого человека, но при отсутствии НДСТ число данных отклонений не должно превышать пяти.

Кроме того, проводятся антропометрические исследования, которые основываются на измерении длины верхних конечностей (расстояние между выступающей точкой на крае акромиального отростка лопатки и дистальной точкой ногтевой фаланги 3-го пальца), длине плеча (расстояние от выступающей точки на крае акромиального отростка лопатки до верхней точки головки лучевой кости), длине предплечья (расстояние от нижней точки шиловидного отростка лучевой кости до верхней точки головки лучевой кости), длине кисти (расстояние между проекцией шиловидной кости на продолжение линии третьей пястной кости до самой дистальной точки ногтевой фаланги 3-го пальца), длине нижней конечности (расстояние от большого вертела до пола), длине бедра (расстояние между верхним краем лонного сочленения и сере-

диной медиального мыщелка большеберцовой кости), длине голени (расстояние между серединой медиального мыщелка большеберцовой кости и нижней точкой на внутренней лодыжке), длине стопы (расстояние от пяточного бугра до конца ногтевой фаланги 2-го пальца) [9].

Цель исследования

Любое ведение беременности акушером-гинекологом, подчинено определенному алгоритму последовательных действий. В данной работе описывается схема ведения беременных женщин с НДСТ.

Материалы и методы исследования

Схематически ведение беременности женщин с НДСТ условно можно разделить на два основных направления:

1. Ведение беременности условно здоровой женщины;
2. Ведение беременности женщины, которая знала, что она больна дисплазией соединительной ткани (ДСТ) до беременности.

Каждый из данных направлений включает в себя необходимый алгоритм действий. Рассмотрим каждое из данных направлений.

Результаты

Алгоритм действий медико-социальной поддержки и ведения беременных женщин с НДСТ представлен схематически на Рисунке 1.

Ведение беременности условно здоровой женщины

При отсутствии видимых симптомов НДСТ или записи о наличии НДСТ в медицинской карте, беременная может считаться условно здоровой женщиной. В данном случае назначается консультация и осмотр у врача терапевта, чтобы определить наличие или отсутствие фенотипических маркеров НДСТ (Рисунок 1). В ходе данной консультации терапевт устанавливает наличие или отсутствие у женщин признаков НДСТ.

Если у женщины обнаружены фенотипические признаки НДСТ и есть астенические жалобы, то необходимо проведение специальных приемов по прерыванию беременности, которые проводятся хотя бы до 12 недель. Если же у женщины отсутствуют фенотипические признаки НДСТ и есть астенические жалобы, то дальнейшее наблюдение осуществляется участковым акушером-гинекологом.

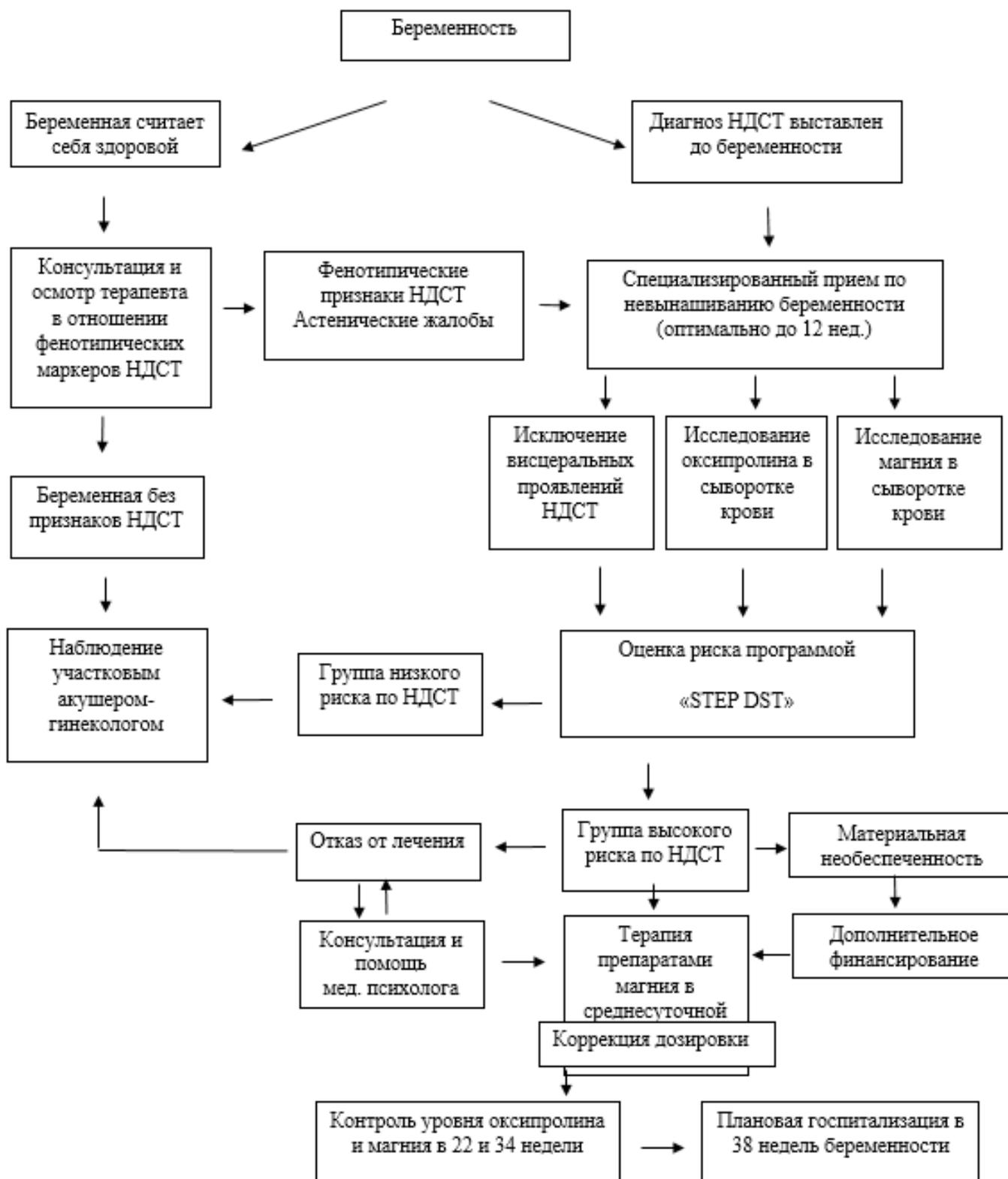


Рис. 1. Схема медико-социальной поддержки и ведения беременных женщин с НДСТ.

Ведение женщины с синдромом НДСТ

Многие женщины, находясь еще в юношеском возрасте, узнают о наличии НДСТ, что фиксируется в их медицинских картах. При наличии у беременной женщины диагноза НДСТ, в первую очередь, необходимо проведение специализированного обследования, который проводится до 12 недель. В ходе данного приема производятся исследования висцеральных проявлений НДСТ, оксипролина и магния в сыворотке крови. После, проводится расчет оценки риска, который основывается на данных программы «StepDST» [10].

Беременных женщин с НДСТ можно разделить на две группы риска:

- ◆ *Группу низкого риска:* когда фенотипические признаки НДСТ в меньшей степени влияют на ход беременности и родов. Данная группа, как и женщины, у которых отсутствует диагноз НДСТ, в дальнейшем наблюдаются участковым акушером-гинекологом.
- ◆ *Группу высокого риска:* когда фенотипические признаки НДСТ могут привести к осложнениям беременности и родов. Именно женщины данной группы нуждаются в проведении магниевого лечения.

В случае, если женщина, относящаяся к группе высокого риска не отказывается от проведения терапии препаратами магния, то контроль магния и оксипролина осуществляется в 22 и 34 недели. Госпитализация женщин группы высокого риска планируется на 38 неделе беременности, если нет серьезных оснований для госпитализации раньше. Однако, женщина может отказаться от данного лечения и наблюдаться у участкового акушера-гинеколога, при этом осуществляется консультация и помощь медицинского психолога.

Тактика ведения беременности и родов у женщин с НДСТ

В данной части работы описывается ведение беременных группы высокого риска, у которых возможны осложнения беременности и родов.

Проанализируем принципы ведения пациенток группы высокого риска по развитию плацентарных нарушений и гестоза. На ранней стадии необходима диагностика, затем проводятся доклиническая профилактика осложнений в критические сроки гестации, связанные с первой и второй волной инвазии трофобласта и обоснованное по срокам и составу комплексное лечение.

На доклиническом этапе обследования образуются группы беременных в зависимости от наличия или возможности формирования той или иной патологии. Данные группы различаются по срокам беременности:

- ◆ для первой половины срока — гестации — это группы риска по раннему токсикозу и угрозе прерывания;
- ◆ для второй половины указанного срока — это плацентарные нарушения и гестоз, внутриутробная гипоксия и внутриутробная задержка развития плода, преждевременное излитие околоплодных вод, кровотечение и аномалии родовой деятельности.

Необходимо отметить, что не все пациентки с НДСТ группы высокого риска обладают достаточным финансированием для проведения терапии магниевыми препаратами. Женщинам данной группы выделяется дополнительное финансирование, которое осуществляется государством, что предполагает наличие бесплатных услуг и препаратов для беременных.

Медико-социальная поддержка беременных женщин с НДСТ

Существует конкретный перечень услуг и препаратов, которые беременная женщина может получить бесплатно в качестве дополнительного финансирования, что фиксируется в следующих нормативно-правовых актах:

1. Письмо от 16 июля 2007 г. N15-4/1360-09 об оказании платных услуг во время беременности и родов (с изм., внесенными письмом Минздравсоцразвития РФ от 13.11.2007 N15-4/2187-09). Согласно которому «оказание платных медицинских услуг не может осуществляться в ущерб гарантированному объему бесплатной медицинской помощи».
2. Приказ от 14 сентября 2006 г. N662 об утверждении стандарта медицинской помощи женщинам с нормальным течением беременности, в нем фиксируется перечень необходимых медицинских обследований как непосредственно специалистами, так и требующие специализированного оборудования (анализы, УЗИ и прочее).
3. Письмо от 13 ноября 2007 г. N15-4/2187-09 определяет общие положения платного обслуживания беременных женщин, то есть то, что не выходит за рамки дополнительного финансирования государством.
4. Приказ от 19 января 2007 г. N50 «О порядке и условиях расходования средств, связанных с оплатой государственным и муниципальным учреждениям здравоохранения услуг по медицинской помощи, оказанной женщинам в период беремен-

Таблица 1. Перечень бесплатных услуг по ОМС.

Наименование	Частота предоставления	Среднее количество
Сбор анамнеза и жалоб в гинекологии	1	15
Визуальное исследование в гинекологии	1	12
Пальпация в гинекологии	1	12
Исследование пульса	1	12
Измерение артериального давления на периферических артериях	1	12
Измерение размеров матки	1	8
Аускультация плода с помощью стетоскопа	1	8
Пальпация плода	1	8
Измерение массы тела	1	12
Осмотр шейки матки в зеркалах	1	1
Получение цервикального мазка	1	2
Получение влагалищного мазка	1	3
Ультразвуковое исследование плода	1	2
Кардиотокография плода	1	2
Подготовка беременных к родам	1	3
Обучение уходу за новорожденным	1	3
Психологическая адаптация	1	3
Аутогенная тренировка	1	3
Пособие по наложению бандажа при беременности	1	1
Назначение лекарственной терапии при беременности	1	12
Назначение диетической терапии при беременности	1	12
Назначение лечебно-оздоровительного режима при беременности	1	12
Взятие крови из пальца	1	3
Взятие крови из периферической вены	1	2
Исследование уровня лейкоцитов в крови	1	3

ности, в период родов и послеродовой период, а также по диспансерному наблюдению ребенка в течение первого года жизни».

Отметим, что для того, чтобы использовать дополнительное финансирование, необходимо наличие полиса обязательного медицинского страхования (ОМС), который действует лишь в государственных органах здравоохранения. В Таблице 1 представлен частичный перечень бесплатных услуг, которые полис ОМС позволяет получить беременной женщине.

К списку препаратов, которые могут предоставляться бесплатно относят: фолиевую кислоту, витамин Е, кальция карбонат и т.д. Однако, данный перечень каждый год может изменяться Министерством Здравоохранения.

Выводы

Значение состояния гемостаза является одним из наиболее частых осложнений для развития плода

и исхода родов. В связи с этим, у беременных с НДСТ помимо указанной схемы ведения беременности, необходимо применять алгоритм клинико-гемостазиологических исследований. Один из последних таких алгоритмов был предложен П.А. Кирющенковым и соавторами [11], в котором они обобщают существующие анамнестические данные, анализ клинической ситуации с выполнением общих оценочных и отдельных специальных гемостазиологических тестов, установление диагноза и подбор необходимой терапии.

При наличии любой патологии у беременной женщины с НДСТ в первом триместре рекомендуется специальная диета, которая характеризуется повышенным содержанием белков и гликозаминогликанов, которые позволяют регулировать тонус и моторику желудочно-кишечного тракта, а также витамин Е (400 МЕ в сутки). При назначении тех или иных препаратов необходимо учитывать, что препараты, понижающие коагуляционный потенциал, могут привести к снижению геморрагических проявлений у женщин с синдромом мезенхи-

мальной дисплазии. Кроме того, необходимо помнить, что ДСТ в большинстве случаев характеризуется облигатным магниевым-дефицитным состоянием [11].

Согласно данным исследования В.Е. Радзинского [12], профилактическое назначения магния является важной и обязательной частью этиопатогенетической терапии, что позволяет своевременно купировать тонус матки и является одним из основных способов профилактики задержки внутриутробного роста плода. В работе Л.Б. Лазебник и соавторов [13], описана взаимосвязь концентрации магния в крови с развитием геморрагического синдрома на фоне НДСТ. Геморрагический синдром у беременных с диагнозом НДСТ характеризуется ангиопатичностью, влияющей на снижении плотности сосудистой стенки, обусловленной деградацией коллагеновых и эластических волокон, а также полисахаридных гиалуроновых нитей.

Лечение беременных с диагнозом НДСТ проводится посредством назначения таблетированных препаратов магния, что фиксируется в общей схеме ведения беременных женщин с НДСТ. Такое лечение считается оправданным с позиции рациональной фармакотерапии беременных. Кроме того, данное лечение может проводиться без лабораторного подтверждения магниевого дефицита в связи с его малой информативностью [14].

Для профилактики и коррекции гиперкоагуляционных нарушений в системе гемостаза у беременных женщин группы высокого риска, в связи с развитием тромботических осложнений, применяются низкомолекулярные гепарины (НМГ), которые иногда даже называют «золо-

тым стандартом» профилактической антикоагулянтной терапии. Однако, к назначению препаратов этой группы надо подходить осторожно, учитывая тромбогеморрагический характер проявлений нарушений гемостаза у пациентов с НДСТ. Для пациентов этой группы оптимально использовать методы неспецифической профилактики (эластическая компрессия нижних конечностей, диета и т.д.), а также назначение флеботоников. Флеботоники, являются важным компонентом алгоритма ведения беременных с НДСТ, в ситуации, когда у последних обнаруживаются явления хронической венозной недостаточности. Диосмин (Diosmin) является одним из популярных флеботоников, способных оказывать нормализующее влияние на состояние системы гемостаза.

При наличии развития акушерских кровотечений, основные методы лечения должны являться средствами местного и общего действия. Для остановки кровотечения чаще всего используются хирургические методы, гемостатическая губка, а также препараты антифибринолитического действия (транексамовая кислота). По общепринятым показаниям — инфузионно-трансфузионная терапия. При массивных кровопотерях оправдано применение препарата рекомбинантного активированного фактора свертывания крови.

Стандартная схема ведения беременности распространяется на физически здоровую женщину, в истории болезни которой нет наследственных заболеваний и особых патологий. При любых отклонениях от нормы необходимо следовать определенному алгоритму последовательных действий, цель которых — помочь выносить здорового ребенка и родить его в срок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова Т.Л., Герасимова Л. И., Сидоров А. Е., Чернышов В. В., Губанова Е. А. Особенности течения беременности и родов у женщин с синдромом недифференцированной дисплазии соединительной ткани // Клиническая медицина. 2018. № 6. С. 39–44.
2. Керимкулова Н.В., Никифорова Н. В., Владимиров И. С., Торшин И. Ю., Громова О. А. Влияние недифференцированной дисплазии соединительной ткани на исходы беременности и родов. комплексное обследование беременных с дисплазией соединительной ткани с использованием методов интеллектуального анализа данных // Земский врач. 2013. № 2 (19). С. 34–38.
3. Нечаева Г.И., Яковлев В. М., Конев В. П., Друк И. В., Морозов С. Л. Дисплазия соединительной ткани: основные клинические синдромы, формулировка диагноза, лечение // Лечащий врач. 2008. № 2. С. 22–28.
4. Биндус О. В. Врожденные пороки сердца как проявление дисплазии соединительной ткани // Смоленский медицинский альманах. 2015. № 1. С. 8–9.
5. Гусева Е. С. Дисплазия соединительной ткани у беременных: особенности клинического течения и прогнозирование экстрасистолии высоких градаций // Автореф. дис. канд. мед. наук. 2014.
6. Нечаева Г.И., Логинова Е. Н., Цуканов А. Ю., Семенкин А. А., Фисун Н. И., Дрокина О. В. Патология почек при дисплазии соединительной ткани: междисциплинарный подход // Лечащий врач. 2016. № 1. С. 54–57.
7. Потапов М.П., Потапов П. П., Ставер Е. В., Мазепина Л. С. Неспецифическая дисплазия соединительной ткани в развитии первичного варикозного расширения вен нижних конечностей // Пульс. 2016. № 8. С. 54–58.
8. Лукина Т. С. Оптимизация математического моделирования и прогнозирования анализа течения беременности и родов у женщин с недифференциальной дисплазией соединительной ткани // Автореф. дисс. канд. мед. наук. 2003. С. 57–58.
9. Васильев О.С., Левушкин С. П. Сравнительный анализ антропометрических параметров как фенотипических маркеров синдрома дисплазии соединительной ткани у спортсменов // Медицина экстремальных ситуаций. 2015. С. 75–79.

10. Лукина Т. С. Математическое моделирование и прогнозирование дисплазии соединительной ткани путем создания программы "StepDST" // Образование и наука в современных условиях. 2015. № 3. С. 38–39.
11. Кирющенков П. А., Шамаков Р. Г., Андамова Е. В., Тамбовцева М. А. Алгоритм клинико-гемостазиологического обследования в акушерско-гинекологической практике // Акушерство и гинекология. 2013. № 1. С. 101–106.
12. Радзинский В. Е., Ордянец И. М. Альтернативные подходы к анемии беременных // Акушерство и гинекология. 2007. № 3. С. 65–67.
13. Лазебник Л. Б., Михеева О. М., Щербаков П. Л., Ефремов Л. И., Кирова М. В. Ангиодисплазии и геморрагии желудочно-кишечного тракта как частное проявление дисплазии соединительной ткани // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2010. № 4. С. 114–120.
14. Кудинова Е. Г. Генетические тромбофилии у девушек смеженхимальными дисплазиями // Сибирский медицинский журнал. 2011. № 3. С. 97–99.

© Фадеева Татьяна Сергеевна (fdv_tana@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕЧЕНИЯ БЕРЕМЕННОСТИ У ЖЕНЩИН С СИНДРОМОМ НЕДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ДИСПЛАЗИИ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ

Фадеева Татьяна Сергеевна

Врач акушер-гинеколог, г. Калуга
fdv_tana@mail.ru

METHODS OF INVESTIGATION OF PREGNANCY IN WOMEN WITH UNDIFFERENTIATED CONNECTIVE TISSUE DYSPLASIA SYNDROME

T. Fadeeva

Summary. The problem of undifferentiated connective tissue dysplasia (NDST) is very relevant, since there is a wide spread of this pathology among women of reproductive age. Early detection of this pathology is necessary to assess the course of pregnancy and the outcome of childbirth for the mother and child. In obstetrics, forecasting is widely used to determine the weakness of childbirth, the need for and outcome of a cesarean section, and to determine the course of pregnancy. In this paper, we studied methods for studying the course of pregnancy in women with undifferentiated connective tissue dysplasia (NDS) syndrome and methods for examining the fetus. For this purpose, a set of clinical methods of examination and observation was used: research of phenotypic signs of NDST, echocardiography, biochemical blood analysis, etc. These methods of studying the course of pregnancy of women suffering from NDST will improve the outcomes of pregnancy and childbirth.

Keywords: NDST syndrome, pregnancy, phenotypic signs of NDST, biochemical blood analysis, fetal research methods.

Аннотация. Проблема недифференцированной дисплазии соединительной ткани (НДСТ) является очень актуальной, так как отмечается широкое распространение данной патологии среди женщин репродуктивного возраста. Раннее выявление данной патологии необходимо для оценки течения беременности и исхода родов для матери и ребенка. В акушерстве прогнозирование широко применяется для определения слабости родов, необходимости и исхода кесарева сечения, определения протекания беременности. В данной работе были изучены методы исследования течения беременности у женщин с синдромом недифференцированной дисплазии соединительной ткани (НДСТ) и методы исследования плода. Для этого применялась совокупность клинических методов обследования и наблюдения: исследование фенотипических признаков НДСТ, эхокардиография, биохимический анализ крови и т.д. Данные методы исследования течения беременности женщин, страдающих НДСТ, позволят улучшить исходы беременности и родов.

Ключевые слова: синдром НДСТ, беременность, фенотипические признаки НДСТ, биохимический анализ крови, методы исследования плода.

Актуальность

В настоящее время прогнозирование протекания тех или иных процессов в организме человека активно применяется в современной медицине и здравоохранении. Оно необходимо для оптимизации мер в здравоохранении по предотвращению нежелательных последствий. В акушерстве прогнозирование широко применяется для определения слабости родов, необходимости и исхода кесарева сечения, определения протекания беременности при пиелонефрите и отрицательном резусе-факторе у беременных [1]. При наличии у беременной недифференцированной дисплазии соединительной ткани (НДСТ) прогнозируются возможные осложнения протекания беременности и родов. Проблема НДСТ является очень актуальной, так как отмечается широкое распространение данной патологии среди женщин репродуктивного возраста, что примерно равно 20–30% от общего числа женщин.

Цель исследования

В литературе практически отсутствует оценка течения беременности и исхода родов в зависимости от степени тяжести НДСТ. Тактика оказания диагностических услуг беременным женщинам, страдающим НДСТ позволит сделать исход родов более благоприятным и улучшит последующий прогноз для матери и новорожденного. В настоящей работе были изучены методы исследования течения беременности у женщин с синдромом НДСТ и методы исследования плода.

Материалы и методы исследования

Объектом данного исследования являлись 900 беременных женщин, наблюдение которых происходило в период беременности и в течении 4х дней после родов. Также было проведено исследование их новоро-

жденных детей. Все пациентки подписали добровольное информированное согласие на их участие в проведенном исследовании.

Все исследование базировалось на изучении общего и акушерско-гинекологического анамнеза, специфики течения беременности, родов и послеродового периода женщин с НДСТ. Для этого применялась совокупность клинических методов обследования и наблюдения. Проводилось динамическое исследование температуры, пульса, артериального давления, веса и общего состояния. Кроме того, огромное внимание уделялось исследованиям периферической крови (на белок, функциональные пробы печени), мочи (пробы Зимницкого, Нечипоренко, микроскопия мочевого осадка). Во время проведения исследования также проходили консультации терапевта, окулиста, в редких случаях невропатолога, уролога и эндокринолога.

Результаты исследования

Методы исследования беременных женщин

Исследование фенотипических признаков НДСТ

При исследовании внешних фенотипических признаков НДСТ руководствовались фенотипической картой М. Дж. Глесли [2], которая была модифицирована Мартыновым А.И. в 1996 [3]. Данная карта включает в себя следующие фенотипические признаки:

- ◆ *Долихостеномелия* — для нахождения которой используется индекс соотношения рук и роста, который должен быть более 7,6 см.
- ◆ Наличие воронкообразной грудной клетки 1–2 степени. Она чаще проявляется у мужчин, чем у женщин. Характеризуется наличием углубления по средней линии грудины (на 0,3–0,5 см и 0,5–0,7 см), наличием килевидной грудной клетки с килевидным выпячиванием грудины и крыловидными лопатками. Края лопаток выпирают от общей линии спины настолько, что становится возможным просунуть кончики пальцев под них.
- ◆ *Арахнодактилия* — наличие длинной и узкой ладони и длинных пальцев. Для ее определения проводится тест большого пальца (при наличии арахнодактилии дистальные фаланги большого пальца смещены за ульнарный край ладони) и тест запястья (дистальные фаланги первого и пятого пальцев должны частично перекрещиваться при обхвате запястья противоположной руки).
- ◆ Патологии позвоночника, которые определяются при клиническом обследовании. К ним относятся сколиоз и гиперлордоз поясничного отдела, который проявляется в искривлении позвоночника

вперед с превышением допустимой физиологической нормы.

- ◆ Все аномалии зрения, такие как миопия, астигматизм, дистопия и т.д., определялись посредством осмотра окулистом и проведения соответствующего опроса.
- ◆ Информацию о всех варикозных расширениях вен исследовали посредством осмотра пациенток и использовании результатов флеграфии.

Все аномалии массы тела определяются благодаря индексу Кетле [4], который находится по формуле:

$$I = \frac{m}{h^2}; \quad (1)$$

где:

m — масса тела в килограммах,

h — рост в метрах,

и измеряется в кг/м².

Чтобы проверить, присутствует ли у женщины дефицит массы тела, необходимо рассчитать индекс Варги [5], который находится по формуле:

$$ИВ = \frac{\text{масса тела (кг)}}{\text{рост(м)}} - \frac{\text{возраст}}{100}; \quad (2)$$

Если индекс (ИВ) равен 1,7–1,5, то уменьшение массы тела является умеренным, если менее 1,5, то повышенное снижение.

Гипермобильность суставов является характерным признаком НДСТ как у детей, так и у взрослых. Однако, частота наличия данного признака повышается в зависимости от проявления других признаков ДСТ, но является различной в разных популяциях. В меньшей степени она прослеживается у европейцев, в большей степени — у индейцев. Наибольшая подвижность суставов проявляется у детей в возрасте 13–14 лет; к 25–30 годам она снижается в 3–5 раз. Однако, гипермобильность суставов характерна именно для подросткового возраста, в данный период наблюдается самое большое количество эластина, вследствие чего происходит увеличение удельного веса эластических волокон [6]. Гипермобильность суставов может снижаться со временем. Если у человека присутствует гипермобильный синдром во второй половине жизни, то он стимулирует развитие разнообразных поражений околоуставных мягких тканей, что в свою очередь объясняется тем, что на уже имеющийся дефект соединительной ткани (СТ) более легко накладываются инволютивные процессы в сухожильно-связочном аппарате [7]. Для выявления гипермобильности суставов проводится тщательное обследование и прохождение тестов таких, как пассивное приведение большого пальца через

Таблица 1. Критерии синдрома гипермобильности суставов

Большие критерии	Малые критерии
Счет по шкале Бейтона (4 или более баллов)	Счет по шкале Бейтона (1–3 баллов)
Артралгия должна проявляться более 3 месяцев в четырех или более суставах	Артралгия должна проявляться в одном-трех суставах, может встречаться люмбагия, спондилез, спондилолиз, спондилолистез
	Вывих или подвывих в одном или нескольких суставах.
	Периартикулярные поражения более 2 локализаций.
	Наличие высокого роста, худощавости, арахнодактилии.
	Проявление аномальности кожи: тонкость, гиперрастяжимость, стрии, атрофические рубцы. Для проверки растяжимости кожи необходимо тестировать тыльную сторону кисти, кончик носа и лоб.
	Наличие нависающих век, миопии, антимонгольской складки.
	Наличие варикозных вен, грыжи, опущения матки, прямой кишки. Варикозное расширение вен малого таза часто проявляется в молодом возрасте, но с возрастом прогрессирует. Например, данная патология у девочек в возрасте 3–17 лет встречается в 19,4%, у женщин репродуктивного возраста отмечается ее наличие уже в 80% случаев [10]. Данное заболевание часто проявляется у девочек в пубертатном возрасте вместе с врожденной слабостью СТ, что связано с влиянием гормонов (эстрогенов) на развитие СТ.

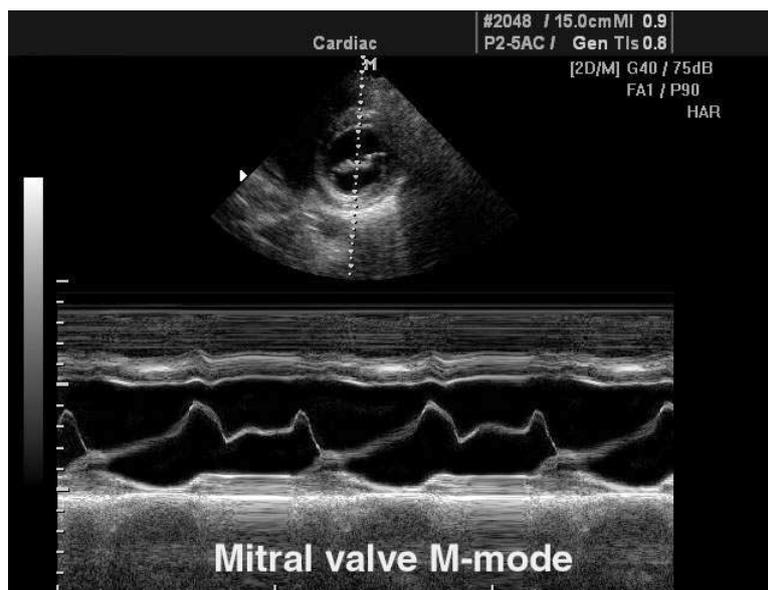


Рис. 1. Графического изображения вибраций стенок сердца и створок клапана в дихотомическом режиме (М-режим).

сторону до соприкосновения с предплечьем, переразгибание в суставах пальцев, переразгибание мизинца до 90 градусов и т.д [8]. Необходимо отметить, что гипермобильность 1-го плюснефалангового сустава может привести к развитию одного из основных клинических признаков поперечного плоскостопия [9]. Все критерии синдрома гипермобильности суставов подразделяются на большие и малые, которые представлены в Таблице 1.

Для того чтобы поставить диагноз НДСТ с гипермобильностью суставов необходимо наличие сочетания двух больших/одного большого и двух малых /четырёх малых критериев.

Эхокардиография

При определении НДСТ посредством эхокардиографии существенными являются следующие режимы:

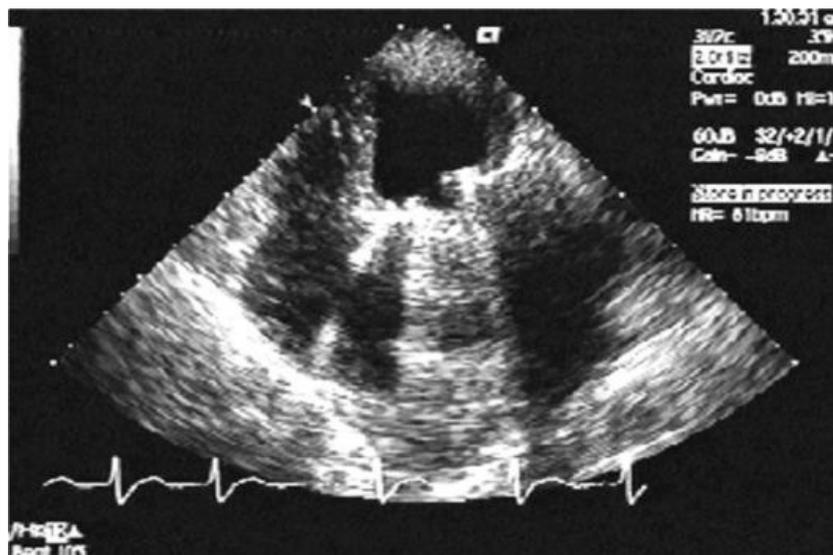


Рис. 2. Эхокардиография (В-режим). Апикальная четырехкамерная позиция, нормально функционирующий механический двустворчатый протез митрального клапана, атриомегалия, акустическая тень от протеза в левом предсердии.

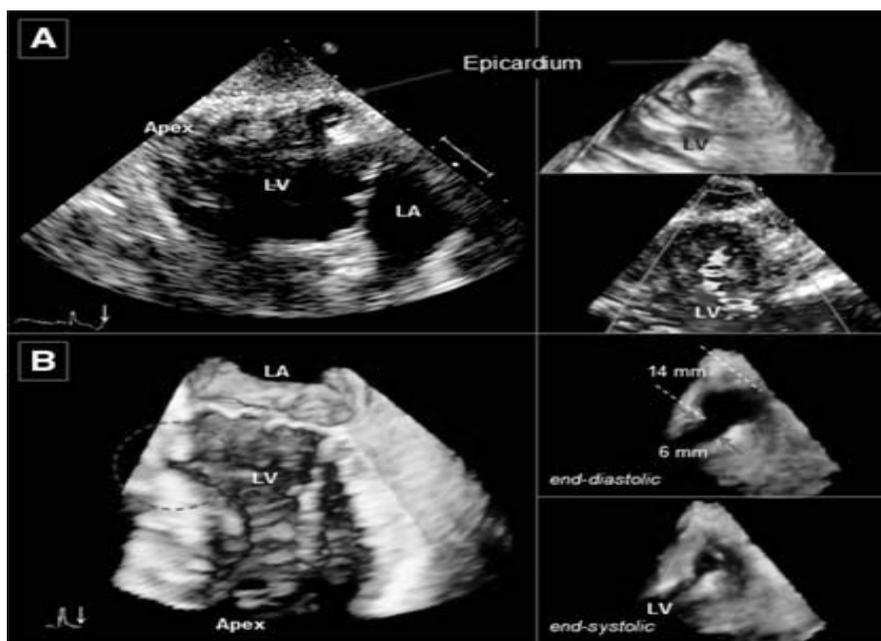


Рис. 3. Допплер эхокардиография

- ♦ М-режим, он предназначен для предоставления графического изображения вибраций стенок сердца и створок клапана в дихотомическом режиме. Данный режим необходим при оценке размеров сердца и систолической функции желудочков в реальном времени (Рисунок 1.).
- ♦ В-режим представляет из себя двухмерную эхокардиографию. Позволяет получить изобра-

жение сердца по длинной и короткой оси в реальном времени. Он необходим при оценке размеров полостей сердца, толщины стенок желудочков, состояние клапанного аппарата, глобальную и локальную сократимость желудочков, наличие тромбоза полостей и т.п. (Рисунок 2.).

- ♦ Допплер эхокардиография, которая может быть импульсной, цветной, нервно-волновой. Этот

способ необходим для исследований направления кровотока, измерении его скоростных характеристик и т.д. (Рисунок 3).

Биохимический анализ крови

Показателями любой дисплазии соединительной ткани служит дефицит магния в организме женщины и показатель уровня оксипролина.

Рассмотрим, как происходит анализ оксипролина в периферической крови. Для этого в 3 центрифужные пробирки выливают по 1 мл исследуемой сыворотки или плазмы крови, 0,05 мл хлорной кислоты и 0,5 мл трихлоруксусной кислоты. Содержимое смешивается, нагревается до 75–80 °С на кипящей водяной бане, охлаждается до 18–22 °С и помещается в центрифугу на 5–6 минут. Количество оборотов должно быть равно 3000 об/мин.

Остаточные компоненты сыворотки крови и плазмы в определенном количестве помещают в мерные центрифужные пробирки. 1-ю пробирку с содержимым необходимо поставить в воду со льдом или нейтрализовать содержимое, а 2-ю и 3-ю пробирки закрывают пылеуловителями (часовое стекло), ставят на кипящую водяную баню на 40 мин и охлаждают до 18–22 °С.

Содержимое пробирок, после добавления к ним по одной капле раствора фенолфталеина, нейтрализовали раствором едкого калия (6 мл). Необходимо добиться появления устойчивой слабо пурпурной окраски по всему объему жидкости. Если появляется интенсивная окраска, в смесь добавляют каплю хлористой кислоты (происходит процесс нейтрализации щелочью). Объем жидкости во всех пробирках вырос до 3,8–4 мл.

К 3 пробирке (первые две являются опытными пробирками, третья контрольной, в ней отсутствует НДСТ) при смешении компонентов добавляют по 0,5 мл раствора хлорамина. В опытные пробирки добавляется 0,5 мл хлорной кислоты и 0,5 мл реактива № 6, а в контрольную пробирку добавляют 0,1 мл хлорной кислоты и 0,5 мл этанола. Все смешивают, нагревают до 75–80 °С на водяной бане, затем охлаждают до 18–22 °С и добавляют по 4 мл реактива № 8. Содержимое всех пробирок встряхивают, загружают в центрифугу на 10 мин, при этом необходимы следующие параметры: 3000 об/мин, супернатант необходимо фотометрировать при длине волны 560 нм, в кюветках с длиной оптического пути 2 см.

Содержимое первой пробирки фотометрируют против реактива № 8, второй пробирки — против контроля, в них наблюдается отсутствие хромогена, который характерен для оксипролина. Содержимое свободного

(пробирка 1) и суммарного (пробирка 2) оксипролина рассчитывают по калибровочной кривой и выражают в микромолях на 1 л сыворотки крови. В случае наличия дефицита сыворотки крови, можно анализировать лишь один из данных показателей. По разности содержания свободного и суммарного оксипролина находили количество связанного оксипролина.

При биохимическом анализе уровня магния в периферической крови используют компьютерные программы и реактивы. Примерами такой программы является «Коне Ультра».

Методы исследования плода

На данный момент наиболее часто применяются методы, связанные с определением и контролем сывороточных белков.

- ◆ *Альфа-фетопротейн (АФП)* — специфический фетальный альфа-глобулин. Необходим для транспортировки гормонов, аминокислот, микроэлементов к различным клеткам и тканям организма. Его возможно уже определить на 11–14-й неделе беременности (максимально в крови плода может присутствовать 10% данного белка). Анализ АФП применяется для определения срока беременности и зрелости плода, а также при прогнозировании синдрома дыхательной недостаточности при рождении.
- ◆ *Хорионический гонадотропин человека (хорио-гонадотропин, ХГЧ)* -гликопротеин с молекулярной массой около 46 000 D. Он состоит из двух нековалентно связанных субъединиц — альфа и бета. Только бета-субъединица иммунологически специфична для ХГЧ, поэтому специфическая антисыворотка у подавляющего большинства диагностических тест-систем направлена именно против бета-цепи. Именно ХГЧ может помочь установить беременность на очень раннем сроке.
- ◆ *Децелерации* представляют собой преходящие эпизоды урежения частоты сердечных сокращений (ЧСС) плода на 15 ударов/мин и более продолжительностью 10 сек и более. Савельева с соавторами приводят критерии, которые характерны для нормальной КТГ [11]:
 - ◆ базальный ритм в диапазоне 120–160 уд/мин; ~
 - ◆ амплитуда осцилляций 5–25 уд/мин;
 - ◆ децелерации отсутствуют;
 - ◆ акцелерации 2 и более за 10 мин.

С целью унификации оценки данных антенатальной КТГ предложена балльная система [12]:

- ◆ 8–10 баллов — удовлетворительное состояние плода,
- ◆ 5–7 баллов — начальные признаки нарушения жизнедеятельности плода,
- ◆ 4 балла и менее — серьезные изменения состояния плода.
- ◆ *Амниоскопия* — эндоскопический метод, позволяющий на основании ряда визуальных признаков оценить состояние плода.

Ультразвуковая диагностика

Ультразвуковая диагностика является основным методом исследования плода на всей протяженности беременности. Основным принципом при проведении ультразвукового исследования является принцип ALARA (As Low As Reasonably Achievable), что означает: «Столь мало, сколь разумно достижимо в разумных пределах».

С 3-й недели в полости матки можно уже обнаружить начало визуализации плодного яйца в виде эконегативного образования округлой или овоидной формы диаметром 5–6 мм. В 4–5 недель — появляется эмбрион размером 6–7 мм. Головка эмбриона полностью визуализируется с 8–9-й недели и имеет вид отдельного анатомического образования округлой формы средним диаметром 10–11 мм. Оценка жизнедеятельности эмбриона в ранние сроки беременности основывается на регистрации его сердечной деятельности и двигательной активности.

При УЗИ регистрировать сердечную деятельность эмбриона можно с 4–5-й недели. Двигательная активность эмбриона выявляется с 7–8-й недели. При изучении развития плода во II и III триместрах беременности измеряют следующие размеры: бипариетальный раз-

мер, окружность головки, средние диаметры грудной клетки и живота, длину бедренной кости. Ультразвуковое исследование позволяет проводить оценку деятельности различных органов и систем плода, а также диагностировать врожденные пороки его развития. Для их детальной оценки может использоваться трехмерная эхография, позволяющая получить объемное изображение. При трансвагинальном исследовании четкое изображение хориона можно получить на 5–6-й неделе. Одним из показателей состояния плаценты является ее толщина. К 36–37-й неделе рост плаценты прекращается. В дальнейшем при физиологическом течении беременности ее толщина уменьшается или остается на том же уровне, составляя 3,3–3,6 см.

К инвазивным методам получения плодного материала относятся хорионбиопсия, плацентобиопсия и амниоцентез. В отдельных случаях исследуют непосредственно клетки плода, что достигается с помощью кордоцентеза. Данные методы используются для получения материала для цитогенетических, молекулярных, цитохимических, биохимических и других исследований.

Выводы

В данной работе предложен оптимальный метод исследования периода гестации для беременных, страдающих НДСТ, который позволит улучшить исход беременности и родов. После детального применения определенной совокупности методов исследования протекания беременности и состояния плода, можно приступить к прогнозированию течения родов. В ходе данного прогнозирования учитывается множество факторов, оно составляется при помощи компьютерных программ. Можно спрогнозировать: возможные осложнения родов, оценку новорожденных по шкале Апгар, продолжительность родов, продолжительность безводного промежутка и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анастасьева В.Г., Трунченко Н. В. Особенности течения беременности и исхода родов у беременных с пролапсом митрального клапана // *Acta Biomedica Scientifica*. 2007. № 55 С.18–21.
2. Glesby M.J., Pyentz R. E. Association of mitral valve prolapse and systemic abnormalities of connective tissue // *A phenotypic continuum*. 1989. V. 262. P. 523–528.
3. Мартынов А.И., Степура О. В., Остроумова О. Д. Маркеры дисплазии соединительной ткани у больных с идиопатическим пролабированием атриовентрикулярных клапанов и с аномально расположенными хордами // *Терапевт арх*. 1996. Т. 68. № 2. С. 40–43.
4. Eknoyan G. Adolphe Quetelet (1796–1874)-the average man and indices of obesity // *Nephrol. Dial Transplant*. 2008. V. 23. No.1. P. 47–51.
5. Васильев О.С., Левушкин С. П. Сравнительный анализ антропометрических параметров как фенотипических маркеров синдрома дисплазии соединительной ткани у спортсменов // *Медицина экстремальных ситуаций*. 2015. Т. 1. С. 275–279.
6. Нестеренко З. В. Дисплазия соединительной ткани — медико-социальный феномен XXI века // *Боль. Суставы. Позвоночник*. 2012. Т. 1. № 5. С. 17–23.
7. Нечаева Г.И., Викторова И. А., Калинина И. Ю. Диагностика дисплазии соединительной ткани у лиц среднего и пожилого возраста в практике семейного врача // *Рос. сем. Врач*. 2004. Т. 2. № 8. С. 47–54.
8. Викторова И.А., Коншу Н. В., Румянцев А. В. Синдром гипермобильности суставов: клиническое значение, прогноз, взаимосвязь с риском возникновения остеоартроза // *Архивъ внутренней медицины*. 2015. Т. 2. № 22. С. 3–6.

9. Кузьмин В.И., Черкашов А. М., Шарафко Т. Г., Горохов М. А. Наш опыт хирургического лечения больных с поперечным плоскостопием, hallux valgus // Российский медико-биологический вестник имени академика И. П. Павлова. 2016. Т. 24. № 3.
10. Адамян Л.В., Смольнова Т. Ю. Диагностика и тактика ведения больных с дисплазией соединительной ткани в акушерстве и гинекологии // РМЖ. 2010. Т. 6. С. 41–46.
11. Акушерство: Учебник / Г. М. Савельева, В. И. Кулаков, А44 А. Н. Стрижаков и др.; Под ред. Г. М. Савельевой. — М.: Медицина, 2000. — 816 с.
12. Fischer W.M., Stude I., Brandt H. A suggestion for evaluation of the antepartalcardiotocogram // Zeitschrift. Geburt. Perinatol. 1976. V. 180. P. 117–123.

© Фадеева Татьяна Сергеевна (fdv_tana@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОБЗОР ХИРУРГИЧЕСКИХ И КОНСЕРВАТИВНЫХ МЕТОДОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЛЕЧЕНИИ БЕСПЛОДИЯ

REVIEW OF SURGICAL AND CONSERVATIVE METHODS APPLICABLE IN THE TREATMENT OF INFERTILITY

O. Shustova

Summary. The article discusses the main surgical and conservative methods of infertility treatment. The main causes of the development of infertility are analyzed, the main methods of treatment, their effectiveness are considered. The most effective are complex treatment methods. With many pathologies, surgical treatment is used.

In the structure of female infertility, the leading role is assigned to the tubal-peritoneal factor. Risk factors for the formation of tubal obstruction are tumor processes and postabortion complications, that is, something that can potentially lead to compression of the fallopian tubes, impaired function. In such situations, laparoscopic overlay of the tube anastomosis, fimbrioplasty, salpingo-ovariolysis is used. Particular attention is paid to ovarian lysis, since with incomplete examination of the ovary, adhesions localized near the wide ligament of the uterus can be missed.

Surgery can also be used for infertility caused by endometriosis, uterine fibroids and leiomyoma, inflammatory and infectious processes. It is shown that at present, more and more preference is given to methods of organ-preserving surgical treatment. Moreover, most often preference is given to such methods as laparoscopy, microsurgery, hysteroscopy. There are various intraoperative and postoperative methods to increase the effectiveness of surgical treatment of patients with tubal infertility. The main conditions for increasing the effectiveness of treatment are the correct selection of patients for surgical treatment, the improvement of surgical techniques and the development of new methods of rehabilitation therapy aimed at preventing re-occlusion of the fallopian tubes, and restoration of their functional activity. In this case, it is advisable to consider surgery and assisted reproductive technologies as two methods that mutually complement each other.

Keywords: infertility, surgical methods, conservative treatment, laparoscopy, tubal-peritoneal factor, myoma, leiomyoma, endometriosis, effectiveness, complications.

Шустова Олеся Вячеславна

*Д.м.н., Первый Московский государственный
медицинский университет имени И. М. Сеченова
olesya.olo@icloud.com*

Аннотация. В статье рассмотрены основные хирургические и консервативные методы лечения бесплодия. Проанализированы основные причины развития бесплодия, рассмотрены основные методы лечения, их эффективность. Наиболее эффективными считаются комплексные методы лечения. При многих патологиях применяется хирургическое лечение.

В структуре женского бесплодия ведущая роль отводится трубно-перитонеальному фактору. Факторами риска формирования трубной непроходимости являются опухолевые процессы и постабортные осложнения, то есть то, что перспективно может привести к сдавлению маточных труб, нарушению их функции. В таких ситуациях применяется лапароскопическое наложение трубного анастомоза, фимбриопластика, сальпингоовариолизис. Особое внимание уделяют проведению овариолизиса, так как при неполном осмотре яичника можно упустить спайки, локализованные вблизи широкой связки матки.

Хирургия может применяться и при бесплодии, обусловленном эндометриозом, миомой и лейомиомой матки, воспалительными и инфекционными процессами. Показано, что в настоящее время все чаще предпочтение отдается методам хирургического органосохраняющего лечения. При этом чаще всего предпочтение отдается таким методам, как лапароскопия, микрохирургия, гистероскопия. Существуют различные интраоперационные и послеоперационные методы повышения эффективности хирургического лечения пациенток с трубным бесплодием. В качестве основных условий повышения эффективности лечения, выступает правильный отбор пациенток для хирургического лечения, совершенствование хирургической техники и разработка новых методов реабилитационной терапии, направленной на профилактику реокклюзии маточных труб, восстановление их функциональной активности. При этом целесообразно рассматривать хирургию и вспомогательные репродуктивные технологии как два метода, которые взаимно дополняют друг друга.

Ключевые слова: бесплодие, хирургические методы, консервативное лечение, лапароскопия, трубно-перитонеальный фактор, миома, лейомиома, эндометриоз, эффективность, осложнения.

В соответствии с определением ВОЗ, под бесплодием понимают неспособность пары репродуктивного возраста к зачатию и вынашиванию ребенка в течение года или более регулярных незащищенных половых контактов. Уровень бесплодия в мире

довольно высок, и отмечается тенденция к его росту. Так, по данным ВОЗ, уровень бесплодия в мире достигает 5% репродуктивной части населения. Соответственно, в России в настоящее время живет не менее 3 млн. человек, имеющих бесплодие. С первую очередь, речь

идет об объективном медицинском бесплодии, которое развивается в силу анатомических, генетических, эндокринных, и других факторов.

В лечении бесплодия традиционно применяются хирургические методы. Так, в некоторых статьях указывается на эффективность применения хирургических методов с целью восстановления репродуктивной функции [18, с.121].

В структуре женского бесплодия ведущая роль отводится трубно-перитонеальному фактору. На долю этого фактора отводится 35–60% случаев бесплодия. Проблема лечения пациенток с бесплодием трубно-перитонеального генеза, является весьма актуальной, несмотря на существенный прогресс в оперативной гинекологии. При этом зачастую бесплодие развивается на фоне окклюзии маточных труб [1, с. 26].

Хронические воспалительные процессы, локализованные в матке [9; 10; 11] и придатках, и последствия их наличия являются одними из основных причин формирования непроходимости маточных труб, изменений в ответе иммунной системы женщины [3]. Одними из причин формирования ТПБ являются инфекции, передающиеся половым путем, такие как *Chlamidia trachomatis*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Trichomonas vaginalis*, *Mycoplasma hominis*, *Ureaplasma urealyticum* и др. [13].

Помимо инфекции, большую роль в развитии ТПБ имеет спаечный процесс, возникающий после проведения операций на органах малого таза или брюшной полости, особенно после аппендэктомии, миомэктомии, сальпингэктомии при внематочной беременности. Альтерация (механическая, термическая, химическая и др.) является запуском механизма формирования спаек. Факторами риска формирования ТПБ являются опухолевые процессы и постабортные осложнения, то есть то, что перспективно может привести к сдавлению маточных труб, нарушению их функции [17, с. 31–37].

Одним из видов лечения дистальной окклюзии является лапароскопическое наложение трубного анастомоза, фимбриопластика, сальпингоовариолизис. Лапароскопическая сальпингонеостомия подразумевает под собой рассечение гидросальпинкса ножницами в том месте, где стенка выглядит наиболее тонкой. Далее формируют неостому путем выворачивания фаллопиевой трубы, словно «манжеты», и подшивание к серозной оболочке. Сальпингоовариолизис — операция, при которой происходит рассечение спаек, которые фиксируют маточную трубу и яичник; его используют и как самостоятельное вмешательство, и как один из этапов

проведения реконструктивных пластических вмешательств на трубах.

Особое внимание уделяют проведению овариолизиса, так как при неполном осмотре яичника можно упустить спайки, локализованные вблизи широкой связки матки. При проксимальной окклюзии можно провести гистероскопические оперативные вмешательства, эффективные в плане ликвидации непроходимости, ассоциированной с полипами, синехиями. Если же проксимальная окклюзия фиброзного типа, то предпочтительным является наложение анастомоза с использованием микрохирургических методик — истмико-истмического, истмико-ампулярного, ампуло-ампулярного или тубокорнуального [4, с. 46–47].

Фаллоскопическая баллонная тубопластика была предложена японскими учеными Y. Tanaka и др. [21] с целью лечения проксимальной окклюзии фаллопиевых труб. Лечение проводят с двух сторон, вне зависимости от первичной локализации процесса (одностороннее/двустороннее), используется специализированная внутриматочная аппаратура с катетерной системой [4, с. 46–47].

В литературных данных указывается на то, что хирургические методы эффективны в лечении пациенток, страдающих трубным бесплодием. При этом чаще всего используются два метода: микрохирургия и эндовидеохирургия. При лечении трубного бесплодия у женщин, удается достичь беременности естественным путем в 25–55% случаев. При этом риска увеличения многоплодной беременности не возникает [18, с.121].

В настоящее время все чаще предпочтение отдается методам хирургического органосохраняющего лечения. При этом чаще всего предпочтение отдается таким методам, как лапароскопия, микрохирургия, гистероскопия. Также достаточно остро стоит проблема восстановления фертильности после добровольной хирургической контрацепции. Тем не менее, в литературных данных указывается на то, что хирургические методы лечения могут повлечь за собой осложнения, в частности, реокклюзию маточных труб, формирование перитонеальных спаек. В целом, можно заключить, что проблема лечения женского бесплодия все еще до конца не решена [1, с.26].

Неудачи при применении хирургических методов лечения чаще всего возникают в том случае, если у пациентки диагностирована реокклюзия маточных труб, а также происходит рецидив спаечного процесса в полости малого таза. В соответствии с современными литературными данными, существуют различные интраоперационные и послеоперационные методы повы-

шения эффективности хирургического лечения пациенток с трубным бесплодием.

В качестве основных условий повышения эффективности лечения, выступает правильный отбор пациенток для хирургического лечения, совершенствование хирургической техники и разработка новых методов реабилитационной терапии, направленной на профилактику реокклюзии маточных труб, восстановление их функциональной активности. При этом целесообразно рассматривать хирургию и вспомогательные репродуктивные технологии как два метода, которые взаимно дополняют друг друга. Они могут быть использованы как каждый в отдельности, так и в комплексном лечении [18, с. 121].

При анализе литературных данных, нами было установлено, что не менее распространенным этиологическим фактором, приводящим к развитию бесплодия, выступает миома матки. Так, показано, что тяжесть патологического процесса во многом зависит от локализации миоматозных узлов. Выделяют субмукозную, интрамукозную и субсерозную формы развития миомы. При этом тактика ведения пациенток отличается в каждом из случаев, и во многом зависит от рецептивности эндометрия.

Общим является сочетанное применение хирургических методов и медикаментозного лечения. Для того чтобы сформировать оптимальную тактику лечения пациенток с бесплодием на фоне миомы матки, целесообразно применять молекулярно-генетические, биологические методы исследования. На основе результатов диагностики, целесообразно формировать индивидуальную тактику лечения для каждого пациента [2, с. 79].

Во многом тактика лечения зависит от причины развития миомы матки, от ведущего механизма формирования фертильности. При миоме изменяется длина и структура шейки матки, что может ухудшить условия транспорта сперматозоидов. Также существенным изменениям подвергается сосудистая система матки, рецептивность эндометрия. Все эти изменения зачастую сопровождаются изменением спектра и активности биологически активных факторов, которые участвуют в процессах имплантации. Также изменяется сократительная активность миометрия, что препятствует продвижению спермы или эмбриона в полости матки, нарушается пассаж маточных труб. При наличии такого спектра изменений в репродуктивной системе женщин целесообразно малоинвазивных хирургических методик, например, ЭМА — эндоваскулярная эмболизация маточных артерий, МРТкФУЗ — фокусированный ультразвук с применением магнитно-резонансной томографии. Тем не ме-

нее, единого мнения относительно того, какой метод лечения бесплодия на фоне миомы матки, является наиболее эффективным, до сих пор не выработано. Это позволяет сделать вывод об актуальности тематики и необходимости проведения дальнейших исследований в этом направлении [2, с. 83–84].

Лейомиома матки является одной из причин развития бесплодия. Бесплодие у пациенток с лейомиомой матки имеет сочетанный характер и зачастую обусловлено наличием хронических воспалительных заболеваний органов малого таза (68%), эндометриозной болезни (51,5%) и спаечного процесса в малом тазу и брюшной полости (62%).

Хирургическая стратегия при лейомиоме матки с целью реализации репродуктивной функции при отсутствии классических показаний для оперативного вмешательства должна быть индивидуализирована и основана на анализе клинико-анамнестических данных (возраст больной, состояние ее овариального резерва, репродуктивные планы, наличие других причин бесплодия), топографо-анатомических особенностей опухоли (локализация, размер, количество узлов), а также возможных рисков и последствий операции (интра-, послеоперационные осложнения, осложнения беременности и родов) [15, с.94].

Анализ литературных источников показывает, что еще одной распространенной причиной женского бесплодия является генитальный эндометриоз. Этот диагноз ставится примерно 40% женщинам репродуктивного возраста, страдающим бесплодием, что позволяет говорить о социальной значимости данного заболевания. При этом возможен внутренний и наружный эндометриоз. Так, при внутреннем эндометриозе бесплодие наблюдается в 3–4 раза чаще, чем при наружном [5, с. 251].

По данным Лазарева П.Э., эндометриоз является одной из самых актуальных проблем современной гинекологии, занимая третье место в структуре гинекологических заболеваний после воспалений половых органов и миомы матки, поражая до 80% женщин репродуктивного возраста [6, с.367].

Причиной развития бесплодия на фоне эндометриоза выступают следующие факторы: нарушение транспортной функции маточных труб, развитие функциональной неполноценности эндометрия и нарушение его рецептивности, нарушение функциональных связей в системе гипоталамус-гипофиз-яичники. Бесплодие может развиваться в связи с развитием аутоиммунной патологии, на фоне патологии стволовых клеток эндометрия [5, с. 252].

Лечение зависит от того, какой фактор является ведущим в развитии патологии. Зачастую этих факторов несколько, в связи с чем целесообразно применять комплексное лечение. При этом используются гормональные и иммуномодулирующие средства, антиоксиданты, внутрисосудистое лазерное облучение крови. В большинстве случаев требуется применение хирургических методов лечения. Эффективность комплексного лечения составляет 60,5%.

При легких формах перитонеального и яичникового эндометриоза, рекомендуется сочетанное применение хирургических методов, процедура ИИСМ — искусственная инсеминация спермой мужа), индукция овуляции, ЭКО (экстракорпоральное оплодотворение). В тяжелых случаях, либо при наличии сочетанной патологии, зачастую применяются хирургические методы и последующая процедура ЭКО. Тем не менее, при эндометриозе резко возрастает риск развития самопроизвольного прерывания беременности, в особенности в первом триместре (7–25% случаев). В остальном осложнения практически не наблюдаются. Стоит отметить положительное влияние беременности и родов на течение эндометриоза. После восстановления менструального цикла, целесообразно проведение противорецидивного лечения [5, с. 257–258].

При установленном диагнозе эндометриоза яичников и бесплодия хирургическое вмешательство показано при размере кист более 3 см. Если диагноз был установлен при предшествовавшей лапароскопии, то при небольших размерах кист или эндометриозе брюшины может назначаться гормональная терапия без повторного хирургического вмешательства [16; 20]. Конечно, в этом случае необходимо полное обследование — онкомаркеры, УЗИ с доплерографией для соблюдения онкологической настороженности. Остается дискуссионным вопрос об оптимальном лечении глубокого инфилтративного эндометриоза. Дилемма заключается в том, что частичное удаление очага может дать хороший симптоматический эффект, в то время как радикальные вмешательства повышают риск серьезных осложнений, включая повреждения мочеочника и прямой кишки. До сих пор не хватает данных, чтобы определить лучший хирургический подход к глубокому эндометриозу [12, с.8–9].

Принципы лапароскопической хирургии по поводу бесплодия аналогичны общим принципам лечения эндометриоза. Показанием к операции является отсутствие эффекта от консервативной терапии бесплодия в течение года. Лапароскопия проводится для подтверждения диагноза, аблации очагов и исключения трубно-перитонеального фактора. Восстановление функции маточных труб и яичников в результате лапароскопии, повидимо-

му, способствует возможности естественного зачатия после операции. Высокий уровень оперативной техники является ключом к успеху. Перед лапароскопической операцией у женщины, страдающей бесплодием, очень важно оценить овариальный резерв. Имеются данные, что лапароскопическое удаление эндометриом диаметром более 4 см улучшает фертильность в большей степени, чем их абляция (дренаж и коагуляция) [19]. При этом при выполнении цистэктомии необходимо тщательно идентифицировать границы патологического процесса, чтобы избежать удаления нормальной ткани яичника и, следовательно, снижения овариального резерва. Высказано пока неоднозначное мнение, что наложение гемостатических швов более безопасно для сохранения овариального резерва, чем электрохирургический гемостаз. В любом случае требуется очень бережное иссечение очагов [12, с.9].

Медикаментозное лечение бесплодия, связанного с эндометриозом, проводится по двум стратегиям:

1. подавление роста фолликулов с целью индуцирования аменореи и тем самым подавления развития и роста эндометриотических поражений с целью повышения последующей фертильности;
2. стимуляция роста фолликулов и овуляции, для которых используется кломифена цитрат [22]. Одним из вариантов консервативного менеджмента пациенток с бесплодием на фоне эндометриоза является нивелирование симптомов гиперпролактинемии.

Введенный в начале 1970-х годов в Европе, первым соединением спорыньи, использованным в клинической практике, был бромокриптин, пептид спорыньи. Преимущество бромокриптина перед самим дофамином или пероральными соединениями, такими как леводопа, заключается в его большей продолжительности действия. Он действует аналогично дофамину при стимулировании дофаминовых рецепторов на пролактин-секретирующих клетках гипофиза — D2-рецепторах, стимуляция которых приводит к ингибированию как секреции, так и синтеза пролактина.

Каберголин имеет чрезвычайно большой биологический период полураспада, поэтому его нужно вводить только один или два раза в неделю с еженедельной дозой от 0,5 до 2,0 мг. Помимо длительного биологического периода полураспада, каберголин обычно лучше переносится, чем бромокриптин, что повышает приверженность пациента. В исследовании, сравнивавшем бромокриптин (от 2,5 до 5,0 мг 2 раза в день) с каберголином (от 0,5 до 1,0 мг два раза в неделю) у 459 гиперпролактинемических женщин с аменореей, стабильная нормо-пролактинемия была достигнута у 83% пациентов, принимавших каберголин, и у 59% пациентов, получавших

бромкриптин. Овуляторные циклы или беременность произошли в 72% случаев на каберголине и в 52% случаев на бромкриптине. Отмена препарата из-за побочных эффектов отмечалась в 3% случаев на каберголине и в 12% случаев на бромкриптине [8, с.30].

Применение лапароскопии позволяет провести диагностику причин бесплодия и выполнить операции, направленные на восстановление менструального цикла и репродуктивной функции при неэффективности консервативной терапии бесплодных женщин с СПКЯ. Хотелось бы также отметить, что повышение результативности возможно при комплексном подходе к проблеме бесплодия. Необходимо проводить лечение выявленных сопутствующих патологий, негативно сказывающихся на репродуктивном здоровье женщины, таких как ожирение, эндометриоз, а также осуществлять профилактику спайкообразования. Модификация образа жизни, обследование полового партнера, коррекция нарушений с помощью медикаментозной терапии, современные эндоскопические методики и вспомогательные репродуктивные технологии позво-

ляют добиться в каждом конкретном случае желаемых результатов [7, с.33].

Таким образом, обобщая данные литературы, можно заключить, что дальнейшие научно-практические достижения в вопросах восстановления и сохранения репродуктивной функции человека, видимо, будут развиваться в следующих основных направлениях: это будут фундаментальные исследования на молекулярном и генетическом уровне, позволяющие выявить тонкие механизмы процессов фолликулогенеза, овуляции, сперматогенеза, оплодотворения, nidации и имплантации яйцеклетки, патологического течения беременности.

Знания вышеуказанных механизмов обусловят эффективное проведение целого ряда профилактических и лечебных мероприятий в восстановлении и сохранении репродуктивной функции у женщин и мужчин, а разработка новых вспомогательных репродуктивных технологий будет осуществляться как на базе фундаментальных исследований в области репродукции, так и на основе развития медицинской техники [14, с.602].

ЛИТЕРАТУРА

1. Бахтияров К.Р., Райкова А. А., Юдина А. И. Реконструктивные операции на маточных трубах при лечении трубного бесплодия: возможности восстановления репродуктивного здоровья женщин // *Здоровье и образование в 21 веке*. — 2018. — Т. 20. — № 3. — С. 26–31.
2. Джемлиханова Л.Х., Ниаури Д. А., Абдулкадырова З. К. Миома матки и эффективность программ вспомогательных репродуктивных технологий // *Журнал акушерства и женских болезней*. — 2016. — Т. LXV. — № 6. — С. 79–87.
3. Зайнетдинова Л. Ф. Восстановление репродуктивной функции у женщин с трубно-перитонеальным бесплодием, ассоциированным с актуальными генитальными инфекциями // *Человек. Спорт. Медицина*. — 2010. — № 6 (182). — С. 33–36.
4. Калинина Н.С., Петров Ю. А. Использование вспомогательных репродуктивных технологий и малоинвазивной хирургии при лечении бесплодия воспалительного генеза // *Главный Врач*. — 2019. — № 5(69). — С. 46–49.
5. Коган Е.А., Акопова Е. О., Унанян А. Л. Бесплодие при эндометриозе: краткий очерк современных представлений // *Древо жизни*. — 2017. — № 1(27). — С. 251–259.
6. Лазарев П.Э., Репина С. В., Пюрвеев С. С. Гистологическая характеристика эндометриоза и его влияние на репродуктивную функцию // материалы всероссийского научного форума студентов с международным участием «Студенческая наука — 2019». — 2019. — Т. 2. — С. 367–368.
7. Медведева И.Н., Хурасева А. Б., Святченко К. С., Бирюкова Т. А. Роль лапароскопических методов в восстановлении репродуктивного здоровья женщин с синдромом поликистозных яичников // *Акушерство, гинекология и репродукция*. — 2017. — № 11 (4). — С. 30–34. DOI: 10.17749/2313-7347.2017.11.4.030-034.
8. Оразов М.Р., Радзинский В. Е., Хамошина М. Б. Пролактин в патогенезе и терапии бесплодия, ассоциированного с эндометриозом // *Трудный пациент*. — 2019. — Т. 17. — № 8–9.
9. Петров Ю. А. Аспекты микробиологической и иммунной диагностики хронического эндометрита // *Современные проблемы науки и образования*. — 2016. — № 4. — С. 9.
10. Петров Ю. А. Микробиологические детерминанты хронического эндометрита // *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки*. — 2011. — № 6 (166). — С. 110–113.
11. Петров Ю. А. Роль микробного фактора в генезе хронического эндометрита // *Кубанский научный медицинский вестник*. — 2016. — № 3 (158). — С. 113–118.
12. Радецкая Л.Е., Дейкало Н. С. Эндометриоз: современные принципы диагностики и лечения (обзор литературы). Часть 2. Хирургия // *Вестник ВГМУ*. — 2020. — Т. 19. — № 1. — С. 7–12.
13. Унанян А.Л., Снарская Е. С., Ломоносов К. М. Роль инфекций, передаваемых половым путем, в развитии женского бесплодия: стратегии терапии и профилактики // *Российский журнал кожных и венерических болезней*. — 2014. — № 5. — С. 59–62.
14. Устинов Д. В. Современные методы вспомогательной репродукции в лечении женского и мужского бесплодия // *Мир науки, культуры, образования*. — 2014. — № 6(49). — С. 600–603.

15. Шаповалова А. И. Лейомиома матки и репродукция // Журнал акушерства и женских болезней. — 2019. — Т. 68. — № 1. — С. 93–101. <https://doi.org/10.17816/JOWD68193-101>
16. Эндометриоз: диагностика, лечение и реабилитация. Федеральные клинические рекомендации по ведению больных / Рос. о-во акушеров-гинекологов ФГБУ [и др.]. — Москва, 2013. — 65с.
17. Яковлева Н. В. Значение эндоскопических технологий в диагностике и выборе метода лечения пациенток с трубно-перитонеальным бесплодием // Мать и дитя в Кузбассе. — 2013. — № 2 (53). — С. 31–37.
18. Яковлева Н. В. Хирургическое лечение трубного бесплодия: проблемы и решения // Вестник новых медицинских технологий. — 2014. — Т. 21. — № 1. — С. 121–127.
19. Excision surgery versus ablative surgery for ovarian endometriomata / R. J. Hart [et al.] // Cochrane Database Syst. Rev. — 2008 Apr. — N2. — CD004992.
20. Johnson, N. Consensus on current management of endometriosis / N. Johnso, L. Hummelshoj // Hum. Reprod. — 2013 Jul. — Vol. 28, N6. — P. 1552–1568. 2.
21. Tanaka Y. Role of tubal surgery in the era of assisted reproductive technology: a committee opinion // Fertility and Sterility. — 2015. — Vol. 103. — Issue 6. — P. 37–43.
22. Tanbo T., Fedorcsak P. Endometriosis-associated infertility: aspects of pathophysiological mechanisms and treatment options. Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica. 2017; 96 (6): 659–667. doi:10.1111/aogs.13082

© Шустова Олеся Вячеславна (olesya.olo@icloud.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Первый МГМУ им. И. М. Сеченова

РИСКИ И ОСЛОЖНЕНИЯ ЭКО, СПОСОБЫ ИХ ПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ

Шустова Олеся Вячеславна

Д.м.н., Первый Московский государственный
медицинский университет имени И. М. Сеченова
olesya.olo@icloud.com

RISKS AND COMPLICATIONS OF IVF, METHODS FOR THEIR PREVENTION AND TREATMENT

O. Shustova

Summary. The article describes the procedure of in vitro fertilization (IVF), and also analyzes the main risks and complications associated with this procedure. It has been shown that the use of IVF is a significant risk factor for the formation of hypercoagulation, placenta previa, placental ingrowth, premature detachment of a normally located placenta, gestational hypertension and preeclampsia, cholestasis, premature birth, low birth weight, neonatal asphyxia and mortality. The use of IVF is associated with a high frequency of operative delivery, bleeding in the antenatal period and in the third stage of labor, with an increased risk of hysterectomy, pulmonary embolism. Pregnant women after IVF are a high-risk group for early termination of pregnancy.

Improving IVF methods over the past 15–20 years has led to an increase in the frequency of implantation of human embryos, which has led to an increase in the number of multiple pregnancies. Multiple pregnancy is a proven risk factor for the complicated course of pregnancy and childbirth and significantly increases the risk of maternal and perinatal complications. In this regard, the transfer of one embryo has become a priority for treatment with IVF methods.

Unsuccessful IVF attempts are also a risk. The success of IVF programs in women under the age of 35 is much higher than in the late reproductive age. But at present, the protocols of stimulation of superovulation are actively being improved, taking into account the individual (including age) characteristics of patients.

The basic principles of examination, correction and observation of pregnant women are described in the WHO recommendations.

Keywords: infertility, assisted reproductive technologies, in vitro fertilization, IVF, ICSI, IUI, effectiveness, complications, risks, prevention, elimination, pregnancy management.

Аннотация. В статье рассмотрена процедура экстракорпорального оплодотворения (ЭКО), а также проанализированы основные риски и осложнения, связанные с данной процедурой.

Показано, что использование ЭКО является значимым фактором риска формирования гиперкоагуляции, предлежания плаценты, вставания плаценты, преждевременной отслойки нормально расположенной плаценты, гестационной гипертензии и преэклампсии, холестаза, преждевременных родов, маловесного к сроку гестации плода, неонатальной асфиксии и смертности. Применение ЭКО сопряжено с высокой частотой оперативного родоразрешения, кровотечений в антенатальный период и в третьем периоде родов, с повышенным риском гистерэктомии, тромбоза легочной артерии. Беременные после ЭКО относятся к группе высокого риска по прерыванию беременности в ранние сроки.

Совершенствование методов ЭКО за последние 15–20 лет привело к повышению частоты имплантации эмбрионов человека, что повлекло за собой рост числа многоплодных беременностей. Многоплодная беременность является доказанным фактором риска осложненного течения беременности и родов и значительно повышает риск возникновения материнских и перинатальных осложнений. В связи с этим перенос одного эмбриона стал приоритетной задачей лечения методами ЭКО.

К рискам относят также безуспешные попытки ЭКО. Успешность программ ЭКО у женщин в возрасте до 35 лет гораздо выше, чем в позднем репродуктивном возрасте. Но в настоящее время активно совершенствуются протоколы стимуляции суперовуляции с учетом индивидуальных (в том числе и возрастных) особенностей пациенток.

Основные принципы обследования, коррекции и наблюдения беременных изложены в рекомендациях ВОЗ.

Ключевые слова: бесплодие, вспомогательные репродуктивные технологии, экстракорпоральное оплодотворение, ЭКО, ИКСИ, ВМИ, эффективность, осложнения, риски, профилактика, устранение, ведение беременности.

В мире, и в Российской Федерации, в частности, проблема бесплодия имеет огромную личностную и социальную значимость. Так, стремительно-го роста бесплодия в нашей стране не отмечается, тем не менее, бесплодие выступает в качестве важной проблемы и личностной трагедии для каждой супружеской пары с данной патологией.

При исследовании причин развития бесплодия, было установлено, что в настоящее время причиной бесплодия все чаще является тот факт, что супружеские пары откладывают рождение детей на более поздний период, а на первый план выходит получение образования, карьерный рост, достижение определенных показателей благосостояния. Соответствен-

но, рождение детей откладывается на окончание репродуктивного периода, что и влечет за собой ряд проблем. В иных случаях, когда бесплодие не связано с возрастом, причиной его развития являются инфекционные патологии, различные заболевания репродуктивной системы мужчины или женщины, наличие аборт, выкидышей, химической контрацепции в анамнезе, неправильный образ жизни, повышенная утомляемость, что влечет за собой нарушение процесса овуляции у женщин, сперматогенеза у мужчин. Стоит отметить, что причиной развития бесплодия может стать как мужской. Так и женский фактор. При этом частота их встречаемости примерно одинакова [4, с.105].

В последнее время обращает на себя внимание тенденция к омоложению бесплодия: резко возросло число молодых пациентов, страдающих бесплодием. Во многом это связано с образом жизни подрастающего поколения: стрессы, вредные привычки, урбанизация, неправильное питание, гиподинамия. Поэтому актуальным является совершенствование имеющихся и поиск новых методов лечения бесплодия [4, с.107].

В последние годы, среди всех методов лечения бесплодия ведущая роль отводится вспомогательным репродуктивным технологиям, в частности, процедуре экстракорпорального оплодотворения (ЭКО). Стоит отметить, что ЭКО проводится двумя основными методами. Классическое ЭКО — это способ, при котором смешивают выделенные яйцеклетки с суспензией сперматозоидов [3; с. 23–25]. Второй способ — ИКСИ, или ICSI, *Intra Cellular Sperm Injection* — способ оплодотворения, при котором производится инъекция единичного сперматозоида в цитоплазму яйцеклетки. Широкое применение находят различные методы очистки сперматозоидов, например, применяется очистка сперматозоидов путем центрифугирования, что позволяет выделить наиболее активные сперматозоиды, отделить их от плазмы и слизи. Кроме того, специальная очистка оказывает активирующий эффект на сперматозоиды и при легких факторах мужского бесплодия может также решить проблему [4, с. 108–109].

На пятый день оплодотворенная яйцеклетка переносится в полость матки. Предварительно проводится генетическая диагностика. Это обусловлено тем, что перенесенные ранее эмбрионы погибают. Генетическую экспертизу проводят в связи с тем, что примерно 10–15% беременностей, полученных в результате ЭКО, прерываются в связи с тем, что развитие эмбриона замирает, либо происходит выкидыш. В большинстве случаев, это обусловлено генетическими аномалиями. Однако их можно предотвратить, если своевременно провести генетическую экспертизу [4, с.111].

Одним из наиболее простых методов вспомогательных репродуктивных технологий, является метод ВМИ — внутриматочной инсеминации, при котором не требуется извлечения яйцеклетки из организма будущей матери. Выделяют отдельно мужской и женский фактор бесплодия. От того, какой тип бесплодия выявлен у пары, зависит метод дальнейшего лечения [6, с. 600–603].

Несмотря на огромные возможности ЭКО, существуют все же определенные риски и проблемы. Например, многие пары проходят многократные попытки ЭКО, однако имплантации эмбриона при этом не наступает. Причин неудачных попыток ЭКО может быть много. Чаще всего основными причинами выступает тромбофилия, нарушения в системе гемостаза, аутоиммунные процессы. Эти же причины зачастую являются и факторами развития бесплодия [2, с.259]. Процедура ЭКО может быть неудачной в том случае, если у женщины отмечается повышенная склонность к тромбообразованию, нарушения свертываемости крови. Также причиной неудач ЭКО может стать наличие аутоантител. В частности, основная роль в патогенезе отводится антифосфолипидным аутоантителам.

Проблема возникновения осложнений беременности после использования вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ), в том числе, ЭКО остается нерешенной до настоящего времени. Определенный интерес с данной точки зрения представляют результаты исследования, проведенного сотрудниками Саратовского государственного медицинского университета [7]. Они приводят данные многоцентровых рандомизированных исследований, выполненных в 2014–2018 гг. и посвященных особенностям ведения беременности, наступившей при использовании вспомогательных репродуктивных технологий (экстракорпорального оплодотворения, интрацитоплазматической инъекции сперматозоида), и протоколов ведения беременности (США, Канада, Австралия), наступившей при использовании этих технологий [7].

Использование ЭКО является значимым фактором риска формирования гиперкоагуляции [14], предлежания плаценты [8; 17; 18], вставания плаценты [8; 18], преждевременной отслойки нормально расположенной плаценты [18], гестационной гипертензии и преэклампсии [8; 17], холестаза [11], преждевременных родов [11; 17], маловесного к сроку гестации плода [8; 17], неонатальной асфиксии [11], высокой перинатальной смертности [12; 15], врожденных пороков развития плода [19], многоплодия [19].

Применение ЭКО сопряжено с высокой частотой оперативного родоразрешения [19], кровотечений в антенатальный период [8; 18] и в третьем периоде родов [9],

с повышенным риском гистерэктомии [10], тромбозом легочной артерии [16]. Наблюдение за беременностью после ЭКО в связи с высоким риском возникновения вышеуказанной патологии должно осуществляться по следующим направлениям: профилактика преждевременных родов, плацентарных нарушений, гипоксии и асфиксии плода, преэклампсии, своевременная диагностика маловесного плода и возможных пороков его развития, своевременное бережное родоразрешение. Но первый и самый важный принцип наблюдения и родоразрешения — это соблюдение физиологических норм течения беременности и родов [19]. Основные принципы обследования, коррекции и наблюдения беременных изложены в рекомендациях ВОЗ [19; 20] и подтверждены более поздними исследованиями.

Авторами О. В. Яковлевой, Т. Н. Глухой, И. Е. Рогожиной [7] обоснована целесообразность тщательного мониторинга на протяжении беременности после ВРТ, дано патогенетическое обоснование принципов ведения беременности. Подчеркнута важность адекватной прибавки массы тела беременной при многоплодии; с целью своевременной диагностики риска преждевременных родов рекомендована ультразвуковая трансвагинальная цервикометрия в 18–24 неделях беременности, хирургическая коррекция истмико-цервикальной недостаточности до 24 недель гестации или введение акушерского пессария. Показано проведение гормональной поддержки препаратами прогестерона, обоснована целесообразность назначения беременным после ВРТ, имеющим риск преэклампсии, низкодозированных препаратов аспирина в сроки 12–16 недель. Представлены данные относительно срока и принципов родоразрешения беременных после использования ВРТ [7, с. 140–141].

Беременные после ЭКО относятся к группе высокого риска по прерыванию беременности в ранние сроки. С целью снижения частоты самопроизвольных аборт в первом триместре Российская ассоциация репродукции человека рекомендует продолжать терапию эстрогенами в течение первого триместра беременности при функциональной недостаточности желтого тела или гипоплазии эндометрия. При подтверждении беременности биохимическими показателями, а затем по данным УЗИ терапию эстрогенами продолжают с постепенным снижением дозы и отменяют к 12 неделе. Гормональная терапия препаратами прогестерона обычно продолжается до 12–16 недель беременности. С целью своевременной диагностики риска преждевременных родов рекомендуется ультразвуковая трансвагинальная цервикометрия в 18–24 недели беременности [7, с. 141].

У пациенток после ЭКО резко возрастает риск развития преэклампсии. Сама беременность после ЭКО

не отнесена отдельно в группу высокого риска по развитию преэклампсии, а имеющиеся данные о более высокой частоте патологии у этого контингента беременных обусловлены возрастом женщин, их экстрагенитальными заболеваниями. Систематическим анализом отмечено, что при преэклампсии имеется значительный дефицит витамина Д, однако его назначение с целью профилактики не привело к снижению частоты этой патологии. Для скрининга на преэклампсию предложено измерять артериальное давление. В то же время наличие протеинурии не может быть использовано как скрининг на преэклампсию, поскольку протеинурия сама по себе не может быть предиктором результатов исхода преэклампсии. Измерение протеинурии используется только для определения степени тяжести преэклампсии. В 2017 году предложен новый, более чувствительный скрининг на риск преэклампсии [O'Gorman N.,] с использованием алгоритма на основе учета сочетания материнских факторов риска, артериального давления, пульсационного индекса маточной артерии в 11–13 недель и содержания фактора роста плаценты в сыворотке крови. он обнаружил 100% чувствительность (95% ДИ, 80–100%) в сроке до 32 недель беременности [13].

Необходимо отметить, что успешность программ ЭКО у женщин в возрасте до 35 лет гораздо выше, чем в позднем репродуктивном возрасте. Но в настоящее время активно совершенствуются протоколы стимуляции суперовуляции с учетом индивидуальных (в том числе и возрастных) особенностей пациенток. Одной из причин обращаемости пациенток позднего репродуктивного возраста по поводу бесплодия, является повторный брак — 42%. 40% женщин обращаются по поводу лечения бесплодия в раннем репродуктивном возрасте, однако длительное неэффективное лечение в течение 10 лет и более со сменой ряда лечебных учреждений приводит к тому, что за специализированной помощью эти пациентки обращаются уже в позднем репродуктивном возрасте; отсроченное деторождение по желанию женщины составляет лишь 13%, гибель единственного ребенка является мотивацией для 5% женщин [1, с. 28–36].

Репродуктологов это волнует в связи с увеличивающимся потоком обращений в клиники ЭКО пациенток старшей возрастной группы, у которых реализация репродуктивной функции даже с помощью ЭКО является проблемой.

Совершенствование методов ЭКО за последние 15–20 лет привело к повышению частоты имплантации эмбрионов человека, что повлекло за собой рост числа многоплодных беременностей. Многоплодная беременность является доказанным фактором риска ослож-

ненного течения беременности и родов и значительно повышает риск возникновения материнских и перинатальных осложнений. В связи с этим перенос одного эмбриона стал приоритетной задачей лечения методами ЭКО. Для максимального повышения вероятности наступления беременности в программах ЭКО первостепенное значение имеет возможность выбора эмбриона с наивысшим потенциалом развития. Это позволит сократить время до достижения беременности и облегчит ранжирование оставшихся эмбрионов для криоконсервации, что в последующем будет способствовать переносу потенциально качественного эмбриона в первую очередь [5, с. 47].

Таким образом, основные осложнения связаны с особенностями течения беременности после ЭКО. Ведение беременной после ЭКО заключается прежде всего в тщательном динамическом наблюдении, целевом УЗИ. Следует добиваться адекватной прибавки

веса женщиной в каждом триместре беременности, мотивировать выполнение умеренной аэробной нагрузки. С целью своевременной диагностики преждевременного прерывания беременности во втором триместре беременности следует проводить динамическую цервикометрию. Поддержка гестагенами при отсутствии формирования короткой шейки матки у беременных после ВРТ ограничивается 16 неделями беременности. Назначение дезагрегантов ограничено только группой высокого риска развития преэклампсии, широкое применение этих препаратов не оправдано. ВРТ, возраст женщины более 30 лет, длительность бесплодия не являются самостоятельными показаниями к оперативному родоразрешению. При выборе способа родоразрешения следует опираться прежде всего на оценку состояния здоровья беременной и плода. При родоразрешении через естественные родовые пути необходимо стремиться к максимально щадящим родам [7, с. 143].

ЛИТЕРАТУРА

1. Гамидов С.И., Овчинников Р.И., Попова А. Ю. Роль мужского фактора бесплодия в программе вспомогательных репродуктивных технологий (обзор литературы) // Андрология и генитальная хирургия. — 2017. — Т. 18. — № 18. — С. 28–36.
2. Коган Е.А., Аكوпова Е. О., Унанян А. Л. Бесплодие при эндометриозе: краткий очерк современных представлений // Древо жизни. — 2017. — № 1(27). — С. 251–259.
3. Неверова Е.Н., Николаева Е. В. Экстракорпоральное оплодотворение — эффективный метод лечения бесплодия // Оренбургский медицинский вестник. — 2014. — Т. 3. — № 1(9). — С. 23–25.
4. Никифоров Д.В., Рябчикова Е. И., Овсянникова Т. В., Попова Ж. Ю. ЭКО: длинная история короткой встречи // Наука из первых рук. — № 2. — 2015. — С. 105–111.
5. Сараева Н.В., Спиридонова Н. В., Тугушев М. Т., Шурыгина О. В., Сеницына А. И., Корчагин А. О. Оптимизация переноса одного эмбриона у пациенток с хорошим овариальным резервом // Вестник РГМУ. — 2020. -№ 2. — С. 46–52.
6. Устинов Д. В. Современные методы вспомогательной репродукции в лечении женского и мужского бесплодия // Мир науки, культуры, образования. — 2014. — № 6(49). — С. 600–603.
7. Яковлева О.В., Глухова Т. Н., Рогожина И. Е. Основные принципы ведения беременности после вспомогательных репродуктивных технологий // Медицинский Вестник Северного Кавказа. — 2020. — № 15(1). — С. 140–145.
8. American College of Obstetricians and Gynecologists. Perinatal risks associated with assisted reproductive technology. Committee Opinion No. 671. *Obstet. Gynecol.* 2016; 128: 61–68.
9. Aziz M. M., Guirguis G., Maratto S., Benito C., Forman E. J. Is there an association between assisted reproductive technologies and time and complications of the third stage of labor? *Arch. Gynecol. Obstet.* 2016;293(6):1193–1196.
10. Cromi A., Candeloro I., Marconi N., Casarin J., Serati M. [et al.]. Risk of peripartum hysterectomy in births after assisted reproductive technology. *Fertil. Steril.* 2016;106(3):623628.
11. Feng C., Li W. J., He R. H., Sun X. W., Wang G., Wang L. Q. Impacts of different methods of conception on the perinatal outcome of intrahepatic cholestasis of pregnancy in twin pregnancies. *Sci. Rep.* 2018;8(1):3985. doi.org/10.1038/s41598-018-22387-6
12. Henningsen A. A., Wennerholm U. B., Gissler M., Romundstad L. B., Nygren K. G. [et al.]. Risk of stillbirth and infant deaths after assisted reproductive technology: a nordic study from the CoNARTaS group. *Hum. Reprod.* 2014;29(5):1090–1096. doi.org/10.1093/humrep/deu031
13. O’Gorman N., Wright D., Poon L. C., Rolnik D. L., Syngelaki A. [et al.]. Accuracy of competing-risks model in screening for pre-eclampsia by maternal factors and biomarkers at 11–13 weeks’ gestation. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2017;49(6):751–755. doi.org/10.1002/uog.17399
14. Orbach-Zinger S., Eidelman L. A., Lutsker A., Oron G., Fisch B., Ben-Haroush A. The effect of in vitro fertilization on coagulation parameters as measured by thromboelastogram. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2016; 201:118–120. doi.org/10.1016/j.ejogrb.2016.04.010
15. Sabban H., Zakhari A., Patenaude V., Tulandi T., Abenhaim H. A. Arch Gynecol Obstetrical and perinatal morbidity and mortality among in-vitro fertilization pregnancies: a population-based study. *Obstet.* 2017;296(1):107–113. doi.org/10.1007/s00404-017-4379-8
16. Sennstrom M., Rova K., Hellgren M., Hjertberg R., Nord E. [et al.]. Thromboembolism and in vitro fertilization — a systematic review. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 2017;96(9):1045–1052. doi.org/10.1111/aogs.13147

17. Society of Obstetricians and Gynaecologists of Canada, Okun N., Sierra S. Pregnancy outcomes after assisted human reproduction. J. Obstet. Gynaecol. Can. 2014;36(1):64–83.
18. Vermey B.G., Buchanan A., Chambers G. M., Kolibiana- kis E.M., Bosdou J. [et al.]. Are singleton pregnancies after assisted reproduction technology (ART) associated with a higher risk of placental anomalies compared with non-ART singleton pregnancies? A systematic review and metaanalysis. BJOG. 2018; 126: 209–218. doi.org/10.1111/1471–0528.15227
19. World Health Organization. Use of multiple micronutrient powders for point-of-use fortification of foods consumed by pregnant women. 2016. Available at: http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/guidelines/mmpowders_pregnant_women/en/
20. World Health Organization. WHO recommendations on antenatal care for a positive pregnancy experience. 2016. Available at: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/250796/1/9789241549912-eng.pdf?ua=1>.

© Шустова Олеся Вячеславна (olesya.olo@icloud.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Первый МГМУ им. И.М. Сеченова

НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

Aili Yiminniyazi — Phd student, St. Petersburg State Pediatric Medical University
ailiphd@mail.ru

Akhmedov T. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, FSBEI HE «PSPbGMU them. I.P. Pavlov», Ministry of Health of Russia; SPb GBUZ «City multidisciplinary hospital No. 2»

Barsukova M. — FSBEI HE "Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev "
gribovaa@rambler.ru

Beretskiy I. — Moscow Aviation Institute (National Research University)
ISberetskij@mai.ru

Berezina S. — Ph.D.(Chemistry), assoc. professor of Chemistry

Bondarenko S. — FSBEI of HE "Bryansk State Engineering and Technology University"
Bondrenkoseregabondarenko576@gmail.com

Borisov U. — Ph. D. Tech., assoc. professor of the technical department, Bauman Moscow State Technical University

Borisov V. — D.m.n., Professor, Privolzhskiy Research Medical University, N. Novgorod
viborissov@mail.ru

Brigadnov I. — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Saint-Petersburg Mining University
brigadnov@mail.ru

Budko M. — Cand. tech., associate Professor, University of telecommunications, mechanics and optics, Saint Petersburg

Burtseva M. — Chita state medical Academy
burtseva94@mail.ru

Chernova T. — Doctor of technical Sciences, Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University)
Chernovata@mai.ru

Davydova Yu. — Graduate student, Institute of Biochemistry and Genetics, Ufa Science Centre of RAS (Ufa)
julia.dmitrieva@list.ru

Derbentseva T. — Candidate of Medical Sciences, assistant, Volgograd State Medical University (Volgograd)
TVDerbentseva@volgmed.ru

Dobritsa T. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, FSBEI HE «PSPbGMU them. I.P. Pavlov», Ministry of Health of Russia; SPb GBUZ «City multidisciplinary hospital No. 2»

Dreval O. — Doctor of medical science, Professor, Russian medical academy of continuing education professional education

Drilenko M. — Graduate student, Kuban State Technological University
max@russia.ms

Dyomko A. — Ph.D. in Tech. Sc., Associate Professor, Surgut State University
dai321@mail.ru

Dzhibilov A. — Doctor neurologist, psychiatrist-narcologist, GBUZ "MMB", Nartkala; Postgraduate student of KBSU Nalchik
aslan.dzhibilov@mail.ru

Efremova G. — Candidate of Science agricultural Science, Associate Professor, D.K. Belyaev Ivanovo State Agricultural Academy
efremova37@bk.ru

Egorova E. — Candidate of physical and mathematical Sciences, Associate Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University)
egorovaek@mati.ru

Fadeeva T. — Obstetrician-gynecologist, Kaluga
fdv_tana@mail.ru

Galikeeva G. — Candidate of Sciences in Biology, docent, Bashkirian State Pedagogical University named after M. Akmulla (Ufa)
galikeevagf@yandex.ru

Glazunova I. — FSBEI HE "Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev "
ivglazunova@mail.ru

Goltsman E. — Doctor, SPb GBUZ «City multidisciplinary hospital No. 2»

Goncharenko E. — Ph.D.(Chemistry), assoc. professor of Chemistry
eeg84@mail.ru

Gorlushkina N. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, ITMO University
nagor.spb@mail.ru

Gumerova O. — Candidate of Sciences in Biology, docent, Bashkirian State Pedagogical University named after M. Akmulla (Ufa)
gumerova_80@mail.ru

Hakobyan K. — PhD student, St. Petersburg Institute of Expert Improvement of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation; medical and social examination physician, psychiatrist of the FKU "The Main Bureau of Medical and Social Examination on the Altai Region" of the Russian Ministry of Labor
mse22sostav5@mail.ru

Hanina Yu. — Chita state medical Academy

Irbitskiy I. — Moscow Aviation Institute (National Research University)
ILSirbitskij@mail.ru

Karsanov A. — Candidate of Medical Sciences, docent, North Ossetian State Medical Academy (Vladikavkaz)
karsan@inbox.ru

Kazakov O. — Ph.D., FSBEI HE «Bryansk State Engineering and Technology University»
kod8383@mail.ru

Khamgokova I. — Doctor neurologist, City polyclinic number 1, Nalchik
Prepodavatel00@mail.ru

Khasieva A. — Surgeon, Clinical Emergency Hospital (Vladikavkaz)
a.khasiyeva@list.ru

Konishkina T. — K.m.n., Associate Professor, Privolzhskiy Research Medical University, N. Novgorod
ssmetana@mail.ru

Konovalova O. — Chita state medical Academy

Korol T. — FSBEI HE "Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev"
tskorol@gmail.com

Ksenofontov B. — Dr. Sc. Tech., professor of Industrial Ecology chair

Kudaev D. — Assistant, FSBEI of HE "Dagestan State Medical University »Ministry of Health of the Russian Federation
dzhamal7676@mail.ru

Kuznetsov A. — PhD, associate Professor, Russian medical academy of continuing education professional education

Ladygin P. — Senior Lecturer, Altai State University, Barnaul
pavel-ladygin@yandex.ru

Lagutina N. — FSBEI HE "Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev"
Oie@rgau-msha.ru

Lebedev A. — Senior Lecturer, Ural Federal University
aslebedev@urfu.ru

Litvintsev S. — M.D., Professor, St. Petersburg Institute of Medical Improvement of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation

Lovpache Z. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State University them. H.M. Berbekova
tanka70@yandex.ru

Luzina E. — FSBEI HE «National Research Mordovia State University named after N.P. Ogareva», Saransk
Zhenyaluz@gmail.com

Malko A. — Postgraduate student, University of telecommunications, mechanics and optics, Saint Petersburg

Mansurov A. — Assistant Professor, Altai State University, Barnaul
mansurov.alex@gmail.com

Maskin S. — Doctor of Medical Sciences, professor, Volgograd State Medical University (Volgograd)
maskins@bk.ru

Melnichenko O. — K.m.n., Associate Professor, Privolzhskiy Research Medical University, N. Novgorod
olmel@hotmail.com

Mokryakov A. — Candidate of physical and mathematical Sciences, Associate Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University); Associate Professor, Russian State University named after A.N. Kosygin
MokryakovAIVik@gmail.com

Moskaeva E. — Assistant, Department of Pharmacology, FSBEI HE «National Research Mordovia State University named after N.P. Ogareva», Saransk
alena-290187@yandex.ru

Mukhina O. — Assistant, Russian medical academy of continuing education professional education
personal1@mail.ru

Nasyrov N. — Graduate student, engineer, ITMO University
pasedel@mail.ru

Osinkina T. — Candidate of biology sciences, senior lecturer, FGBOU "Orenburg state medical university" Ministry of Health of the Russian Federation»
osinkina12@mail.ru

Papushina N. — Privolzhskiy Research Medical University, N. Novgorod
Natalya.p94@icloud.com

Plekhanov A. — Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian State University named after A.N. Kosygin

Plekhanova S. — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Russian State University named after A.N. Kosygin

Polenok M. — FSBEI of HE "Bryansk State Engineering and Technology University"
polenok.maksim.2001@mail.ru

Potemkin V. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, FSBEI HE «PSPbGMU them. I.P. Pavlov», Ministry of Health of Russia; SPb GBUZ «City multidisciplinary hospital No. 2»

Pyatunin K. — Privolzhskiy Research Medical University, N. Novgorod
pyatunin.kirill15@gmail.com

Romish S. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, GAU DPO "Institute for Advanced Training of Doctors" Ministry of Health of the Chuvash Republic
rom-sobir@yandex.ru

Rosenfeld I. — Candidate of medical sciences, surgeon of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tver State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation
iiggo@mail.ru

Rostov N. — Candidate of technical sciences, associate professor, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University
rostovnv@mail.ru

Rozhkova N. — Adjunct, Academy of The state fire service of the EMERCOM of Russia
nvr9@mail.ru

Ruina O. — K.m.n., Associate Professor, Privolzhskiy Research Medical University, N. Novgorod
olga-ru1@inbox.ru

Rukavishnikova S. — Doctor of Biological Sciences, Professor, FSBEI HE «PSPbGMU them. I.P. Pavlov», Ministry of Health of Russia; SPb GBUZ «City multidisciplinary hospital No. 2»

Rukhliada N. — Doctor of Medical Sciences, Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University
nickolasr@mail.ru

Ruziguli A. — Phd student, St. Petersburg State Pediatric Medical University
2568141218@mail.ru

Saginbaev U. — Ordinator, FSBEI HE «PSPbGMU them. I.P. Pavlov» of the Ministry of Health of Russia
starosta-mpf@mail.ru

Semenov O. — Ph.D. in Phys.-Math. Sc., Associate Professor, Surgut State University
ous.tutor.phinma@mail.ru

Shilina N. — Saint Petersburg state University
n.v.shilina@gmail.com

Shostak E. — Candidate of Biology sciences, associate professor, FGBOU "Orenburg state medical university" Ministry of Health of the Russian Federation"

Shustova O. — Doctor of Medical Sciences, First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenova
olesya.olo@icloud.com

Simankov V. — Doctor of Technical Sciences, Professor, Kuban State Technological University

Solovykh G. — Doctor of Biological Science, FGBOU "Orenburg state medical university" Ministry of Health of the Russian Federation»
k_biology@orgma.ru

Starodubova D. — Independent researcher, Saint Petersburg

Starodubov R. — St. Petersburg state University of telecommunications named after Prof. Bonch-Bruevich, Saint Petersburg
starodubova.95@mail.ru

Suzdalsky D. — Russian University of Economics named after G. V. Plekhanov
t7699690@gmail.com

Tartynskikh P. — Engineer, ITMO University
tartynskikh.ps@yandex.ru

Teuvov A. — Kabardino-Balkarian State University them. H.M. Berbekova
teuw@mail.ru

Tlapshokova L. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Physician neurologist, GBUZ "Republican Clinical Hospital", Nalchik
Prepodavatel00@mail.ru

Valitova Yu. — Ph.D., Associate Professor, ITMO University
julijawal@gmail.com

Vasiliev A. — Independent researcher
astrgan@gmail.com

Vinogradova N. — Applicant, Senior Lecturer, NRU MGSU
Lisa-xumuk@yandex.ru

Yan Zhengjie — Postgraduate, Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University
yanzhengjie1019@gmail.com

Yashnov A. — Chita state medical Academy

Yurkova O. — Ph.D., FSBEI HE «Bryansk State Engineering and Technology University»
yurkova_olga@mail.ru

Yurov N. — FGOAU VO «Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev»
no.yurov@gmail.com

Zemskova S. — K.m.n., Associate Professor, FSBEI HE «National Research Mordovia State University named after N.P. Ogareva», Saransk
sezemskova@mail.ru

Zhdanov I. — Postgraduate, Saint-Petersburg Mining University
zhdanov.ia.spbu@gmail.ru

Zotova E. — Candidate of Science agricultural Science, Associate Professor, D.K. Belyaev Ivanovo State Agricultural Academy

Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакционная коллегия оста вляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением “.doc”, или “.rtf”, шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускаются.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Литература составляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0-11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные - 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф-редактору научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» (e-mail: redaktor@nauteh.ru).

