

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№11-2 2022 (НОЯБРЬ)

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>

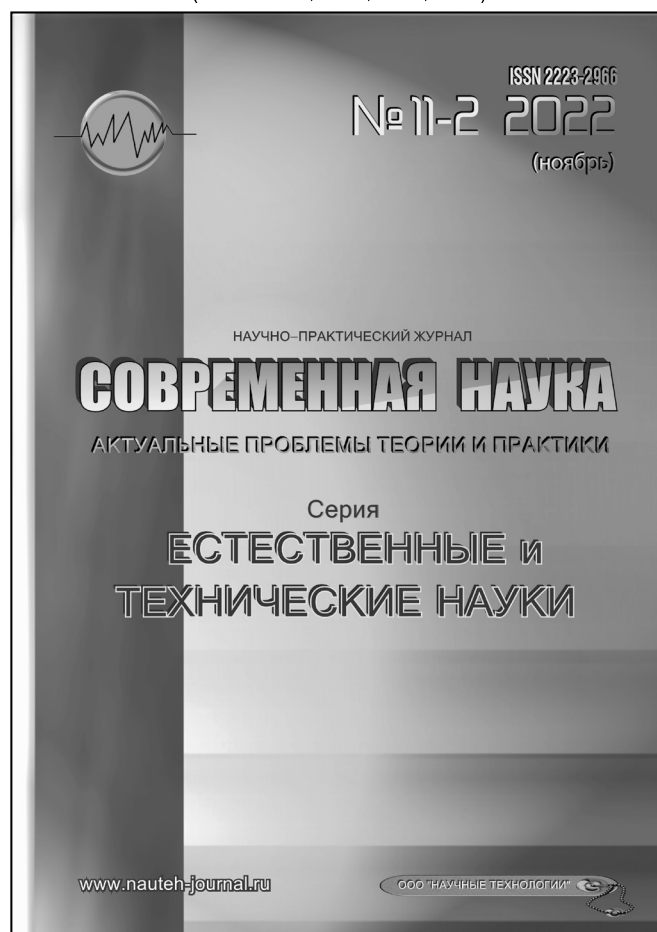
Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия.

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(BAK – 1.2.2, 1.5.x, 2.3.x, 3.1.x)



В НОМЕРЕ:

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

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

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

Журнал отпечатан в типографии
ООО «КОПИ-ПРИНТ» тел./факс: (495) 973-8296
Подписано в печать 28.11.2022 г. Формат 84x108 1/16
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.

ISSN 2223-2966



Редакционный совет

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Общая биология

Бабаева И.Х., Алиева Л.А., Исаева В.К., Мамедова А.Э. — Влияние источников питания и температуры на рост хищных грибов рода *Arthrobotrys*, выделенных из почв Азербайджана
Babayeva I., Alieva L., Isayeva V., Mammedova A. — Influence of nutrition sources and temperature on the growth of predatory fungi of the genus *Arthrobotrys* isolated from soils of Azerbaijan7

Важов С.В., Важов В.М., Черемисин А.А., Гребенников О.Р., Штехман А.И., Черданцева Е.В., Тырышкин В.А. — Экологическая тропа как средство восприятия природы и воспитания экологической культуры
Vazhov S., Vazhov V., Cheremisin A., Grebennikov O., Shtekhman A., Cherdantseva E., Tyryshkin V. — Ecological trail as a means perceptions of nature and education of ecological culture12

Джафаров М.М., Гусейнова С.И., Азадалиева С.Ф. — Особенности создания наночастиц серебра штаммами дрожжевого гриба *Saccharomyces*
Jafarov M., Huseynova S., Azadaliyeva S. — Characteristics of *Saccharomyces* yeast fungus stamms to produce silver nanoparticles18

Кван О.В., Дускаев Г.К., Картекинов К.Ш., Гвоздиков А.М. — Растительные БАВ антимикробного действия: терпеноиды, сульфопроизводные и тиоцианаты
Kvan O., Duskaev G., Kartekenov K., Gvozdikova A. — Plant biologically active substances of antimicrobial action: terpenoids, sulfonates and thiocyanates22

Корниенко В.О., Яицкий А.С. — Экологические последствия шумового загрязнения города Донецка
Kornienko V., Yaitsky A. — Environmental consequences of noise pollution in the city of Donetsk28

Куликова Е.Г., Сашенкова С.А., Корягин Ю.В., Корягина Н.В. — Влияние спектрального состава света на развитие плодовых тел и продуктивность вешенки обыкновенной в лабораторных и производственных условиях
Kulikova Ev., Sashenkova S., Koryagin Yu., Koryagina N. — The effect of the spectral composition of light on development of the fruit bodies and productivity of oyster mushrooms in laboratory and industrial conditions35

Максимова Е.Н., Журавлева М.В. — Эффект действия ионов Fe^{2+} и Fe^{3+} на рост культуры *Chlorella vulgaris* Beijer
Maksimova Ev., Zhuravleva M. — The effect of iron ions Fe^{2+} and Fe^{3+} on the growth of *Chlorella vulgaris* Beijer culture39

Мещурова Т.А. — Влияние загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом на заболеваемость населения Пермского края
Meshchurova T. — The influence of atmospheric air pollution with formaldehyde on the morbidity of the population of the Perm region44

Сухарева Т.А. — Исследование элементного состава почвы и растений в лесных экосистемах лапландского заповедника
Sukhareva T. — Composition of soil and plants in the forest ecosystems of the Lapland nature reserve49

Тренина В.С., Портнягина А.М., Черезова А.К. — Проект развития волонтерского движения на особо охраняемой природной территории
Tronina V., Portnyagina A., Tcherezova A. — Project for development of the volunteer movement in the protected area60

Информатика,
вычислительная техника и управление

- Акбашева Е.А., Акбашева Г.А., Тлупов И.З.** — Методы представления текстовых документов на основе графов в задачах обработки естественного языка
Akbasheva Eu., Akbasheva G., Tlupov I. — Methods for graph-based representation of textual documents in natural language processing tasks67
- Акбашева Е.А., Акбашева Г.А., Тлупов И.З.** — Интеллектуальная система анализа текста на основе NLP
Akbasheva Eu., Akbasheva G., Tlupov I. — NLP-based intelligent text analysis system73
- Васильев А.С., Рыжиков С.С., Агуреев И.А., Загартдинов Б.Н.** — Исследование скрытого канала передачи данных, формируемого магнитным полем центрального процессора
Vasiliev A., Ryzhikov S., Agureev I., Zagartdinov B. — Investigation of the hidden data transmission channel formed by the magnetic field of the central processor80
- Корякин А.В.** — Автоматизация составления календарного плана производства работ в строительстве
Koryakin A. — Automation of drawing up a calendar plan for the production of works in construction88
- Кунцев В.Е., Кожевникова П.В., Дорогобед А.Н.** — Итерационный алгоритм решения модели прогнозирования динамики разработки нефтегазового месторождения по данным эксплуатации скважин
Kuntsev V., Kozhevnikova P., Dorogobed A. — Iterative algorithm for solving the model for forecasting dynamics of oil and gas field development based on well operation data94
- Мандрица И.В., Копытов В.В., Чернышев А.Б., Макаров А.М., Резников Д.К.** — Применение методов обучения сверточной нейронной сети для распознавания эмоций работника в целях поведенческой информационной безопасности
Mandritsa I., Kopytov V., Chernyshev A., Makarov A., Reznikov D. — Application of methods for studying a convolutional neural network for people with limited emotions for the purpose of behavioral information security99
- Масленников В.В.** — Математическая модель интеллектуальной системы прогнозирования инсульта и её реализация на базе гибридного нейросетевого алгоритма рекуррентного типа
Maslennikov V. — Mathematical model of an intelligent stroke prediction system and its implementation based on a hybrid neural network algorithm of recurrent type107
- Парамонов А.А., Кузьмин В.И.** — Анализ динамики макроэкономических показателей России
Paramonov A., Kuzmin V. — Analysis of the dynamics of macroeconomic indicators in Russia123
- Пиманов А.Е.** — Разработка чат-бота для игры в Монополию «В Контакте»
Pimanov A. — Development of a chatbot for the Monopoly game VKontakte129
- Поморцев П.М., Киреев Д.Г., Лесниченко Р.И., Лесниченко М.Р.** — Анализ структурной надежности космических аппаратов с использованием нейронных сетей
Pomortsev P., Kireev D., Lesnichenko R., Lesnichenko M. — Structural reliability analysis of space vehicles using neural networks134
- Родионцев Н.Н.** — Методология онтологического подхода в разрешении вопросов управления информационными взаимодействиями гетерогенных ИКС
Rodiontsev N. — Methodology of the ontological approach in resolving issues of managing information interactions of heterogeneous ICS141
- Смирнов С.Н., Васильев А.С., Рыжиков С.С., Агуреев И.А.** — Подход к оценке неоднородностей в ограждающих конструкциях защищаемого помещения
Smirnov S., Vasiliev A., Ryzhikov S., Agureev I. — Approach to the assessment of heterogeneities in the environmental structures of the protected premises146

- Тищенко Е.Н., Линец Г.И., Копытов В.В., Мочалов В.П., Мандрица И.В., Чернышев А.Б.** — Управление информационной безопасностью фирмы с помощью GPS контроля местоположения и перемещений сотрудников организации
Tishchenko Ev., Linets G., Kopytov V., Mochalov V., Mandritsa I., Chernyshev A. — Management of information security of the company using GPS control of the location and movements of employees of the organization.151
- Толмачев А.С., Куксенюк Д.С.** — Управление роём беспилотных летательных аппаратов в условиях высоких помех
Tolmachev A., Kuksenok D. — Controlling a swarm of unmanned aerial vehicles in high interference conditions.157
- Череватова Т.Ф.** — Автоматизация деятельности дежурного запасного пункта управления МЧС России
Cherevatova T. — Automation of the activity of the standby emergency control point of the ministry of emergency situations of Russia163
- Яцышен В.В., Потапова И.И.** — Математическое моделирование частотной зависимости эллипсометрических параметров световой волны, отраженной от нанокompозитного слоя
Yatsyshen V., Potapova I. — Mathematical modeling of the frequency dependence of the ellipsometric parameters of a light wave reflected from a nanocomposite layer170
- Клиническая медицина**
- Беляева Ю.Н., Тяпкина Д.А., Полиданов М.А., Кондрашкин И.Е., Блохин И.С., Калибатов А.Э., Саблин А.С., Санджиев А.М.** — Проблема ответственного самолечения и рационального использования лекарственных средств в терапевтической и педиатрической практике
Belyaeva Yu., Tyapkina D., Polidanov M., Kondrashkin I., Blokhin I., Kalibatov A., Sablin A., Sandzhiev A. — The problem of responsible self-medication and rational use of medications in therapeutic and pediatric practice174
- Виноградова О.П., Рахматуллов Ф.К., Останин М.А., Бочарников Д.Ю.** — Анализ предикторов развития преждевременной отслойки нормально расположенной плаценты
Vinogradova O., Rakhmatullov F., Ostanin M., Bocharnikov D. — Analysis of predictors of the development of premature detachment of a normally located placenta181
- Дуброва В.А., Тихоня А.О., Балакирева Е.А., Гаглов В.М.** — Клинический случай диффузной срединной глиомы левого зрительного бугра
Dubrova V., Tikhonya A., Tulinov A., Balakireva E., Gagloev V. — Clinical case is diffuse medial glioma of the left optic tubercle188
- Злобина Е.А.** — Факторы риска и особенности этиопатогенеза вросшего ногтя
Zlobina E. — Risk factors and features of the etiopatogenesis of the ingrown nail196
- Казаков А.Ю., Соколова Н.Ю., Герасин А.Ю., Докшюков Д.Р., Чурилов И.С., Меджидов С.Р.** — Оптимизация методов диагностики прогрессирования атеросклеротического процесса у пациентов с атеросклеротическим поражением магистральных артерий
Kazakov A., Sokolova N., Gerasin A., Dokshokov G., Churilov I., Medzidov S. — Optimization of diagnostic methods progression of atherosclerotic process in patients with atherosclerotic lesions of the main arteries199
- Микляев С.В., Афонина Е.С., Сущенко А.В., Соколов С.М., Выжанова А.А.** — Сравнительная оценка прочности на сдвиг адгезива 4-го, 5-го и 7-го поколения при использовании их стоматологами с различным опытом работы с адгезивной техникой.
Miklyaev S., Afonina E., Sushchenko A., Sokolov S., Vyzhanova A. — Comparative evaluation of the shear strength of 4th, 5th and 7th generation adhesives when used by dentists with different experience with adhesive techniques.204

Мусаев Н.Ш. — Новый метод восстановления разрушенной клинической коронки боковых зубов (клинический случай) <i>Musaev N.</i> — New method of restoration of the destroyed clinical crown of lateral teeth (clinical case).....	214
Осколкова А.И., Богданова Т.М., Полиданов М.А., Кондрашкин И.Е., Блинова В.В., Карсаков В.А., Ляпина Е.П. — Психологические особенности личности пациентов в постковидном периоде <i>Oskolkova A., Bogdanova T., Polidanov M., Kondrashkin I., Blinova V., Karsakov V., Lyapina E.</i> — Psychological features of the personality of patients in the postcovid period	220
Салов И.А., Паршин А.В., Полиданов М.А., Тяпкина Д.А., Кондрашкин И.Е. — Течение интерстициальной внематочной беременности у женщины на позднем сроке гестации (16–17 недель) – трудности диагностики (клинический случай) <i>Salov I., Parshin A., Polidanov M., Tyapkina D., Kondrashkin I.</i> — The course of interstitial ectopic pregnancy in a woman at late gestational age (16–17 weeks) – difficulties in diagnosis (clinical case).....	224
Султанова О.Э., Чернышева Е.Н., Кузьмичев Б.Ю., Кузьмичев В.Ю., Прокопенко Н.А., Султанова С.Ш. — Взаимосвязь уровня гомоцистеина со структурно-функциональными параметрами сердца у пациентов с острым коронарным синдромом в зависимости от наличия синдрома недифференцированной дисплазии соединительной ткани <i>Sultanova O., Chernysheva E., Kuzmichev B., Kuzmichev V., Prokopenko N., Sultanova S.</i> — The relationship of homocysteine levels with structural and functional parameters of the heart in patients with acute coronary syndrome, depending on the presence of undifferentiated connective tissue dysplasia syndrome	228
Яхиева-Онихимовская Д.А., Колесникова С.М., Чижова Г.В., Филиппова В.В. — Медико-социальные предикаты матерей несовершеннолетних правонарушителей <i>Yakhieva-Onikhimovskaia D., Kolesnikova S., Chizhova G., Filippova V.</i> — Medical and social predicates of juvenile delinquent's mothers.....	234
Информация	
Наши авторы. Our Authors	242
Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале	247

ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА РОСТ ХИЩНЫХ ГРИБОВ РОДА ARTHROBOTRYS, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПОЧВ АЗЕРБАЙДЖАНА

INFLUENCE OF NUTRITION SOURCES AND TEMPERATURE ON THE GROWTH OF PREDATORY FUNGI OF THE GENUS ARTHROBOTRYS ISOLATED FROM SOILS OF AZERBAIJAN

**I. Babayeva
L. Alieva
V. Isayeva
A. Mammedova**

Summary. Effect of temperature, carbon and nitrogen sources on the radial growth of fungal strains *Arthrobotrysmusiforms* SQ1 and *Arthrobotrysoligospora* SQ1 have been studied. It was found that the optimal temperature for the radial growth of both strains is 250C. Among the tested carbon sources, the maximum radial growth of both strains was observed on sorbitol. Nitrate nitrogen was recorded as the best nitrogen source for the radial growth of the studied strains.

Keywords: *Arthrobotrys musiforms* SQ1, *Arthrobotrys oligospora* SQ1, radial growth, temperature, carbon and nitrogen sources.

Бабаева Ирада Халид кызы

Доктор философии по биологии, доцент
Институт Микробиологии Министерства Науки
и Образования Азербайджана, Баку
babayevairada@mail.ru

Алиева Лала Ариф кызы

Доктор философии по биологии
Институт Микробиологии Министерства Науки
и Образования Азербайджана, Баку
lalaalieva75@mail.ru

Исаева Вусаля Камаледдин кызы

Научный сотрудник
Институт Микробиологии Министерства Науки
и Образования Азербайджана
Баку

isayevavusale33@gmail.com

Мамедова Асмар Эльман кызы

Докторант
Институт Микробиологии Министерства Науки
и Образования Азербайджана, Баку
19esmerka90@mail.ru

Аннотация. В проведенном исследовании изучено влияние температуры, источников углерода и азота на радиальный рост штаммов грибов *Arthrobotrys musiforms* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1. Выявлено, что оптимальной температурой для радиального роста обоих штаммов является температура 250C. Среди испытанных источников углерода максимальный радиальный рост обоих штаммов наблюдается на сорбите. Наиболее благоприятным источником азота для радиального роста исследуемых штаммов является нитратный азот.

Ключевые слова: *Arthrobotrys musiforms* SQ1, *Arthrobotrys oligospora* SQ1, радиальный рост, температура, источники углерода и азота.

Введение

В последнее время вопросам пищевой безопасности, в частности, повышению качества пищевых продуктов уделяется особое внимание. Поскольку большая часть пищевых продуктов имеет растительное происхождение, одним из важных вопросов является мониторинг и улучшение фитосанитарного состояния почв. Почва является резервуаром различных живых организмов, среди которых немало наносящих вред растениям. Так, одним из вредителей сельскохозяйственных и овощных культур являются нематоды. Согласно

данным некоторых авторов [6, 9, 12] нематоды являясь наиболее часто встречающимися организмами, воздействуют на все экосистемы. Среди них есть облигатные паразиты растений, представляющих серьезную угрозу для управляемых и неуправляемых экосистем. В сельском хозяйстве к нематодам, наносящих экономический ущерб, относятся цистообразующие нематоды родов *Heterodera* и *Globodera*, а также галловые нематоды рода *Meloidogyne*. Фитонематоды растений могут заражать корни, листья, стебли, бутоны цветов. Они, воздействуют на сайты питания в корнях растений, тем самым создавая внутри них долгосрочные инфекции [12].

Исследования, проведенные в Азербайджанской Республике, выявили распространение нематод, особенно, на Апшеронском полуострове, где в благоприятных почвенно-климатических условиях выращивают овощные и кормовые культуры. Обнаруженные здесь нематоды относятся к галловым нематодам видов *Meloidogyne arenaria*, *Meloidogyne incognita* и рода *Heterodera*, которые ведут к потере урожая помидоров на 30–70%, огурцов 45–80%, перцев 35–45% и баклажанов на 50–60% [8].

Мероприятия, направленные на защиту растений от такого рода заражений, заключаются в основном в применении химических препаратов. Однако, приобретающие масштабный характер применяемые в сельском хозяйстве химические способы защиты растений представляют угрозу здоровью людей и приводят к ухудшению состояния окружающей среды. Поэтому, возникает необходимость в разработке экологически безопасных и действующих способов борьбы с фитонематодами. Одним из альтернативных способов защиты растений от паразитических нематод является биологический метод, основанный на использовании культур микроорганизмов и продуктов их метаболизма. Применение биологических агентов представляет особую важность в условиях защищенного грунта, где нежелательно использование химических препаратов.

В этом направлении, проводились широкие исследования как в зарубежных странах, в том числе и в нашей республике, где в качестве биологических методов использовались хищные нематофаговые грибы-гифомицеты [4,5,6,9].

Грибы-нематофаги преимущественно присутствуют в почве в виде сапрофитов, но действуют как паразиты в присутствии нематод, чтобы удовлетворить потребности в дополнительном источнике питательных веществ. При этом грибы переходят из сапрофитной в паразитарную форму жизни и меняют свою морфологическую структуру на ловушки или зрелые споры [1, 9, 10]. Нематоды, выделяя нематоподобные химические вещества, побуждают грибы формировать устройства-ловушки. Эти грибы включают более 200 видов, встречающихся во всех основных таксономических группах. Большинство из них относится к дейтеромицетам, которые обладают общей способностью атаковать живых нематод и использовать их в качестве питательных веществ [15]. Способность улавливать нематод у этих грибов связана с развитием структур на грибном мицелии. Грибы-нематофаги сформировали гифальные структуры, такие как клейкие гифальные сети, выступы, ответвления и сжимающиеся или несжимающиеся кольца, которыми нематоды захватываются адгезией или механическим

путем. Многие дейтеромицеты, улавливающие нематод, также являются сапрофитами и эволюционировали среди целлюлозолитических или лигнолитических грибов. Они могут использовать целлюлозу и другие полисахариды в качестве источников углерода. Содержание азота меньше в растительных остатках, поэтому у нематофаговых грибов развилось паразитическое поведение, позволяющее удовлетворить пищевые потребности в азоте [13]. В почвенной среде нематоды могут служить важным источником азота. На хищническую активность грибов-нематофагов влияют многие экологические факторы, среди которых немаловажное значение имеет температура, углерод- и азотсодержащие соединения [11]. Поэтому представляет актуальность изучение влияния различных источников углерода и азота, а также температуры на рост и развитие нематофагов.

В связи с этим, целью данного исследования было изучение влияния температуры и источников азота и углерода на радиальный рост двух штаммов грибов *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys musiformis* SQ2.

Материалы и методы

Выделение нематофаговых грибов гифомицетов проводили из образцов почвы, отобранных из различных районов Азербайджана, по методу, описанному Сопруновым Ф.Ф [7].

Влияние температуры на радиальный рост двух штаммов грибов *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1 определяли на кукурузной агаровой среде (КА). С периферии семидневной культуры с помощью стерильного бура вырезали 5-миллиметровые агаровые диски обоих грибов, которые инокулировали в чашки Петри с КА и инкубировали при температуре 15, 20, 25, 30 и 35 °С.

Влияние различных источников углерода на радиальный рост исследуемых штаммов изучали на среде дрожжевого экстракта с растворимым пептоном и крахмалом. Источник углерода (крахмал) был заменен четырьмя другими источниками углерода, а именно декстрозой, сахарозой, сорбитом и маннитом. Среда с растворимым крахмалом служила контролем.

Влияние различных источников азота на радиальный рост исследуемых штаммов изучали на среде Чапека. Источник азота этой среды NaNO_3 (нитрат натрия) был заменен другими источниками азота, а именно на NH_4NO_3 (нитрат аммония), $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (гидрофосфат аммония), KNO_3 (нитрат калия) и на $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (сульфат аммония). Контролем служила среда с нитратом натрия.

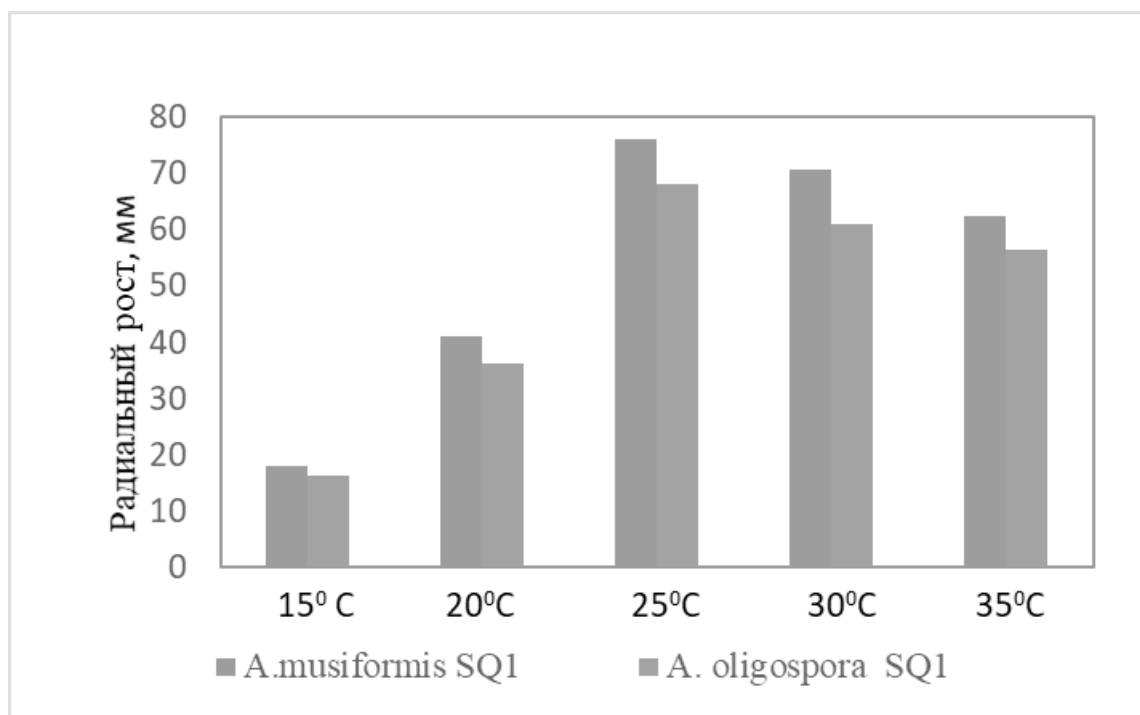


Рис. 1. Зависимость радиального роста штаммов грибов *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1 от температуры

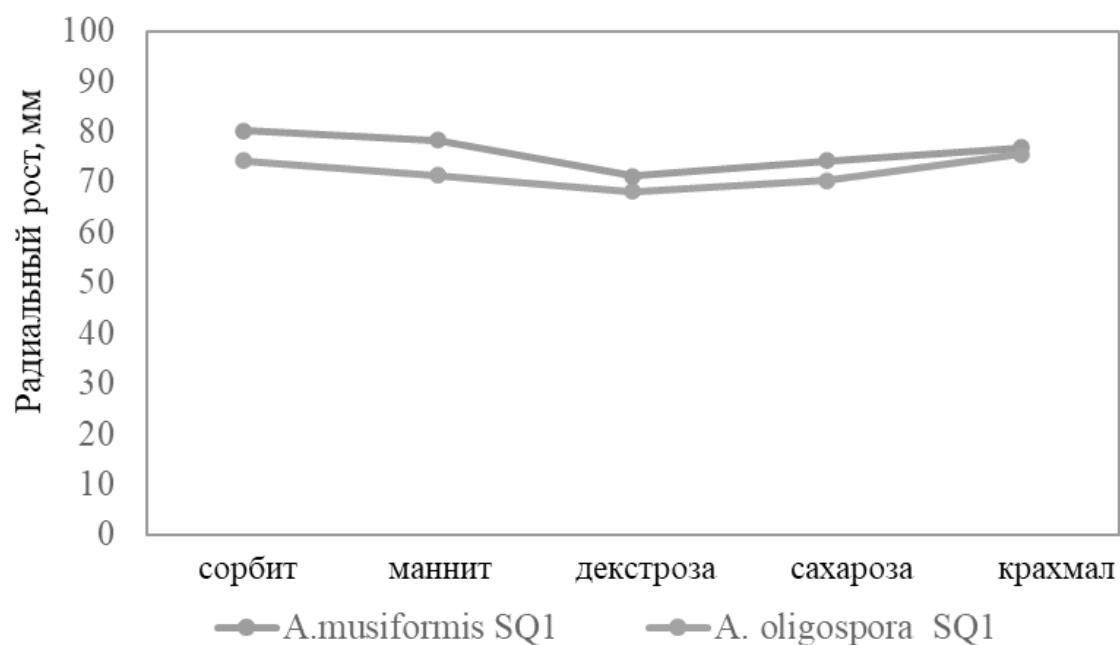


Рис. 2. Влияние источников углерода на радиальный рост штаммов грибов *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1

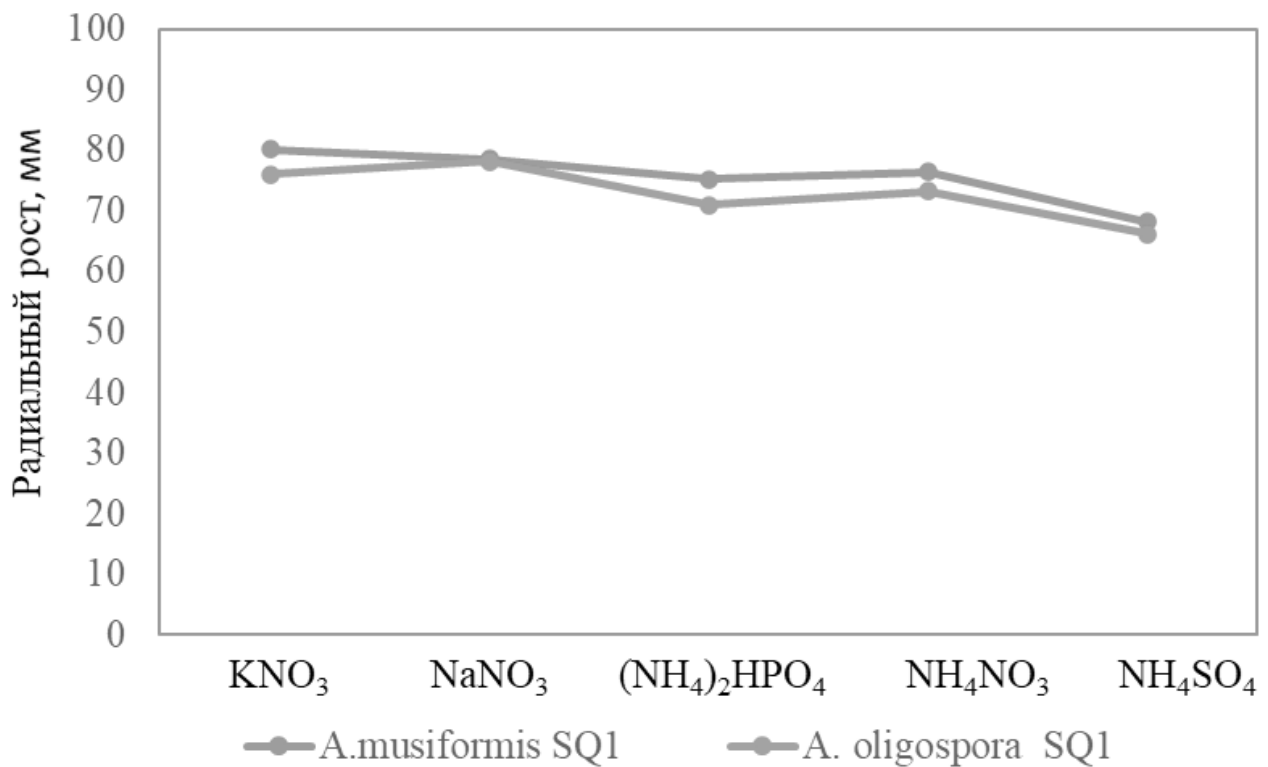


Рис. 3. Влияние источников азота на радиальный рост штаммов грибов *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1

Инокуляция грибов проводилась по описанному выше методу в чашки Петри. Температура инкубации составляла $26 \pm 1^{\circ} \text{C}$. Радиальный рост учитывали на 7-й день после инокуляции [2].

Все эксперименты проводили в 4–6-ти повторностях, результаты были статистически обработаны [3].

Полученные результаты и их обсуждение

Изучение влияния температуры на радиальный рост проводилось на двух штаммах нематофаговых грибов, выделенных нами в проведенных ранее исследованиях из почвенных образцов Ленкоранского района Азербайджана и идентифицированных как *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1. Полученные данные по влиянию температуры на радиальный рост исследуемых грибов представлены ниже (рис. 1). Как видно из рисунка, на радиальный рост испытуемых грибов температура оказывала значительное влияние.

Так, оптимальной температурой радиального роста обоих штаммов явилась температура 25°C . Согласно

полученным данным, при оптимальной температуре штамм *Arthrobotrys musiformis* SQ1 растёт быстрее, чем *Arthrobotrys oligospora* SQ1.

В целом, радиальный рост обоих грибов снижался при повышении или понижении температуры выше оптимальной температуры. При 30°C рост был заметным, а выше 30°C скорость роста значительно снижалась. При температуре ниже 20°C рост обоих грибов также замедлялся. Схожие данные по влиянию температуры на рост некоторых нематофаговых грибов были получены ранее другими исследователями [12, 14,].

Данные, полученные при исследовании влияния различных источников углерода на радиальный рост исследуемых грибов *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1, представлены на рисунке 2. Как видно из рисунка, среди испытанных источников углерода максимальный радиальный рост штамма *Arthrobotrys musiformis* SQ1 наблюдается на сорбите, ниже показатели роста на манните (рис. 2). Однако, минимальный рост по сравнению с другими источниками углерода отмечался на декстрозе. Крахмал и сахароза способствовали умеренному росту этого грибного штамма.

Максимальный рост гриба *Arthrobotrys oligospora* SQ1 наблюдался на крахмале, немного ниже были показатели на сорбите. Минимальные показатели роста гриба были отмечены на декстрозе и сахарозе.

Данные, полученные относительно влияния различных источников азота на радиальный рост исследуемых штаммов *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1 представлены на рисунке 3. Как видно из рисунка, у *Arthrobotrys musiformis* SQ1 из тестированных источников азота максимальный радиальный рост наблюдается на нитрате калия, менее активный рост по убыванию фиксировался на нитрате натрия, нитрате аммония и гидрофосфате аммония. Менее благоприятным источником азота являлся сульфат аммония.

Среди тестируемых источников азота нитрат натрия оказался лучшим для радиального роста *A. oligospora*, далее по убыванию следуют нитрат калия, нитрат аммония, гидрофосфат аммония, а наименьшие показатели роста наблюдались на сульфате аммония.

Анализ образования спор исследуемыми штаммами грибов *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1 на тестируемых источниках углерода и азота показал следующие результаты.

Так, оба штамма грибов обладают способностью спорообразования на всех источниках углерода. На источниках азота также наблюдается активное спорообразование, за исключением сульфата и гидрофосфата аммония, где отмечалось слабое спорообразование. Однако, более активное спорообразование отмечалось у штамма *Arthrobotrys musiformis* SQ1.

Таким образом, проведенные исследования показали, что наиболее благоприятным источником углерода для исследуемых штаммов грибов *Arthrobotrys musiformis* SQ1 и *Arthrobotrys oligospora* SQ1 оказались соответственно сорбит и крахмал, тогда как среди источников азота лучше усваивался нитратный азот. Это указывает на наличие синтеза у этих грибов соответствующих ферментов, участвующих в метаболизме данных соединений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананько Г.Г., Теплякова Т.В. Факторы, определяющие переход от сапротрофного к зоотрофному типу питания у хищного гриба. // Микробиология, 2011, т. 80, № 2, с. 200–206.
2. Билай В.И. Методы экспериментальной микологии. К.: Наук. Думка, 1982, 550 с.
3. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М: Практика, 1998, 459 с.
4. Кокколова Л.М., Степанова С.М., Гаврильева Л.Ю. Методика получения биологически активного средства с биомицелиальной массой штаммов нематофагового гриба *Arthrobotrysoligospora* 3–1 и 13–2, 2018, 16 с.
5. Мехтиева Н.А. Хищные нематофаговые грибы-гифомицеты. Изд. АН АзССР, Баку: 1979, 243с.
6. Мигунова В.Д. Выбор трофической стратегии хищным нематофаговым грибом *Arthrobotrysoligospora*. Дис. канд. биол. наук., Москва, 2002, 140 с.
7. Сопрунов Ф.Ф., Шагалин С.Ф. Препарат хищных грибов и его применение в борьбе с круглыми паразитическими червями. Туркмения: Изд. АН ТССР, 1963, 165с.
8. Тагиев М.М. Нематоды, повреждающие овощные культуры и разработка мер борьбы против них в условиях Апшеронского региона. Автореферат на соиск. канд. биол. наук. Гянджа, 2015, 24 стр.
9. Теплякова Т.В. Биоэкологические аспекты изучения и использования хищных грибов гифомицетов. — Новосибирск, 1999, 252 с.
10. Яхья-Заде Р.М. Онтогенез нематофаговых гифомицетов при сапротрофном и витально-биотрофном питании // Изв. АН Азерб ССР, 1987, № 3, с. 129–134.
11. Akhtar M., Malik A. Roles of organic soil amendments and soil organisms in the biological control of plant-parasitic nematodes. // A Review. Bioresour. Technol., 2000, 74, 35–47.
12. Anamika. Study on Nutritional Requirements of Nematophagous Fungi in Terms of Carbon and Nitrogen Sources. // Journal of Agricultural Science, vol. 7, No. 6, 2015, p.227–232.
13. Barron, G.L. Predatory fungi, wood decay, and the carbon cycle // Biodiversity, 2003, 4, 3–9.
14. Gueye M., Duponnois R., Samb P.I., Mateille T. Study on 3 strains of *Arthrobotrysoligospora*: Biological characterization and effects on *Meloidogynemayaguensis* parasitic on tomato in Senegal. // Tropicultura, 1997, 15(3), 109–115.
15. Nordbring-Hertz B., Jansson H.B., Tunlid A. Nematophagous fungi. // Encyclopedia of Life Science, 2002, 12, 681–690.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТРОПА КАК СРЕДСТВО ВОСПРИЯТИЯ ПРИРОДЫ И ВОСПИТАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

ECOLOGICAL TRAIL AS A MEANS PERCEPTIONS OF NATURE AND EDUCATION OF ECOLOGICAL CULTURE

S. Vazhov
V. Vazhov
A. Cheremisin
O. Grebennikov
A. Shtekhman
E. Cherdantseva
V. Tyryshkin

Summary. The purpose of this work is to show students the diversity of flora and fauna in the green zone of the industrial city of Biysk through ecological trails. During private excursions, the horizons of local history are expanded, which contributes to the growth of environmental education and the ecological culture of trail visitors. The biodiversity of the territory includes 34 species of rare plants from 17 families. 27 rare species of birds from 18 families live in the vicinity of the city with a different nature of stay.

Keywords: biodiversity, flora and fauna, ecological trail.

Важов Сергей Викторович

Канд. биол. наук, доцент
Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина
Бийск

Важов Виктор Маркович

Доктор с.-х. наук, профессор
Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина
Бийск
vazhov49@mail.ru

Черемисин Алексей Александрович

Канд. геогр. наук, доцент
Заполярный государственный университет
Им. Н.М. Федоровского
Норильск

Гребенников Олег Романович

Канд. с.-х. наук, доцент
Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина
Бийск

Штехман Алина Игоревна

Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина
Бийск

Черданцева Елена Владимировна

Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина
Бийск

Тырышкин Виталий Андреевич

Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина
Бийск

Аннотация. Цель данной работы — показать обучающимся разнообразие растительного и животного мира в зелёной зоне промышленного города Бийска посредством экологических троп. Во время частных экскурсий расширяется краеведческий кругозор посетителей троп, что способствует росту природоохранного образования и экологической культуры. Биоразнообразие территории включает 34 вида редких растений из 17 семейств. В окрестностях города с разным характером пребывания обитает 27 редких видов птиц из 18 семейств.

Ключевые слова: биоразнообразие, растительный и животный мир, экологическая тропа.

Введение

Углубляющееся антропогенное воздействие на природу сказывается на здоровье и долготелетии человека. Реальным способом защиты является экологическое образование населения. Это предполагает ознакомление детей и взрослых не только с природными ландшафтами, но и с трансформированными, количество которых стремительно растёт [1].

Актуальная задача воспитания экологической культуры и восприятия природы, прежде всего, подрастающим поколением, традиционно решается на основе экологического образования и просвещения, предполагает поиск современных технологий и механизмов, совершенствование модели обучения.

Восприятие природы как среды жизни и экологическая культура свойственны человеку с древнейших времён, но с наступлением эпохи технологической революции и особенно в XX–XXI вв. возросли материальные потребности населения, запросы экономики стали преобладать над интересами экологии. Во многих регионах возникли реальные предпосылки экологического кризиса, резко ухудшилась демографическая ситуация. Поэтому важно, чтобы в образовательной сфере происходило осознание и усвоение основополагающих экологических законов, чтобы отношение каждого человека к природе было не потребительским, а формировалось и практиковалось на природоохранной основе и поведении.

Высокого уровня положительного результата традиционными методами обучения добиться затруднительно. Преподавание цикла биологических и экологических дисциплин в стенах учебных аудиторий приводит к тому, что студенты и школьники осваивают очередной теоретический курс не видя и не осознавая как проявляются законы биологии и экологии в их реальной жизни. Невозможно показать сложность и богатство природных взаимосвязей между живыми и косными компонентами экосистем на схемах, таблицах и учебниках. Практическую часть биологических наук о Земле необходимо проводить в той среде, где они зародились. Особенно это важно для жителей городов, восприятие природы которых формировалось изначально в городской среде [2].

Материалы и методы исследований

Полевые работы по изучению биоразнообразия окрестностей промышленного города Бийска Алтайского края проводились нами с 2017 года. При этом использовались сравнительно-географический, картографический и геоботанический методы, а также маршрутный

и площадный учёт позвоночных животных. Проанализированы топографические карты, космонимки, полевые материалы, собранные в ходе экскурсий и доступные литературно-информационные источники. Обобщены полученные результаты на основе общепринятых методов.

Результаты и их обсуждение

Экскурсия в природу в педагогике считается вспомогательной формой учебной работы и состоит из многих организационных этапов [3]. Подготовка к экскурсии требует от преподавателя существенных затрат времени, связанных с поиском информации, выездом на место экскурсии для рекогносцировки местности. Особое внимание требует разработка маршрута, обеспечивающего наглядность воздействия антропогенной деятельности на состояние природных объектов для того, чтобы экскурсант мог задуматься каким образом человек изменяет естественные ландшафты и как можно снизить негативное влияние антропогенеза на природу. Всё это создаёт причину того, что использование экскурсии в образовательной практике является не частым событием.

Экологические тропы разных типов предусматривают создание условий, организующих и направляющих подготовку экологически образованного гражданина. Деятельность обучающихся на тропах, как один из видов организованной или самостоятельной работы, может проходить в естественных или преобразованных ландшафтах.

Обучение и воспитание посетителей учебных и познавательных экологических троп происходит путём непринуждённого сочетания отдыха и познания во время движения по маршруту. Учебные и познавательные тропы решают задачи не только экологического обучения, воспитания и отдыха разных слоёв населения, одновременно охраняется природа на сопредельных с тропами территориях. Во время частных экскурсий или полевых практикумов с обучающимися на тропах выполняется система определённых природоохранных заданий. Они предусматривают расширение краеведческих сведений об объектах, процессах и явлениях окружающей природной среды, направлены на оценку пейзажной привлекательности ландшафтов. В итоге выполнение заданий способствует росту природоохранного уровня, экологической культуры и формирует нормы экологически грамотного поведения в природе [2, 3, 4].

При проведении данной формы работы значительное внимание необходимо уделять природоохранному аспекту, ориентированному на наглядное подтверждение изучаемых вопросов. Как правило, учебная тропа объединяет участки, где проводится экологический

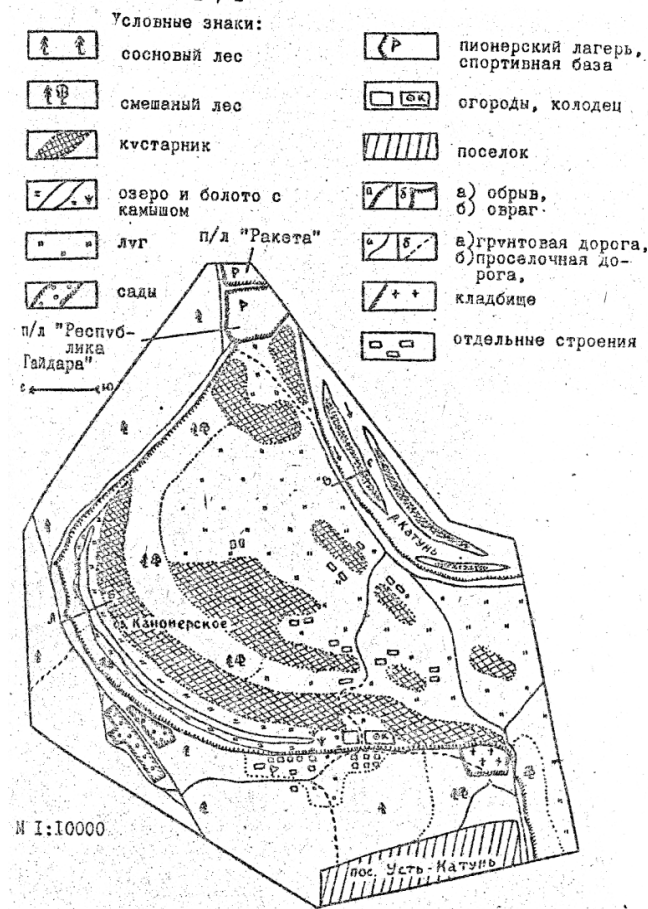


Рис. 1. Схема окрестностей озера Канонерское [6]

практикум и организуется природоохранная деятельность. Это позволяет реализовать основные принципы экологии непосредственно на местности, способствует проведению исследований, анализу данных, составлению рекомендаций и их выполнению.

Город Бийск более, чем с трёхвековой историей, является территорией с высокой плотностью населения [5]. Это приводит к существенной трансформации во всех городских средах и создаёт неблагоприятную экологическую обстановку по отдельным параметрам, особенно в приземном слое атмосферы.

В окрестностях Бийска, вблизи с. Усть-Катунское, расположена базы отдыха Университета Шукшина «Озеро Канонерское». Это озеро находится в долине нижнего течения реки Катунь, на высокой пойме её правого берега и примыкает к боровой террасе, покрытой сосновым лесом (рис. 1).

Водоём деградирует и нуждается в мелиоративной реконструкции. Сопредельная с базой территория является зоной отдыха бийчан, уникальные и типичные

ландшафты которой служат для эстетических, научных, образовательных и рекреационных целей [5].

Окрестности базы отдыха «Озеро Канонерское» ранее использовались для прокладки экологических троп в учебных целях в начале 2000-х годов [2, 5], но официально не были оформлены и впоследствии, в связи с реформированием образовательной сферы, оказались не востребованными. В последние годы эта работа возобновлена бийскими биологами, экологами и географами. Экологические тропы проектируются и на сопредельных с Бийском территориях (Сростки, Образцовка, Боровое и др.).

Разрабатывается и апробируется несколько типов экологических троп: учебные, туристические и выходного дня в зависимости от протяжённости маршрута и отдыха обучающихся [2, 3]. Этот способ требует небольших материальных затрат. Завершение разработки и паспортизация троп будет способствовать сохранению уникального природного водоёма озеро Канонерское и сопредельной с ним городской зелёной зоны. Кроме того, возникнет более широкая возможность привлечь

внимание природоохранной общественности к экологическим проблемам озера. Тропы помогут педагогам, методистам детских экологических и туристических организаций, преподавателям бийских вузов и колледжей в осуществлении экскурсий. Хотелось бы надеяться, что проведение экскурсионных мероприятий педагогами, совместно с обучающимися, сформирует информационные предпосылки и мотивирует создание на этой территории регионального заказника. Такое предложение эпизодически обсуждается, начиная с начала 20-х годов текущего столетия и вытекает из концентрации на небольшой территории уникальных редких и исчезающих видов растений и животных, а также необходимости их охраны [2]. Пока же имеющиеся данные, касающиеся биоразнообразия, малочисленны и не систематизированы, в значительной степени устарели.

Сезонные ботанические наблюдения в природе позволяют экскурсантам более полно составить представление о сущности биологических процессов, происходящих в растениях местной флоры, полнее понять их приспособительный характер [7]. Наиболее показательна осенняя экологическая экскурсия со студентами на лесном участке базы отдыха «Озеро Канонерское», типичном для бийской территории и направленная на изучение процессов подготовки к зимнему периоду растений разных жизненных форм.

Во вводной беседе, предваряющей экскурсию, преподаватель характеризует биоразнообразие бийской территории, которое включает 34 вида редких растений из 17 семейств [8].

Городские окрестности и часть зелёной зоны Бийска включает приречный бор, где преобладает сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Лиственные насаждения территории представлены березняками (берёза белая и повислая *Betula alba* Roth., *B. pendula* Roth.), топольными насаждениями (тополь белый и чёрный *Populus alba* L., *P. nigra* L.), ивами (ива белая, козья, трехтычинковая, пятитычинковая *Salix alba* L., *S. caprea* L., *S. triandra* L., *S. pentandra* L.) и др.

Кустарниковый ярус составлен боярышником кроваво-красным (*Crataegus sanguinea* Pallas), малиной обыкновенной (*Rubus idaeus* L.), караганой древовидной (*Caragana arborescens* Lam.), шиповниками иглистым (*Rosa acicularis* Lindl.) и майским (*R. Majalis* Htterm.), калиной обыкновенной (*Viburnum opulus* L.), черёмухой обыкновенной (*Padus avium* Villier) и др. [8].

Травяно-кустарничковый ярус лесов состоит из многочисленных видов высших споровых и цветковых растений, в том числе: хвощи зимующий (*Equisetum hyemale* L.) и лесной (*E. sylvaticum* L.), коচেдыжник

женский (*Athyrium filix-femina* (L.) Roth), голокучник трёхраздельный (*Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm), борец вьющийся (*Aconitum volubile* Palas ex Koelle), черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.), брусника обыкновенная (*V. vitis-idaea* L.), грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia* L.), ортилия однобокая (*Orthilia secunda* House (L.)), зимолоубка зонтичная (*Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton), синюха голубая (*Polemonium caeruleum* L.), медуница мягенькая (*Pulmonaria mollis* Wulfen ex Hornem), вероника колосистая, длиннолистная и седая (*Veronica spicata* L., *V. longifolia* L., *V. spicata* L.), лилия-саранка (*Lilium pilosiusculum* (Frey) Mscz.), купена душистая (*Polygonatum odoratum* (Miller) Druce), касатик русский (*Iris ruthenica* Ker-Gaweleer), земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), чина весенняя (*Lathyrus vernus* (L.) Bernh.), косяника (*Rubus saxatilis* L.), герань лесная (*Geranium sylvaticum* L.) и др.

В ходе экскурсии обсуждаются такие предзимние явления в лесу как листопад, знаменующий собой приход осени, выясняются его биологические причины, механизмы и значение; в частности — чем вызвано изменение осенней окраски листьев, какие пигменты её обуславливают?; какую роль выполняет листовая подстилка в жизни леса?; какие деревья являются вечнозелёными и какие травы остаются на зиму с зелёными листьями, какое это имеет значение?; какие изменения происходят в покровных тканях открыто зимующих побегов в предзимнее время, и с чем это связано? В заключении беседы участники экскурсии отмечают, что осень это не только увядание растений, но и объясняют причины цветения некоторых видов в этот период [7].

Во время проведения осенних наблюдений за обликом растительного мира необходимо выяснить видовой состав, жизненные формы растений по сохранившимся в предзимнем состоянии надземным органам и составить список видов; охарактеризовать облиственность различных жизненных форм, установить листопадные и вечнозелёные деревья и кустарники; определить типы сезонного развития растений, в частности дать понятие о летнезелёных, вечнозелёных и летне-зимнезелёных растениях; выяснить расположение зимующих почек относительно почвенного покрова, по положению и способам защиты почек возобновления выделить фанерофиты, хамефиты, гемикриптофиты, геофиты и терофиты; пронаблюдать позднецветущие и вторично цветущие растения, выяснить причины безвременного цветения [7].

Часть наблюдений со сбором материала для коллекций и зарисовками студентам рекомендуется провести самостоятельно, при этом необходимо обратить внимание на разнообразие и последовательность изменения окраски листьев; осмотреть место отрыва листа; изучить предзимнее состояние деревьев, остающихся на зиму

зелёными; обратить внимание на подготовку к зиме многолетних трав; ознакомиться с типами плодов и их распространением [7].

Флористической подготовке студентов способствует изучение разнообразия видового состава местной флоры с различными географическими группами по характеру их ареалов: космополитной, голарктической, евразийской, азиатской, а также группы эндемиков Южной Сибири (*Anemone caerulea*, *Dendranthema simiatum*l., *Pulsatilla flavescens*, *Oxytropis teres*, *Erythronium sibiricum* и др.) [2].

Разнообразие физико-географических условий территории, по которой спланированы маршруты, позволяет экскурсантам проследить пестрый экологический состав флоры, где обширную группу образуют мезофиты. Это характерно для флор умеренной зоны Евразии. Ксерофиты и мезоксерофиты также составляют довольно объёмную группу, что обусловлено зональной приуроченностью района (*Anemone sylvestris*, *Pulsatilla flavescens*, *Pulsatilla multifida*, *Primula macrocalyx* и др.). Значительное число мезогигрофитов и гигрофитов (*Angelica sylvestris*, *Cicuta virosa*, *Viburnum opulus*, *Solanum dulcamara* и др.) даёт возможность проследить развитие интразональной растительности на сырых и заболоченных участках местности [2].

Проведение экскурсий на бийской территории позволит обучающимся сделать дифференцированный анализ флор основных типов растительности, выявить их характерные особенности и определить общие черты.

Анализ флоры и растительности территории, как компонента экосистемы, подводит студентов и школьников к пониманию, что основными лимитирующими факторами, ограничивающими рост и развитие растений, является бессистемная хозяйственная деятельность и небрежное отношение к растительному миру.

В ходе экскурсий студент должен научиться находить, распознавать и наблюдать в естественной природной обстановке не только представителей растительного, но и животного мира, в частности авифауны [9].

Зоогеографические исследования предусматривают уточнение ареалов, выяснение количественных данных, ландшафтной приуроченности животных и их комплексов, изучение сезонных аспектов, структуры населения и жилищ в экосистемах, таких как гнёзда птиц [10]. Выстроенное гнездовое сооружение описывают следующим образом: местонахождение, в частности, географическая привязка, ландшафт и биотоп; расположение гнезда: на земле, в норе, на кочке, на дереве или

в другом месте (в случае, если гнездо приподнято над землёй, указывают его высоту над субстратом); форма гнезда: чашеобразная, шарообразная висячая и др.; материал, использованный в гнездостроении с указанием его вида, из которого сооружены стенки и выстлан лоток. По конструкции гнезда, строительному материалу, способу крепления к опоре, характеру самой опоры можно составить представление о формах взаимосвязи птицы со средой обитания. После описания гнездовой постройки производят её измерение по схеме: диаметр гнезда и лотка в самом широком месте; высота постройки; глубина и диаметр лотка.

Наиболее привлекательны и интересны для наблюдения пернатые хищники, как правило, более заметные по образу жизни и размерам, тому же — они являются естественными биоиндикаторами состояния природной среды. Их благополучие свидетельствует о нормальном функционировании экологических систем. Птицы придают живописность природным ландшафтам, что служит важным мотивом их посещения рекреантами [4, 11].

В последние годы на Алтае с разным характером пребывания встречается около 400 видов птиц [12], из них 162 вида являются редкими и занесены в Красные книги: Алтайского края — 85 видов [13] и Республики Алтай — 77 видов [14]. Многие виды птиц — хищные, в Алтайском крае их 46 видов, в т.ч. 24 — редкие, в Республике Алтай — 47 видов пернатых хищников, из них 26 — редкие. В окрестностях Бийска встречается 27 редких не только хищных, так и других видов птиц из 18 семейств.

Важно показать обучающимся, что распространение популяций хищных птиц зависит не только от природных особенностей ландшафта, но и от лесохозяйственной деятельности (выборочные рубки леса, связанные с ними беспокойство птиц, и трансформация местообитаний). Например, ястреб-тетеревятник часто наблюдался во время экскурсий в осенне-зимнее время в восточной правобережной части г. Бийска, где расположены хозяйственные постройки, водятся в изобилии синантропные птицы, а также обитают различные грызуны. Прилетал сюда хищник за добычей также весной и летом, которую уносил на ближайший лесной остров на Бие, где находится его гнездовый участок [15, 16].

Знание закономерностей гнездовой жизни птиц в разной экологической обстановке способствует совершенствованию мероприятий по охране и рациональному использованию авифауны.

На основе обработки собственных флористических и фаунистических материалов обучающиеся имеют возможность самостоятельно оформить индивидуальную научную работу.

ВЫВОДЫ

Поиск новых и совершенствование традиционных технологий и механизмов природоохранного обучения молодёжи посредством экскурсионных маршрутов на местности будет способствовать созданию условий для восприятия природы и воспитания экологической культуры. Многолетние экскурсии со студентами и школьниками в характерном для лесостепной зоны участке природы с экосистемами, поверженными

антропогенному прессингу, показали их высокую эффективность.

Краеведческий подход к изучению растительного мира несёт большую познавательную нагрузку и не требует дорогостоящей специальной подготовки участников. Более широкое вовлечение экскурсий в учебный процесс является важным аспектом в образовательной и воспитательной деятельности, направленной на познание малой родины и воспитание патриотизма по отношению к Родине — России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Флора и фауна города: Методические рекомендации для студентов педагогических вузов и учителей школ / Сост. Л.Н. Ермаков, О.Н. Чернышова, Н.М. Чумачёва. — Новосибирск, 1995. — 31 с.
2. Важова Т.И. К вопросу о создании учебной экологической тропы «Озеро Канонерское» // Региональный компонент в образовании: Материалы научно-практич. конф. — Бийск, 2001. — С. 132–135.
3. Бакланова С.Л. Экологическая тропа: технология создания. — Бийск, 2007. — 63 с.
4. Важова Е.В. Рисунок как отражение привлекательности природы Алтая // Успехи современного естествознания. — 2013. — № 11. — С. 192.
5. Дзагоева Е.А., Петрищева Г.С., Цехановская Н.А., Бакланова С.Л. Особо охраняемые природные территории г. Бийска: справочное издание. — Бийск, 1999. — 86 с.
6. Путеводитель по озеру Канонерскому: методические рекомендации / Сост. Е.А. Дзагоева, Л.А. Комарова, А.С. Ярусова. — Бийск, 1992. — 47 с.
7. Гауэрт В.И., Тюрганова М.А. Рекомендации к проведению осенней экскурсии во время полевой практики по ботанике на первом курсе // Методические рекомендации по проведению биологических экскурсий, опытов, наблюдений и сборов в природе. — Горно-Алтайск, 1986. — С. 7–13.
8. Важов В.М., Яськов М.И., Бавыкина Е.Н., Гребенников О.Р., Важов С.В., Штехман А.И. Некоторые сведения о природной флоре бийской территории в целях реализации детского туризма // Туризм как фактор устойчивого развития региона. Материалы Международной научно-практической конференции (10–11 февраля 2022 г., Горно-Алтайский госуниверситет, г. Горно-Алтайск). — Горно-Алтайск, 2022. — С. 206–213.
9. Малков Ю.П., Малков Н.П. Место зоогеографических исследований в полевой практике по зоологии на примере Алтая // Методические рекомендации по проведению биологических экскурсий, опытов, наблюдений и сборов в природе. — Горно-Алтайск, 1986. — С. 21–25.
10. Беликов В.И., Малков В.Н. Методические рекомендации по изучению гнездовой жизни птиц // Методические рекомендации по проведению биологических экскурсий, опытов, наблюдений и сборов в природе. — Горно-Алтайск, 1986. — С. 25–35.
11. Важов С.В., Важов В.М., Яськов М.И., Черемисин А.А. Территориальная оценка национального парка «Салаир» для реализации орнитологических туров // Успехи современного естествознания. — 2021. — № 1. — С. 39–44. DOI: 10.17513/use.37562
12. Кучин А.П. Птицы Алтая. — Горно-Алтайск, 2004. — 777 с.
13. Красная книга Алтайского края. Т. 2. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных. 3-е изд., переработ. и доп. — Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2016. — 312 с.
14. Красная книга Республики Алтай (животные, 3-е изд.). — Горно-Алтайск, 2017. — 368 с.
15. Важов С.В., Важов В.М., Яськов М.И., Черемисин А.А. К изучению географического распространения популяций некоторых редких видов соколообразных и сов в интразональных лесных массивах юга Западной Сибири // Успехи современного естествознания. — 2021. — № 2. — С. 88–93. DOI: 10.17513/use.37579
16. Важов С.В., Важов В.М., Штехман А.И. Материалы к изучению ястреба-тетеревятника *Accipiter gentilis* (L., 1758) на Алтае // Научно-практический журнал «Вестник ИргСХА». — 2022. — № 1 (108). — С. 53–65. DOI:10.51215/1999-3765-2022-108-53-65

© Важов Сергей Викторович, Важов Виктор Маркович,

Черемисин Алексей Александрович, Гребенников Олег Романович,

Штехман Алина Игоревна, Черданцева Елена Владимировна,

Тырышкин Виталий Андреевич (19esmerka90@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ШТАММАМИ ДРОЖЖЕВОГО ГРИБА SACCHAROMYCES

CHARACTERISTICS OF SACCHAROMYCES YEAST FUNGUS STAMMS TO PRODUCE SILVER NANOPARTICLES

M. Jafarov
S. Huseynova
S. Azadalieva

Summary. During the research it was investigated that *Saccharomyces* spp. BDU-A1, *Saccharomyces* spp. BDU-X3, *Saccharomyces* spp. BDU-Ü4, *Saccharomyces* spp. BDU-XR1, *Saccharomyces* spp. BDU-ŞR5 and *Saccharomyces* spp. BDU-TR6 stamms that can change the color of reaction mixture, are also able to produce (actively or passively) silver nanoparticles. Silver nanoparticles produced by *Saccharomyces* spp. BDU-A1, *Saccharomyces* spp. BDU-X3 and *Saccharomyces* spp. BDU-TR6 stamms, have showed under UV-VIS spectrophotometer the peak of absorption of 405 nm length. Others, produced by *Saccharomyces* spp. BDU-Ü4, have showed that of 410 nm length; produced by *Saccharomyces* spp. BDU-ŞR5 — of 425 nm length; by *Saccharomyces* spp. BDU-XR1—415 nm length. In comparison to other kinds of studied stamms, this particular kind has produced silver nanoparticles have circle form and size of 17,2 nm. The most active process of biosynthesis of silver nanoparticles took place in *Saccharomyces* spp. BDU-XR1 stamm.

Keywords: yeast fungus, UV-spectr, silver nanoparticles, scanning electronic microscope.

Джафаров Мирмуса Мириш

Д.б.н., профессор

Институт Микробиологии при Министерстве
Науки и Образования Азербайджанской Республики
safarov.67@mail.ru

Гусейнова Сенем Исмаил

Д.ф.н. по биологии, старший преподаватель
Бакинский Государственный Университет
aliyeva.senem@mail.ru

Азадалиева Саадет Фазахим

Преподаватель
Сумгаитский Государственный Университет
azadeliyevaseadet@gmail.com

Аннотация. В результате исследований было выявлено что, способные затемнять цвет реакционной жидкости, штаммы *Saccharomyces* spp. BDU-A1, *Saccharomyces* spp. BDU-X3, *Saccharomyces* spp. BDU-Ü4, *Saccharomyces* spp. BDU-XR1, *Saccharomyces* spp. BDU-ŞR5 и *Saccharomyces* spp. BDU-TR6, также имеют способность (слабую или сильную) образовывать наночастицы серебра. При рассмотрении под UV-VIS спектрофотометром наночастицы серебра, образованные штаммами *Saccharomyces* spp. BDU-A1, *Saccharomyces* spp. BDU-X3 и *Saccharomyces* spp. BDU-TR6, показали пик абсорбции длиной в 405 нм. При том же рассмотрении, наночастицы, образованные штаммом *Saccharomyces* spp. BDU-Ü4, показали пик абсорбции в 410 нм; образованные штаммом *Saccharomyces* spp. BDU-ŞR5 — длиной в 425 нм; образованные штаммом *Saccharomyces* spp. BDU-XR1 — длиной в 415 нм. В отличие от ранее исследуемых штаммов, наночастицы серебра, образованные именно этим штаммом, под микроскопом показали круглую форму и размер в 17,2 нм. Активный процесс биосинтеза наночастиц серебра наблюдался в штамме *Saccharomyces* spp. BDU-XR1.

Ключевые слова: дрожжевые грибы, UV-спектр, наночастицы серебра, сканирующий электронный микроскоп.

Введение

Одной из основных сфер исследований в нанотехнологии является синтез наночастиц. Различают 2 основных вида наночастиц — органические и неорганические наночастицы. В группу органических наночастиц входят, например, карбоновые наночастицы, а в группу неорганических наночастиц входят такие как железо, благородные металлы и наночастицы-полупроводники [2, 3, 8, 9].

На данный момент наночастицы получают физическими, химическими и биологическими способами. При имплементировании химических и физических спосо-

бов в процессе синтеза образуются ядовитые химические вещества. В отличие от вышеуказанных способов, биологический синтез более простой и более выгодный с точки зрения экономики. Он также выделяется среди других более лояльным отношением к экологии [7–10; 17, 18, 20].

В нынешние времена синтез наночастиц с использованием растений и микроорганизмов, в особенности дрожжевых и плесневых грибов, а также бактериальных культур, занимает важное место в этой области. Необходимо отметить три важных условия процесса синтеза наночастиц биологическим способом: использование в процессе синтеза растворителей среднего

размера; выбор самых безопасных с экологической точки зрения агентов; стабилизирование наночастиц с помощью материалов с нетоксичными характеристиками [1, 5, 10, 19].

По итогам проведенных опытов было выявлено, что дрожжевые грибы способны синтезировать такие неорганические наночастицы как AgS, ZnS, AuO, Ag O. Эта способность связана с их высокой биосинтетической активностью. Различные дрожжевые грибы синтезируют наночастицы таких металлов как золото, платина, цинк, селен и прочие [1–6; 11–16].

Принимая во внимание вышеуказанное, основной задачей данной научной работы было изучение особенностей образования наночастиц серебра штаммом дрожжевого гриба *Saccharomyces*.

Материалы и методы

В качестве объекта исследований были использованы следующие 6 штамм дрожжевого гриба *Saccharomyces*, отобранные из естественных субстрат: *Saccharomyces spp.* BDU-A1, *Saccharomyces spp.* BDU-X3, *Saccharomyces spp.* BDU-Ü4, *Saccharomyces spp.* BDU-XR1, *Saccharomyces spp.* BDU-ŞR5 и *Saccharomyces spp.* BDU-TR6. Синтез наночастиц серебра в первую очередь был установлен в результате изменения цвета реакционной смеси нитратной соли и влажной биомассы с желтого на тёмно-коричневый.

Для этого была использована жидкая среда со следующим составом: 10 грамм экстракта дрожжевого гриба, 20 грамм сахарозы, 10 грамм пептона и 1 литр дистиллированной воды.

Было изучено образование наночастиц серебра реакционной смесью влажной биомассы используемых дрожжевых грибов и солью нитрата серебра. Биомасса дрожжевого гриба нужного количества была помещена в центрифугу и на скорости 15000 об/мин отделена от культурного вещества с помощью фильтрации. Далее, она была 3 раза промыта в центрифуге в 100 мл дистиллированной воды. После этого, отделенная влажная биомасса была взвешена на весах. 90 мл стерильной дистиллированной воды смешали с 10 граммами влажной биомассы и в полученную смесь добавили 1мл 10^{-3} молярного нитрата серебра (AgNO_3). Следующим шагом была инкубация полученного вещества при температуре 30 С вплоть до момента изменения цвета (3–4 дня).

В процессе проведения опыта с данной биомассой, для контроля также были проработаны варианты без добавления нитратной соли. В конце опыта био-

масса была отделена методом фильтрации, что дало возможность установить наличие наночастиц серебра в фильтрате. Первым признаком синтеза наночастиц серебра было изменение цвета реакционной смеси со светло-желтого на темно-коричневый. Следующим признаком было выявление пика абсорбции длиной в 370–450 нм на UV спектрофотометре («UV-VIS specord 250», Германия).

После приготовления препарата из коллоидного вещества, на высушенном полевым эмиссионном сканирующем электронном микроскопе (JEOL SEM 7600F, Япония) были изучены размеры и форма наночастиц серебра. На спектроскопе с рентгеновскими лучами (X-ray diffraction) была выявлена карта элемента образцов, а также установлено, что наночастицы являются именно частицами серебра.

Результаты и их обсуждение

Была установлена способность 6 штаммов дрожжевого гриба (*Saccharomyces spp.* BDU-A1; *Saccharomyces spp.* BDU-X3; *Saccharomyces spp.* BDU-Ü4; *Saccharomyces spp.* BDU-XR1; *Saccharomyces spp.* BDU-ŞR5; *Saccharomyces spp.* BDU-TR6) образовывать наночастицы серебра.

В процессе исследования особенностей образования наночастиц серебра дрожжевым грибом *Saccharomyces spp.* BDU-A1 было установлено, что при инкубации реакционной смеси, полученной при смешении влажной биомассы и нитратной соли серебра в колбе, она меняет цвет от светло-желтого к темно-коричневому. Первичным показателем образования наночастиц серебра считается именно это потемнение цвета реакционной смеси. Однако, в контрольной колбе изменение цвета не наблюдалось. Изъятый из потемневшей реакционной смеси образец был изучен под UV-VIS спектрофотометром. При этом, наблюдался очень слабый пик абсорбции длиной в 405 нм.

При инкубации изучаемого штамма *Saccharomyces spp.* BDU-X3 цвет реакционной смеси не изменился. Этот признак является первичным признаком, указывающим на образование наночастиц серебра. Изменение цвета также не наблюдалось и в контрольной колбе.

При анализе реакционной смеси биомассы штамма дрожжевого гриба с нитратной солью серебра под UV-VIS спектрофотометром, наблюдался очень маленький пик абсорбции в 405 нм.

При изучении особенности штамма дрожжевого гриба *Saccharomyces spp.* BDU-Ü4 образовывать наночастицы серебра, по сравнению с контрольной колбой,

потемнение цвета реакционной смеси, помещенной в главную колбу, было слабым. При спектрофотометрическом анализе образцов инкубированной реакционной смеси наблюдался очень слабый пик абсорбции длиной в 410 нм.

При инкубации реакционной смеси нитратной соли серебра и влажной биомассы штамма дрожжевого гриба *Saccharomyces spp.* BDU-ŞR5 в термостате в темной среде, она изменила цвет со светлого на темный. Однако, при проведении анализа образца этой же реакционной смеси под UV-VIS спектрофотометром, выделился очень слабый пик абсорбции длиной в 425 нм.

При инкубации реакционной смеси нитратной соли серебра и влажной биомассы штамма дрожжевого гриба *Saccharomyces spp.* BDU-TR6 в термостате в темной среде, она изменила цвет со светлого на темный. При контроле изменение цвета не наблюдалось. Тем не менее, при проведении анализа этой же реакционной смеси под UV-VIS спектрофотометром, выделился очень слабый пик абсорбции длиной в 405 нм.

Цвет реакционной смеси биомассы культуры микроба *Saccharomyces spp.* BDU-XR1 с нитратной солью серебра, инкубированной в колбе, изменился со светло-желтого на темно-коричневый. В контрольной колбе изменения цвета не наблюдалось. Изменение цвета смеси в первую очередь говорит о наличии наночастиц серебра. По итогам анализа коллоидного вещества под UV-VIS спектрофотометром, в нем было обнаружено образование наночастиц серебра. При этом наблюдался пик абсорбции длиной в 415 нм. Таким образом, пик абсорбции данной длины подходит наночастицам серебра. В связи с тем, что в данном образце было достаточно большое количество наночастиц серебра, пик абсор-

бции был ясно виден под UV спектром. Из коллоидного вещества был приготовлен препарат, который затем изучили под сканирующим микроскопом. Были выявлены наночастицы серебра круглой формы. Диаметр данных наночастиц был равен 17,2 нм. На спектроскопе с рентгеновскими лучами была выявлена карта элемента этих наночастиц, а также установлен пик абсорбции AgLa1, характерный именно для наночастиц серебра.

Таким образом было выявлено что, способные затемнять цвет реакционной жидкости, штаммы *Saccharomyces spp.* BDU-A1, *Saccharomyces spp.* BDU-X3, *Saccharomyces spp.* BDU-Ü4, *Saccharomyces spp.* BDU-XR1, *Saccharomyces spp.* BDU-ŞR5 и *Saccharomyces spp.* BDU-TR6, также имеют способность (слабую или сильную) образовывать наночастицы серебра. При рассмотрении под UV-VIS спектрофотометром наночастицы серебра, образованные штаммами *Saccharomyces spp.* BDU-A1, *Saccharomyces spp.* BDU-X3 и *Saccharomyces spp.* BDU-TR6 показали пик абсорбции длиной в 405 нм. При том же рассмотрении, наночастицы, образованные штаммом *Saccharomyces spp.* BDU-Ü4, показали пик абсорбции длиной в 410 нм; образованные штаммом *Saccharomyces spp.* BDU-ŞR5 — длиной в 425 нм; образованные штаммом *Saccharomyces spp.* BDU-XR1 — длиной в 415 нм. В отличие от ранее исследуемых штаммов, наночастицы серебра, образованные именно этим штаммом под микроскопом показали круглую форму и размер в 17,2 нм. Активный процесс биосинтеза наночастиц серебра наблюдался в штамме *Saccharomyces spp.* BDU-XR1. Выделение наночастицами серебра пика абсорбции разной длины в зависимости от вида штамма, скорее всего является результатом образования этими частицами конгломератов разного размера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бозкурт, Х. Дж., Джафаров М.М., Сеидова, К.Г. Образование наночастиц серебра в культуральной жидкости штамма дрожжевого гриба *Candida guilliermondii* BDU-217 // Труды Института Микробиологии НАНА, — 2017. с.15, № 1, — с. 214–219.
2. Бозкурт, Х. Дж., Джафаров М.М., Ганбаров Х.Г. Образование металлических наночастиц дрожжевыми грибами и их изучение // Вестник Бакинского Университета, Серия Естественные Науки, — 2017. № 2, — с. 34–42.
3. Бабьева, И.В., Голубева, В.И. Методы выделения и идентификации дрожжей — Москва: Пищевая промышленность, — 1979, — 120 с.
4. Джафаров, М.М., Сеидова, К.Г., Бозкурт, Х. Дж. и др. Выбор оптимальной питательной среды для получения биомассы штамма дрожжевого гриба *Candida guilliermondii* BDU-217 / Перспективы развития науки, образования и общества. По материалам Международной научно-практической конференции, — Тамбов: — 2016. Ч. 5, — с. 45–46.
5. Джафаров, М.М., Гусейнова, С.И., Эйвазова, Г.И. и др. Влияние температуры на образование серебряных наночастиц штаммом дрожжевого гриба *Candida guilliermondii* BDU-217 / Сборник научных трудов по материалам XI международной научной конференции «Научный диалог: Вопросы медицины», — Санкт-Петербург: — 15 сентября, — 2017, — с. 4.
6. Ревина, А.А. Некоторые особенности воздействия кластерного серебра на дрожжевые клетки *Candida utilis* / Электронный журнал «Исследовано в России», — 2005. Т. 139, — с. 1403–1409.
7. Ahmed, T. Silver nanoparticles synthesized by using *Bacillus cereus*-SZT 1 ameliorated the damage of bacterial leaf blight pathogen in rice / Pathogens, — 2020. Vol. 9, Iss. 3, — p.160.

8. Begun, N. Biogenic Synthesis of Au and Ag Nanoparticles Using Aqueous Solutions of Black Teas Leaf Extracts // *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, — 2013. Vol. 71, Iss. 1, — p.113–118.
9. Chauhan, R., Reddy, A., Abraham, J. Biosynthesis and antimicrobial potential of silver and zinc oxide nanoparticles using *Candida diversa* strain JA1 // *Der Pahrma Chemica*, — 2014. Vol. 6, Iss. 3, — p.39–47.
10. Dos Santos, C. Silver nanoparticles: therapeutical uses, toxicity and safety issues / *Journal of Pharmaceutical Science*, — 2014. Vol. 103, Iss. 7, — p.1931–1944.
11. Ganbarov, K h.G. Microbial synthesis of silver nanoparticles by *Candida macedoniensis* BDU-MI44 / *Journal of Research Studies in Biosciences*, — 2016. Vol. 4, Iss. 5, — p.1–5.
12. Ganbarov, K h.G. Comparative study the production of silver nanoparticles with the cultural supernatant and biomass of yeast *Candida guilliermondii* BDU-217 / *International Eurasian conference on Biological and chemical sciences, Eurasian Bio Chem, Ankara / Turkey*, — 2018. — s.94–99.
13. Ganbarov, K h.G. The impact of temperature on synthesis of silver nanoparticles by *Candida macedoniensis* BDU-MI44 / *Наука и образование, общество. Вестник научных конференций, Тамбов*, — 2019. Iss. 9–2 (49), ч. 2, — с.7.
14. Hasanova, S. The study of morphological and cultural properties of Actinomycetes forming silver nanoparticles / *Advances in Biology and Earth Sciences*, — 2017. Vol. 2, Iss. 2, — p.168–174.
15. Hassan, A., Mansour, M., Mahmoud, H. Biosynthesis of silver nanoparticles by *Candida albicans* and its antifungal activity on some fungal pathogens // *New York Science Journal*, — 2013. Vol. 6, Iss. 3, — p. 27–34.
16. He, F. Extracellular biosynthesis of Ag nanoparticles by commercial Baker's yeast / *Advanced Materials Research*, — 2013. Vol. 785786, — p.370–373.
17. Ishida, K. Silver nanoparticle production by the fungus *Fusarium oxysporum*: nanoparticle characterization and analysis of antifungal activity against pathogenic yeasts / *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, — 2014. Vol. 106, Iss. 2, — p.220–228.
18. Irvani, H., Mirmohammadi, S., Zolfagari, B. Synthesis of silver nanoparticles:
19. chemical, physical and biological methods // *Research in pharmacevtical Sciences*, — 2014. Vol. 9, Iss. 6, — p.385–406.
20. Ishida, K. Silver nanoparticle production by the fungus *Fusarium oxysporum*: nanoparticle characterisation and analysis of antifungal activity against pathogenic yeasts / *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, — 2013. Vol. 109, Iss. 2, — p.220–228.
21. Jeeva, K. *Caesalpinia coriaria* leaf extracts mediated biosynthesis of metallic silver nanoparticles and their antibacterial activity against clinically isolated pathogens / *Industrial Crops and Products*, — 2014. Vol. 52, Iss. 1, — p.714–720.

© Джафаров Мирмуса Мириш (safarov.67@mail.ru),

Гусейнова Сенем Исмаил (azadeliyevaseadet@gmail.com), Азадалиева Саадет Фазахим.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Бакинский государственный университет

РАСТИТЕЛЬНЫЕ БАВ АНТИМИКРОБНОГО ДЕЙСТВИЯ: ТЕРПЕНОИДЫ, СУЛЬФОПРОИЗВОДНЫЕ И ТИОЦИАНАТЫ¹

PLANT BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF ANTIMICROBIAL ACTION: TERPENOIDS, SULFONATES AND THIOCYANATES

**O. Kvan
G. Duskaev
K. Kartekenov
A. Gvozdikova**

Summary. The widespread use of antibiotics has led to the emergence of antimicrobial resistance, which has led to the ineffectiveness of drugs. This fact has contributed to the study of new biologically active chemicals from plants to act against microbial resistance.

Keywords: antimicrobial compounds, terpenoids, thiocyanates, antimicrobial action, plant extracts.

Кван Ольга Вилориевна

Кандидат биологических наук
Оренбургский государственный университет
kwan111@yandex.ru

Дускаев Галимжан Калиханович

Доктор биологических наук
Оренбургский государственный университет

Картекенев Канат Шарипович

Кандидат биологических наук
Оренбургский государственный университет

Гвоздикова Анастасия Михайловна

Кандидат биологических наук
Оренбургский государственный университет

Аннотация. Широкое использование антибиотиков привело к возникновению устойчивости к противомикробным препаратам, что привело к неэффективности лекарственных препаратов. Это факт поспособствовал изучению новых биологически активных химических веществ из растений, чтобы действовать против микробной устойчивости.

Ключевые слова: антимикробные соединения, терпеноиды, тиоцианаты, антимикробное действие, растительные экстракты.

Введение

Фитохимические исследования выявили наличие различных соединений, ответственных за противомикробную, противовоспалительную и противовирусную активность. Фенольные смолы, алкалоиды, флавоноиды, тритерпены и стероиды растений оказались наиболее БАВ???, проявляющими значительную антимикробную активность [1–5].

Такие виды, как Melissa лекарственная (*Melissa officinalis* L.), чеснок посевной (*Allium sativum* L.) и чайное дерево (*Melaleuca alternifolia*) описываются как антимикробные агенты широкого спектра действия. Экстракты листьев *Myrtus communis* и *Verbena officinalis* проявляли хорошую антибактериальную активность против *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* и *Salmonella typhi*. *Myrtus communis* также показал замечательную активность против *Pseudomonas aeruginosa*.

Масло семян моркови посевной!!! (*Daucus carota*) и масло чайного дерева (*Melaleuca alternifolia*) проявляют противомикробную активность против *Helicobacter pylori* и *Mycoplasma pneumoniae* соответственно [лучше дать ссылку здесь]. Метанольные экстракты *Oxalis corniculata*, *Artemisia vulgaris*, *Cinnamomum tamala* и *Ageratina adenophora* проявляли антимикробную активность в отношении *Escherichia coli*, *Salmonella Typhi*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* и *Citrobacter koseri*. *Punica granatum* продемонстрировала высокую активность в отношении *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* и *Enterobacter cloacae* [6–7].

Эндофитный гриб, выделенный из лекарственного растения *Hypericum actosepalum*, содержал некоторые соединения, включая гиперенон А, гиперкалин В, гиперфорин и эмодин, ответственные за антибактериальную активность в отношении резистентного золотистого стафилококка, клебсиеллы пневмонии,

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда 22-16-00036

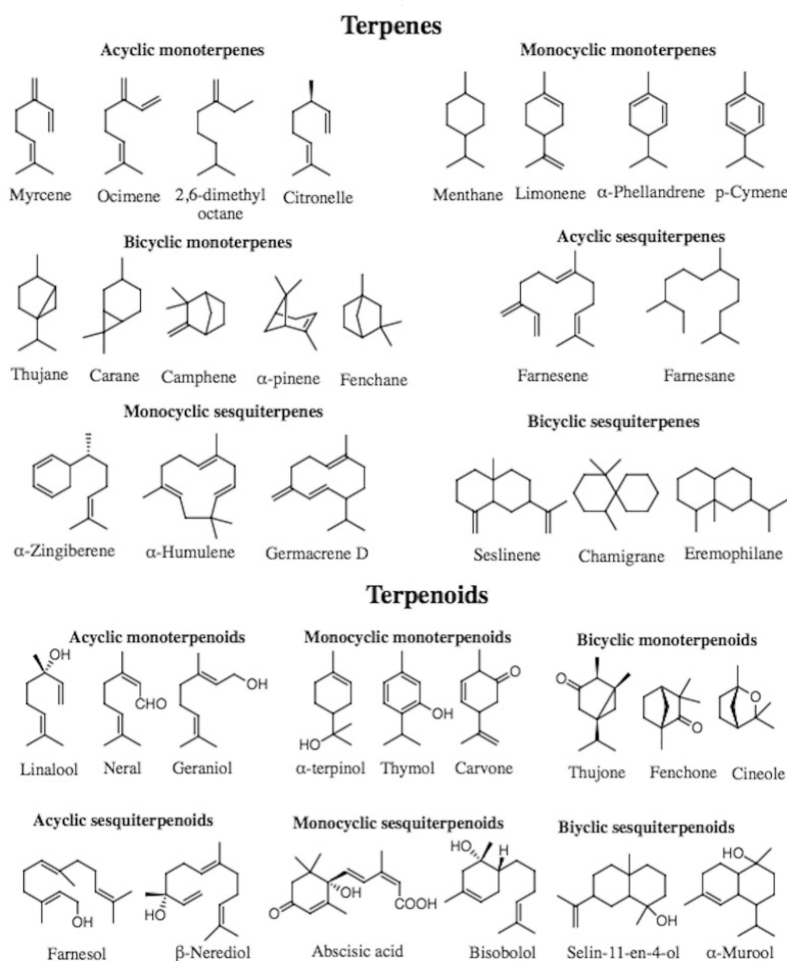


Рис. 1. Химическая структура терпенов и терпеноидов [10]

синегнойной палочки, сальмонеллы энтерики, кишечной палочки, микобактерий туберкулеза, на грибковые штаммы *Aspergillus niger* и *Candida albicans* [8]. *Hypericum olympicum* содержит многочисленные соединения эфирных масел, основными компонентами которых являются Е-анетол, β -фарнезен и спатуленол, в то время как другие компоненты включают Е-кариофиллен, гермакрен D, терпены и новый тип ацилфлороглюцина. Неочищенный метанольный экстракт зверобоя олимпийского (латынь) показал широкий спектр очень сильной антимикробной активности, при этом самая высокая активность наблюдалась в отношении *Klebsiella pneumoniae* и *Salmonella enteritidis*.

В связи с вышеизложенным актуальны исследования, касающиеся исследования противомикробной активности лекарственных растений, основных механизмов действия, механизмов бактериальной резистентности, химических соединений растительного происхождения, которые могут быть ответственны за такую активность. **Цель данного обзора** включа-

ет в себя данные, в основном касающиеся специфики действия вторичных метаболитов с антимикробными эффектами, относящихся к группе терпено-, сульфо- и цианопроизводных, и представляет результаты исследований научных коллективов, базирующихся в разных странах мира.

Терпеноиды составляют одну из самых крупных и структурно различных групп природных соединений, они широко распространены в природе, с различным строением и большим разнообразием. На сегодняшний день, в природе обнаружено более 50 000 терпеноидов, некоторые из них играют важную роль в росте и развитии растений. Есть также некоторые терпеноиды, имеющие важное экономическое значение. Они используются как пестициды и инсектициды [9].

Механизмы действия природных соединений связаны с дезинтеграцией цитоплазматической мембраны, дестабилизацией протон-движущей силы, потока электронов, активного транспорта и коагуляцией

клеточного содержимого. Важные характеристики, ответственные за антимикробное действие эфирных масел, включают гидрофобные компоненты, которые позволяют участвовать липидам из бактериальной клеточной мембраны, что нарушает клеточные структуры и делает их более проницаемыми [ссылка].

Химические соединения эфирных масел также действуют на белки цитоплазматической мембраны. Циклические углеводороды действуют на АТФазы, ферменты, которые, как известно, расположены на цитоплазматической мембране и окружены молекулами липидов. Кроме того, липидные углеводороды могут искажать взаимодействие липидов с белками, а также возможно прямое взаимодействие липофильных соединений с гидрофобными частями белка. Некоторые эфирные масла стимулируют рост псевдомонии, что свидетельствует о том, что они могут воздействовать на ферменты, участвующие в синтезе структурных компонентов бактерий.

Терпены или изопреноиды являются основными компонентами эфирных масел с молекулярными структурами, содержащими углеродные скелеты 2-метилбута-1,3-диена (изопреновые звенья), которые могут быть перестроены в циклические структуры [10]. Количество изопреновых звеньев в первую очередь отвечает за структурное разнообразие терпенов. Гемитерпены (ГТ) образованы одним изопреновым звеном (C5), монотерпенами (C10), сесквитерпенами (C15), дитерпенами (C20), тритерпенами (C30) и тетратерпенами (C40). Гемитерпены составляют незначительную часть терпенов, обнаруженных в эфирных маслах. Самый выдающийся ГТ изопрен, который выделяется из трав и листьев многих деревьев, таких как хвойные деревья, дубы, тополя и ивы. Примеры ГТ включают ангельскую, тиглицкую, изовалериановую и сенециевую кислоты. Монотерпены являются преобладающими компонентами эфирных масел (90%), за ними следуют сесквитерпены [10]. Дитерпены, тритерпены и тетратерпены с их оксигенированными производными также обнаруживаются в небольших количествах. Примеры биоактивных соединений терпенов представлены на рис. 1.

Терпеноиды — еще один тип терпенов, содержащих молекулы кислорода, построенные путем биохимических модификаций (удаление или добавление метильных групп) [11]. Терпеноиды можно разделить на спирты, альдегиды, сложные эфиры, эфиры, эпоксиды, кетоны и фенолы. Примерами терпеноидов являются: карвакрол, цитронеллаль, гераниол, линалоол, линалилацетат, пиперитон, ментол и тимол [12]. Эти БАВ обладают несколькими биологическими активностями, такими как противораковая, противоаллергическая, антибактериальная и антиоксидантная [10]. Например, лимонен оказывает синергетическое модулирующее

действие с антибиотиками гентамицина при ингибировании грамположительного золотистого стафилококка и грамотрицательной кишечной палочки, а также некоторых резистентных бактерий. Кроме того, комбинация лимонена и ϵ -полилизина демонстрирует аддитивный и полезный синергетический эффект против *E. coli*, *S. aureus*, *Bacillus subtilis* и *Saccharomyces cerevisiae*.

Изомеры монотерпенового терпинеола (α -терпинеол, терпинен-4-ол и δ -терпинеол) обладают хорошим ингибирующим действием на некоторые грамотрицательные бактерии, особенно на *Shigella flexneri*, с механизмами проницаемости бактериальной мембраны, приводящими к высвобождению нуклеиновых кислот и белков вместе с снижением мембранного потенциала.

Хинокитиол эффективен против панелей штаммов *Candida* с несколькими механизмами устойчивости к азолам и ингибирует рост *Candida albicans* []. Механизм действия хинокитиола объясняется хелатным эффектом внутриклеточного железосодержащего грибка и ингибирует дыхание грибковых клеток, но мало влияет на клетки млекопитающих. Кроме того, также было продемонстрировано, что хинокитиол оказывает предполагаемое антибактериальное действие с низким или нулевым негативным воздействием на человека-хозяина или окружающую среду [].

Другими примерами терпеноидов с противомикробным действием являются эвгенол. Эвгенол показал быстрое бактерицидное действие в отношении *Salmonella enterica* серовара *Typhimurium*. Эвгенол также продемонстрировал превосходную бактерицидную активность в отношении штаммов *S. aureus*. Соединения карвеол, цитронеллол и гераниол обладают быстрым бактерицидным действием в отношении кишечной палочки. Кроме того, карвакрол, L-карвеол, эвгенол, транс-гераниол и тимол показали более высокую активность по сравнению с сульфаниламидом [].

Терпены и другие терпеноидные соединения, такие как бакучиол, α -пинен, линалоол, шампен, гераниол, 1,8-цинеол, α -фелландрен, 3-карен, п-цимен, периллиловый спирт, борнилацетат и изомеры цитраля, также оказывают ингибирующее действие на рост микроорганизмов [13].

Raut и соавт. (2013) обнаружили, что ментол оказывает значительное ингибирующее действие на биопленку *Candida albicans* [14].

Спирт пачули представляет собой трициклическое сесквитерпеноидное соединение, содержащееся в *Pogostemon cablin*. Ху и др. обнаружили, что он обладал антихеликобактерной активностью *in vitro*

и *in vitro* []. Экспериментальные данные показывают, что бактерицидный эффект эфирного масла пачули зависит от времени и дозы при различных условиях pH, а минимальные бактерицидные концентрации составляли 25–75 мкг/мл. Кроме того, спирт пачули оказывал значительное ингибирующее действие на движение *H. pylori* и образование жгутиков [].

Pseudomonas aeruginosa является клинически важным условным возбудителем с выраженной патогенностью и высокой летальностью. Из-за широкого применения антибиотиков снижается его чувствительность к большинству препаратов. Однако Cheng и соавт. (год) обнаружили, что андрографолид — соединение дитерпенового лактона растения *Andrographis paniculata* — оказывает значительное ингибирующее действие на биопленку *P. aeruginosa* и вызывает синергический антибактериальный эффект с азитромицином [15].

Ваперjee и соавт. (год) обнаружили, что андрографолид обладает потенциальной антибактериальной активностью в отношении большинства протестированных грамположительных бактерий, среди при этом наиболее чувствителен к стафилококку *S. aureus* со значением минимальной ингибирующей концентрации 100 мкг/мл и оказывает ингибирующее действие на образование его биопленки [16].

Олеаноловая кислота представляет собой пентациклическое тритерпеноидное соединение, выделенное из растений. Результаты одного исследования показали, что олеаноловая кислота оказывает ингибирующее действие на *S. aureus*, метициллинрезистентный *S. aureus*, *Streptococcus mutans*, *Listeria monocytogenes*, *Enterococcus faecium* и *Enterococcus faecalis* [].

Сероорганические соединения растений представляют собой одну из основных групп фитохимических веществ, обладающих широким спектром биологической активности. Сера является важным соединением для биосинтеза различных вторичных метаболитов, таких как фитоалексины, глюкозинолаты и аллиины. Эти метаболитические соединения играют жизненно важную роль в физиологии и защите растений от ряда экологических стрессов. Более 200 различных видов глюкозинолатов было изучено, и 30 из них идентифицированы в культурах *Brassica*. Продукты распада глюкозинолатов играют жизненно важную роль в механизмах защиты растений от патогенов и насекомых. Кроме того, эти продукты распада привлекли большое внимание из-за их антиканцерогенных свойств.

Имеется обширная литература по теме антибактериальной, противогрибковой, противовирусной и проти-

вопротозойной активности серосодержащих соединений, полученных из растений с высоким содержанием полисульфидов. Наиболее важными соединениями являются аллицин, аджоен и изотиоцианаты. Было обнаружено, что эти соединения эффективны как против грамположительных, так и против грамотрицательных бактерий, включая *Helicobacter pylori*.

Антимикробные механизмы серосодержащих соединений могут включать ингибирование сульфгидрилзависимых ферментов, а также частичное ингибирование синтеза ДНК и белка. Некоторые соединения также могут нарушать целостность клеточной стенки и приводить к утечке клеточных метаболитов. Противогрибковая активность этих соединений может быть связана со снижением скорости потребления кислорода, внутриклеточным накоплением активных форм кислорода и деполяризацией митохондриальной мембраны.

В обзоре [17] был проведен сбор информации о различных серосодержащих компонентах, экстрактов растений — алк(ен)илцистеинсульфоксидов, S-аллилцистеина, тиосульфидов (в основном аллицина), диаллила, моно-ди- и трисульфидов, винилдитионов и (E)- и (Z)-аджоен под влиянием растительных матриц и других факторов.

В свежем чесноке содержание S-алк(ен)ил-1-цистеинсульфоксидов (АЦС) составляет 3–14 мг/г свежего веса, среди которых основным является аллиин (S-аллилцистеинсульфоксид) (АЛС). Еще одним соединением чеснока посевного, которое, как было доказано, вызывает апоптоз в опухолевых клетках, является метаболит тиосульфидата — аллицин. Противораковый механизм действия активных соединений может быть косвенным (через усиление иммунной системы) или прямым, через превращение аллилсульфидов в сульфановую серу в опухолевых клетках, влияя на пролиферативные сигналы [18].

Аллицин очень нестабилен и превращается в жирорастворимые сульфиды, такие как диаллилсульфид (ДС), диаллилдисульфид (ДДС) и диаллилтрисульфид (ДТС). Установлено, что ДТС играет роль в повышении ацетилирования гистонов, приводящее к подавлению экспрессии онкогенного белка в организме человека раковых клеток [].

Органические изотиоцианаты (ИТЦ) не встречаются в природе в свободной форме, но высвобождаются из глюкозинолатов в тканях растений путем ферментативного расщепления. В эту группу входят соединения с самыми разными структурными особенностями, начиная от простейшего метилизотиоцианата, содержащегося в растении каперсы, до структурно сложного изотиоцианата вельвитиндолинона, получаемого

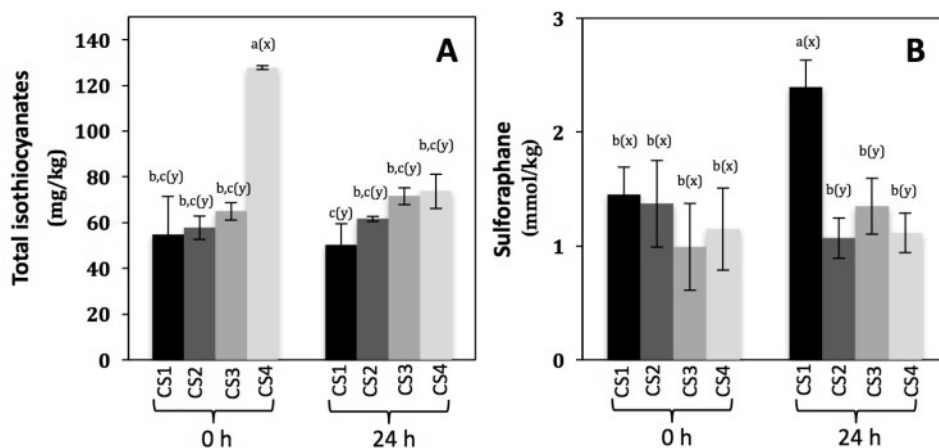


Рис. 2. Концентрация общих изотиоцианатов (А) и сульфорафана (В) в брокколи, подвергнутых различным способам нарезки и хранившихся в течение 0 и 24 ч при 20 °С. Способы нарезки: соцветие (CS1), соцветие, разрезанное на две равные части (CS2), соцветие, разрезанное на четыре равные части (CS3), измельченные соцветия (CS4). Данные представляют собой среднее из трех повторений ± стандартная ошибка среднего. Различные буквы среди столбцов указывают на статистическую разницу по тесту LSD ($p < 0,05$). (а–с) при сравнении всех обработок и времени хранения, (xy) при сравнении всех обработок при одном и том же времени хранения (0 ч или 24 ч).

из отвара сине-зеленой водоросли, имеющей мостиковую систему колец и многочисленные стереогенные центры, включая четвертичные атомы углерода и множество гетероатомов.

Ключевой особенностью всех этих соединений является роль изотиоцианатной функции в их биологической активности. За последние несколько лет были опубликованы многочисленные комплексные обзоры биологической активности природных ИТЦ в целом и сульфорафана, входящего в состав брокколи, который считается одним из важнейших противоопухолевых соединений. Фактически, подавляющее большинство обзоров сосредоточено на биологической активности ИТЦ и опускает другие важные аспекты, такие как синтез и взаимосвязь структура-активность [18].

Изотиоцианаты являются одним из продуктов гидролиза глюкозинолатов под действием мирозиназы (тиоглюкозидглюкогидролазы) и участвуют в профилактике различных хронических и дегенеративных заболеваний растений.

Общее содержание изотиоцианатов проанализировано Torres-Contreras с коллегами так, сразу после разрезания общее количество изотиоцианатов увеличилось на 133% (с 54,77 до 127,8 мг/кг) в CS4 по сравнению с CS1. Вероятно, это связано с действием мирозиназы, так как после ранения растительная клетка декомпартментализована, что позволяет взаимодействовать между глюкозинолатами и мирозиназой.

В дополнение к общему количеству изотиоцианатов оценивали содержание определенного изотиоцианата (сульфорафана), поскольку это соединение тесно связано с профилактикой рака и представляет собой гидролиз продукт глюкорафанина, одного из основных глюкозинолатов брокколи.

Интересно, что содержание сульфорафана оставалось неизменным сразу после применения различных способов резки брокколи (Рис. 2 В), тогда как общее содержание изотиоцианатов увеличивалось в CS4 (рис. 2 А). Это можно объяснить тем, что глюкозинолат гидролизует сразу после разрезания, что касается влияния времени хранения на общее содержание изотиоцианата в брокколи, подвергшейся разным способам нарезки (рис. 2 А), уровни остались неизменными в CS1, CS2 и CS3, однако содержание CS4 снизилось на 42% (со 127,8 до 73,67 мг/кг). С другой стороны, содержание сульфорафана увеличилось на 65% (с 1,45 до 2,39 ммоль/кг) в CS1, в то время как содержание других способов нарезки после хранения не изменилось (рис. 2 В). Это можно объяснить с точки зрения устойчивости изотиоцианата к различным факторам, таким как кислород.

В случае общего количества изотиоцианатов соединения, полученные после резки в CS4, были чувствительны к условиям хранения, поскольку этот способ резки сильно подвергается воздействию кислорода из-за более высокого уменьшенного размера частиц по сравнению с другими CS.

Заклучение

Информация, собранная в этом обзоре, показывает, что активные компоненты терпеноидной и сульфоновой природы имеют решающее значение в антимикробной терапии. Тем не менее, необходимы дополнительные исследования, чтобы понять механизм биологических свойств отдельных компонентов в реализации противомикробного действия. Результаты текущих исследований показывают, что различные терпеноиды и сульфопроизводные обладают значи-

тельным антибактериальным действием, что играет значительную роль в разработке новых препаратов фитобиотиков. В то же время биологическая активность многих БАВ по-прежнему требуют глубоких и тщательных исследований.

Современные технологии молекулярных сетей могут быть использованы для дальнейшего изучения взаимосвязь структура-активность БАВ растений. Скрининг антимикробной активности БАВ по-прежнему является ключевым шагом в разработке новых фитопрепаратов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rehman, F.; Mairaj, S. Antimicrobial Studies of Allicin and Ajoene | Request PDF. *Int. J. Pharm. Bio Sci.* 2013, 4, 1095–1105.
2. Upadhayay, U.P.P.D.; Ewam, P.C.V.V.; Ewam, U.P.C.V.V.; Sansthan, G.-A. Immunomodulatory and Therapeutic Potentials of Herbal, Traditional/Indigenous and Ethnoveterinary Medicines" Mahima, "Anu Rahal", Rajib Deb, "Shyma, K. Latheef", Hari Abdul Samad. *Pak. J. Biol. Sci.* 2012, 15, 754–774.
3. Hassan Amir and Ullah Himayat. Antibacterial and Antifungal Activities of the Medicinal Plant *Veronica biloba*. *Journal of Chemistry Volume* 2019. 2019. 7 pages. <https://doi.org/10.1155/2019/5264943>.
4. Shankar, S.R.; Rangarajan, R.; Sarada, D.V.L.; Kumar, C.S. Evaluation of Antibacterial Activity and Phytochemical Screening of *Wrightia Tinctoria* L. *Pharmacogn. J.* 2010, 2, 19–22.
5. Karimov I., Kondrashova K., Duskaev G., Kvan O. Evaluation of effects of rumen fluid in combination with probiotic preparations and vanillin on the luminescence of a recombinant strain *E. coli*. *E3S Web of Conferences*, 2020. 143, статья № 02034.
6. Yausheva E., Kosyan D., Duskaev G., Kvan O., Rakhmatullin S. Evaluation of the impact of plant extracts in different concentrations on the ecosystem of broilers' intestine. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 2019. 9 (4), pp. 4168–4171. DOI 10.33263/BRIAC94.168171.
7. Inchagova K.S., Duskaev G.K., Deryabin D.G. Quorum Sensing Inhibition in *Chromobacterium violaceum* by Amikacin Combination with Activated Charcoal or Small Plant-Derived Molecules (Pyrogallol and Coumarin). *Microbiology (Russian Federation)*, 2019. 88 (1), pp. 63–71. DOI 10.1134/S0026261719010132.
8. Ruddaraju, L.K.; Pammi, S.V.N.; Guntuku, G.S.; Padavala, V.S.; Kolapalli, V.R.M. A Review on Anti-Bacterials to Combat Resistance: From Ancient Era of Plants and Metals to Present and Future Perspectives of Green Nano Technological Combinations. *Asian J. Pharm. Sci.* 2020, 15, 42–59.
9. Reker, D.; Perna, A.M.; Rodrigues, T.; Schneider, P.; Reutlinger, M.; Mönch, B.; Koeberle, A.; Lamers, C.; Gabler, M.; Steinmetz, H.; et al. Revealing the Macromolecular Targets of Complex Natural Products. *Nat. Chem.* 2014, 6, 1072–1078.
10. Masyita Ayu, Reka Mustika Sari, Ayun Dwi Astuti, Budiman Yasir, Nur Rahma Rumata, Talha Bin Emran, Firzan Nainu, Jesus Simal-Gandara. Terpenes and terpenoids as main bioactive compounds of essential oils, their roles in human health and potential application as natural food preservatives. *Food Chemistry: X. Volume 13.* 2022. 100217.
11. Pandey A.K., P. Kumar, P. Singh, N.N. Tripathi, V.K. Bajpai. Essential oils: Sources of antimicrobials and food preservatives. *Frontiers in Microbiology*, 7 (2017).
12. Silva NCC, Fernandes Júnior A. Biological properties of medicinal plants: a review of their antimicrobial activity. *The Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*. 2010. volume 16. issue 3. P. 402–413.
13. Raut JS, Shinde RB, Chauhan NM, Karuppayil SM. Terpenoids of plant origin inhibit morphogenesis, adhesion, and biofilm formation by *Candida albicans*. *Biofouling*. 2013;29(1):87–96. doi: 10.1080/08927014.2012.749398
14. Cheng HJ, Liu J, Zhang G. The anti-bacterial effect of andrographolide against *Pseudomonas aeruginosa* biofilm and azithromycin. *Chinese J Microecology*. 2012;24:120–123.
15. Banerjee M, Parai D, Chattopadhyay S, Mukherjee SK. Andrographolide: antibacterial activity against common bacteria of human health concern and possible mechanism of action. *Folia Microbiol.* 2017;62(3):237–244.
16. Daniela A. Ramirez, Daniela A. Locatelli, Roxana E. González, Pablo F. Cavagnaro, Alejandra B. Camargo. Analytical methods for bioactive sulfur compounds in *Allium*: An integrated review and future directions, *ournal of Food Composition and Analysis*, Volume 61, 2017, Pages 4–19, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.09.012>.
17. Wagner, H.; Ulrich-Merzenich, G. Synergy Research: Approaching a New Generation of Phytopharmaceuticals. *Phytomedicine* 2009, 16, 97–110.
18. Dzatam, J.K.; Kuete, V. Antibacterial and Antibiotic-Modifying Activity of Methanol Extracts from Six Cameroonian Food Plants against Multidrug-Resistant Enteric Bacteria. *BioMed Res. Int.* 2017, 2017, 1583510.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДА ДОНЕЦКА

ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF NOISE POLLUTION IN THE CITY OF DONETSK

**V. Kornienko
A. Yaitsky**

Summary. The paper studies ecological consequences of noise pollution of urbanized territories using city of Donetsk as the example. The data of traffic flow intensity is given, and the vibration-acoustic noise of the territory is determined. Analysis of the obtained data shows the 40–45% excess of the maximum permissible levels of noise pollution, which should affect the condition of green spaces and their resilience. Examination of data on noise attenuation with distance in various dendrocoenoses revealed the plants with the best noise protection properties for the territory — *Populus bolleana* Lauche (38%) and *Ulmus laevis* Pall. (25%). At the same time, the largest share in the total population has *Acer platanoides* L. (45%), *Populus bolleana* Lauche (29%), *Ulmus laevis* Pall. (12%) and *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. (8%). The viability of existing 40–50 years old prevalent woody plants was estimated at 3 points out of 5. Under given anthropogenic loads, trees are found severely weakened, and having damage of the trunk and the architectonics of the crown.

Keywords: noise level of the territory, intensity of traffic flow, anthropopressing, environmental consequences, green spaces, viability.

Корниенко Владимир Олегович

Старший преподаватель, Донецкий национальный университет
kornienkovo@mail.ru

Яицкий Андрей Степанович

Старший преподаватель, Самарский государственный социально-педагогический университет
yaitsky@sgspu.ru

Аннотация. В работе представлены экологические последствия шумового загрязнения окружающей среды урбанизированных территорий, на примере города Донецка. Приведены данные по интенсивности транспортного потока, а также определен вибрационно-акустический шум исследованной территории. По результатам анализа полученных данных превышение ПДУ составляет 40–45%, что должно отражаться на состоянии зелёных насаждений и их долговечности. В результате анализа данных по затуханию шума с расстоянием в различных дендроценозах, определены виды с лучшими шумозащитными свойствами для данной территории: *Populus bolleana* Lauche (38%) и *Ulmus laevis* Pall. (25%). Наибольшую долю в общей видовой совокупности имеют такие виды как: *Acer platanoides* L. (45%), *Populus bolleana* Lauche (29%), *Ulmus laevis* Pall. (12%), *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. (8%). Жизнеспособность древесных растений в возрасте 40–50 лет по основным видам оценена в 3 балла. В условиях антропогенных нагрузок деревья в основном сильно ослабленные, и имеют повреждения ствола и архитектоники кроны.

Ключевые слова: зашумленность территории, интенсивность транспортного потока, антропопрессинг, экологические последствия, зелёные насаждения, жизнеспособность.

Введение

Городской антропогенный вибро-акустический шум складывается из шума и вибраций, создаваемых промышленными предприятиями, транспортными средствами, строительными работами и т.д. Среди перечисленных источников наибольший вклад в создание вибрационно-акустической шумовой нагрузки в современном крупном городе вносит именно транспортный шум [1–4].

Уровень уличного шума зависит от интенсивности движения, скорости автотранспортных средств и их характеристик (грузоподъемности [5], технического состояния и т.д.). Также важно состояние дорожного полотна и благоустройство прилегающей территории со специальными шумозащитными зелёными насаждениями [6].

Некоторые вопросы, касающиеся вибрационно-акустической обстановки в городе Донецке, были рассмотрены в период с 2007 по 2013 гг. [6; 7], однако после 2014 г. остается ряд невыясненных вопросов, касающихся вибрационно-акустической обстановки в городе и экологических эффектов такого воздействия. Особенно остро эта проблема возникла с началом военных событий на Донбассе и возникновению нового для современного Донецка антропогенного фактора.

Таким образом, целью работы является анализ шумового загрязнения города Донецка и экологических последствий действия постоянного, практически не прекращающего своё действие, физического (вибрационно-акустического) фактора антропогенного происхождения.

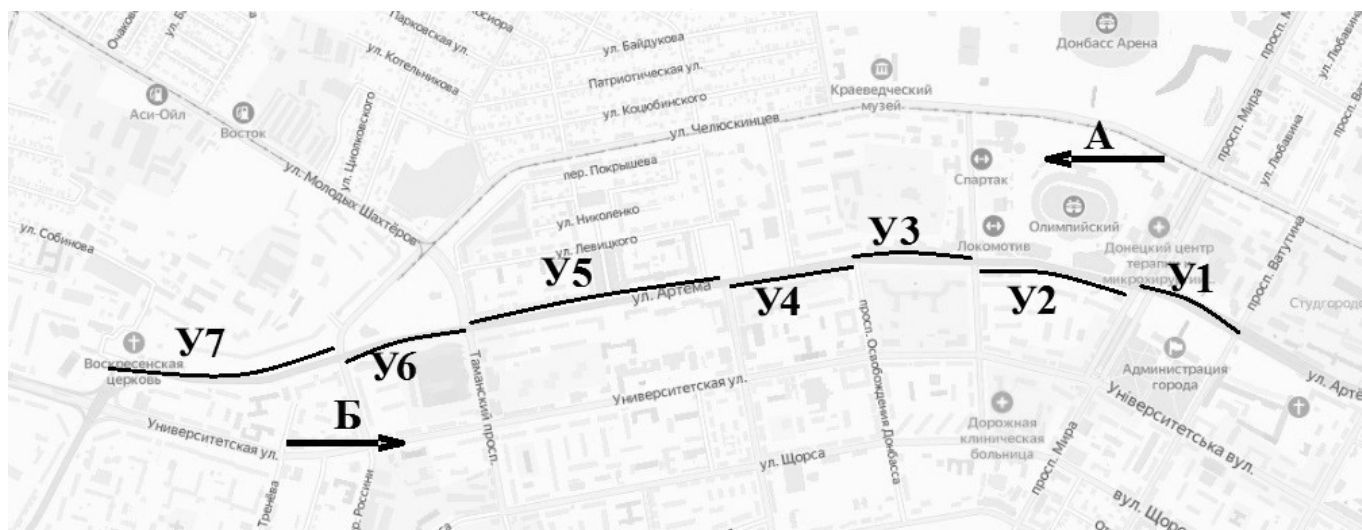


Рис. 1. Территория проведения исследований вдоль автомагистрали по ул. Артёма, г. Донецк (пр. Ватутина — пр. Киевский). Примечания: А — направление маршрута исследования состояния древесных растений от пр. Ватутина к пр. Киевский; Б — направление маршрута исследований от пр. Киевский к пр. Ватутина

Материалы и методы

Мониторинговые исследования проводились с 2018 по 2021 гг. в г. Донецке, вдоль автомагистрали по ул. Артёма. В ходе исследования было оценено более 550 древесных растений, произрастающих в первом ряду от автомагистрали. Среди них выделены основные виды: тополь Болле (*Populus bolleana* Lauche), клён остролистный (*Acer platanoides* L.), вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.). Жизненное состояние древесных растений оценивали по шкале В.А. Алексеева [8].

Территория проведения исследований. Исследуемая территория по центральной улице города Донецка (рис. 1) была разделена на 7 участков: U1 — пр. Ватутина — пр. Мира; U2 — пр. Мира — пр. Германа Титова; U3 — пр. Германа Титова — пр. Освобождения Донбасса; U4 — пр. Освобождения Донбасса — пр. Панфилова; U5 — пр. Панфилова — пр. Таманский; U6 — пр. Таманский — пр. Россини; U7 — пр. Россини — пр. Киевский (данные обозначения использованы на рис. 1, 2, 3 и в табл. 1).

Методика оценки вибрационно-акустического загрязнения на исследуемой территории. Определение интенсивности движения производилось вблизи автомагистрали, в двух направлениях по улице Артёма, от проспекта Ватутина до проспекта Киевский. Общая длина участка в двух направлениях 6 км. Интенсивность движения автотранспорта вдоль исследуемых участков на всей территории исследования оценивалась по количеству единиц автотранспорта определённого типа,

проезжающих мимо точки измерения за единицу времени [9].

Для статистической обработки данных использовали программу Microsoft Excel 2010.

Результаты и обсуждения

Оценка интенсивности транспортного потока исследуемого участка. Анализ интенсивности транспортного потока по центральной улице города Донецка оценивали в начале, середине и конце рабочего дня. На основании расчётов составлена гистограмма антропогенной нагруженности территории исследования (рис. 2).

Наибольшую загруженность имеют участки от пр. Мира до пр. Освобождения Донбасса с количеством транспортных средств более 1000 ед./час. На остальных участках количество автотранспорта в среднем находилось в диапазоне 650–750 ед./час. В среднем интенсивность автотранспорта на территории исследования составляла 806 ± 54 ед./час в будние дни. На всех изученных участках преобладающим видом транспорта являются легковые автомобили иностранного производства — их доля составляет около 60% (рис. 2). На долю легковых отечественных автомобилей и внедорожников приходится по 18–20% (рис. 2). Зашумленность территории зависит от количества автомобилей, проезжающих по автомагистрали, и грузоподъёмности этих транспортных средств [5]. В целом, транспортный

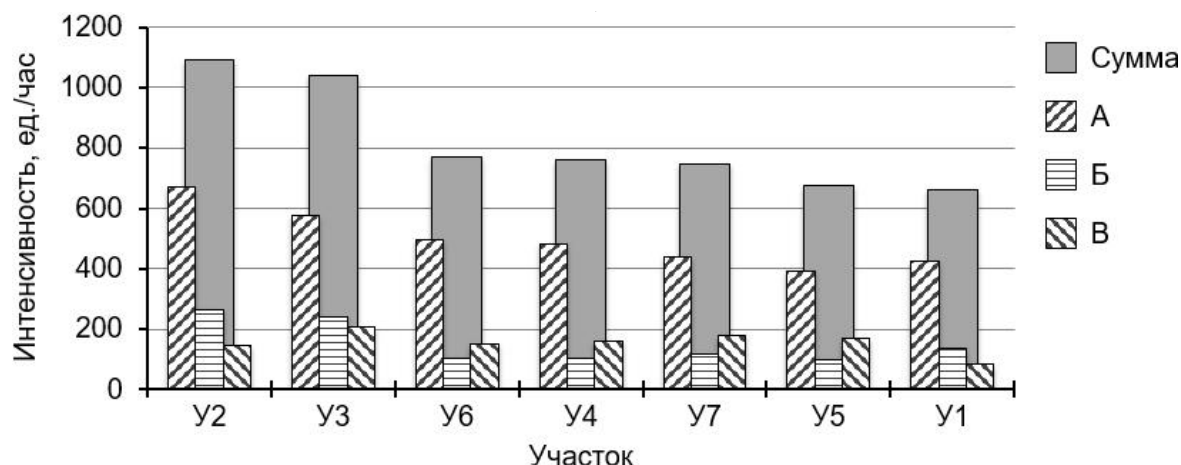


Рис. 2. Интенсивность транспортного потока на участках проведения исследований.
Примечания: А — автомобили легковые иностранные; Б — автомобили легковые отечественные; В — автомобили-внедорожники иностранные

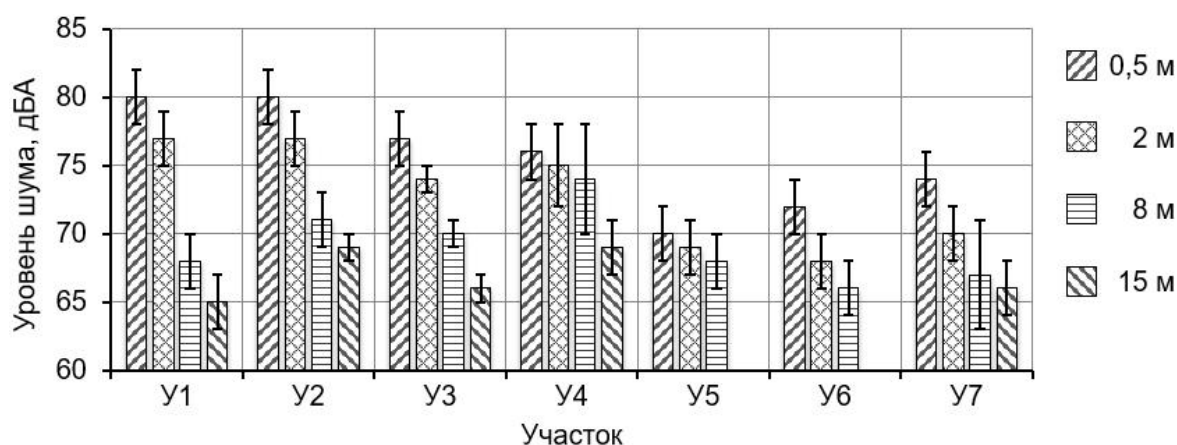


Рис. 3. Зашумленность исследованных участков по ул. Артёма от расстояния до автомагистрали

поток по улице Артёма можно оценить как интенсивный, а территорию как антропогенно нагруженную.

Оценка вибрационно-акустического загрязнения территории. Оценка вибрационно-акустического загрязнения исследуемого участка по ул. Артёма выполняли путем анализа данных, полученных с помощью шумомера Venetech GM1351, в будние дни с 08:00 до 18:00 часов (рис. 3).

На участках У1, У2, У3 наблюдается максимальная зашумленность территории со средними значениями вблизи автополотна (расстояние 0,5 м от бордюра) 80 ± 2 дБА. Учитывая СНиП 23-03-2003 «Защита от шума» [10], можем оценить превышение допустимого уровня шума на данных территориях. Так растения, произрастающие вдоль улицы Артёма на участках У1, У2, У3, испыты-

вают на себе звуковое давление, которое на 40–45% превышает допустимые нормы и как следствие, может отражаться на состоянии насаждений. Для остальных участков такое превышение составляет 30–38%. При удалении от автомагистрали звуковое давление снижается до значений нормы только на расстоянии 8–15 м. Максимальная шумовая нагрузка, вызванная автомобильным потоком на исследуемой территории при интенсивности транспортного потока 600–1000 ед./час, составляет 89–95 дБА. Также фиксировали значения и выше 110 дБА при прохождении тяжёлой гусеничной техники (эти случаи не часты на центральной улице, поэтому мы их не отражали на гистограмме). В среднем же вибрационно-акустический шум возле автомагистрали на исследуемой территории составлял 76 ± 3 дБА; в 1-м ряду насаждений — 73 ± 4 дБА и при удалении на 15 м — 67 ± 2 дБА.

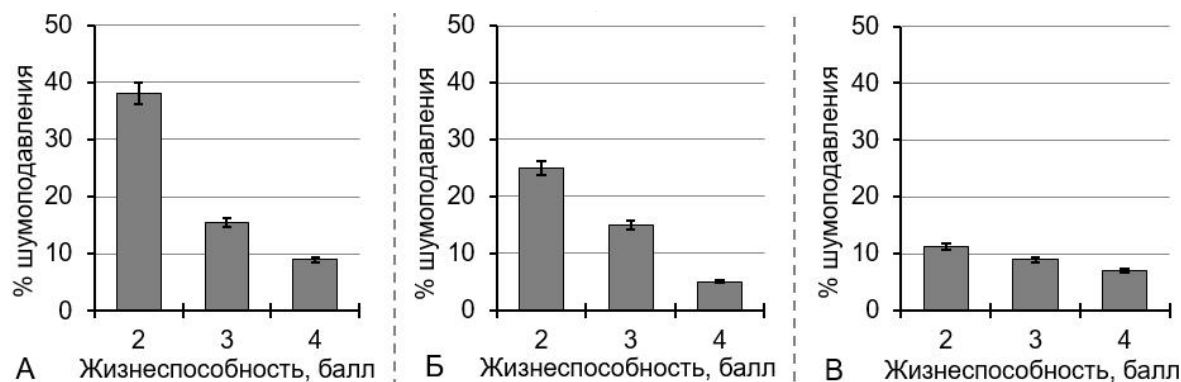


Рис. 4. Видовая зависимость шумоподавления зелёными насаждениями, произрастающими вдоль автомагистралей города Донецка, от жизненного состояния древесных растений.

Примечание: А — *Populus bolleana* Lauche, Б — *Ulmus laevis* L., В — *Acer platanoides* L.

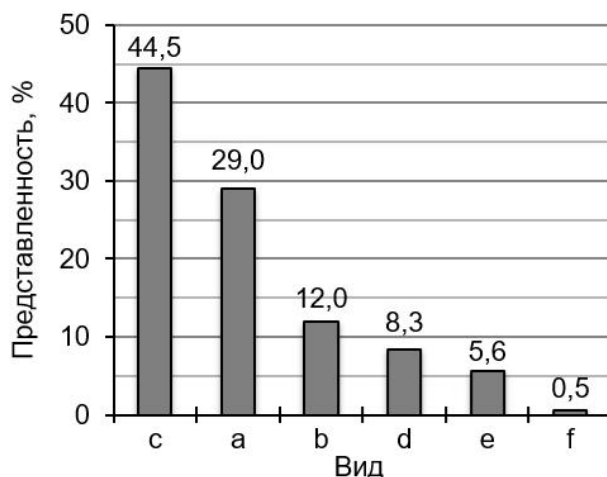


Рис. 5. Представленность видов древесных растений на территории исследований по ул. Артёма.

Виды: а — *Populus bolleana* Lauche; б — *Ulmus laevis* Pall.; с — *Acer platanoides* L.; д — *Crataegus laevigata* (Poir.) DC.; е — *Robinia pseudoacacia* L.; ф — *Populus nigra* L.

При оценке общих закономерностей затухания шума на разных участках, мы выявили некую связь с видовой представленностью древесных растений на этой территории и их жизнеспособностью (рис. 4).

Наибольшим шумоподавлением (рис. 4: А) отличаются деревья тополя Болле (38%), при условии того, что растения находятся в хорошем состоянии и не имеют дефектов кроны и ствола. Вяз гладкий (рис. 4: Б) имеет также высокие значения шумоподавления (25%), произрастая в первом ряду линейных насаждений. Для клёна остролистного (рис. 4: В), даже при условии хорошего общего состояния кроны, шумозащитные характеристики не имеют высоких значений (до 11%). Хотя стоит отметить, что в процессе вымирания тополя Болле в условиях таких антропогенных нагрузок, идёт тенденция к замене этого вида на именно клён остро-

листный. По своим эколого-биологическим свойствам, а также по физико-механическим характеристикам [11], всё-таки тополь Болле является очень подходящим видом для озеленения крупных городов, и незаслуженно забывается государственными структурами при планировке озеленения улиц.

Представленность и жизнеспособность исследуемых видов. На исследуемой территории представленность видов первого ряда от автомагистрали отражена на рис. 5. Наибольшую долю в общей видовой совокупности имеют такие виды как: *Acer platanoides* L. (45%), *Populus bolleana* Lauche (29%), *Ulmus laevis* Pall. (12%), *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. (8%). Незначительную долю составляют *Robinia pseudoacacia* L. (6%) и *Populus nigra* L. (1%). Средневозрастное значение для деревьев тополя Болле и вяза гладкого на исследуемой территории составляет 38% и 25% соответственно.

Таблица. 1. Видовой состав и жизнеспособность древесных растений по ул. Артёма г. Донецка

Участки исследования	Направление	Количество деревьев, шт.	Жизнеспособность, балл	Дефект ствола, %	Дефект кроны, %	Возраст, лет	Вид
У1	А	20	3	50	35	50	а
	Б	28	3	36	20	50	а
У2	А	58	3	20	25	50	б
	Б	37	1	2	1	10	с
У3	А	29	3	35	25	50	а
		43	2	10	10	20	с
	Б	48	4	80	60	50	д
У4	А	33	2	30	25	20–25	б, с, ф
	Б	32	2	20	15	20–25	е
У5	А	71	3	50	45	40	с
	Б	77	3	52	40	40	с
У6	А	15	2	20	10	50	а
	Б	9	1	5	10	5–10	с
У7	А	40	3	50	35	50	а
	Б	35	3	45	40	50	а

Примечания. а — *Populus bolleana* Lauche; б — *Ulmus laevis* Pall.; с — *Acer platanoides* L.; д — *Crataegus laevigata* (Poir.) DC.; е — *Robinia pseudoacacia* L.; ф — *Populus nigra* L.

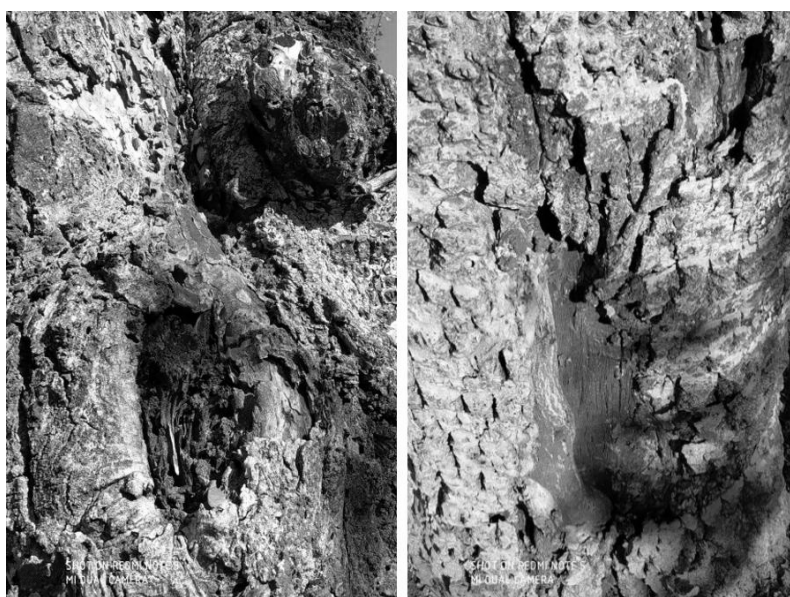


Рис. 6. Дефекты ствола тополя Болле в возрасте 45 лет

дуюмом участке составляет 40–45 лет. Деревья клёна остролистного имеют разновозрастной диапазон от 10 до 45 лет, в зависимости от планировочных решений озеленения территории. Так, большинство растений было высажено при подготовке к Чемпионату Европы по футболу 2012 г., некоторые матчи которого проходили в г. Донецке, в связи с этим мы могли точно определить возраст растений без применения дополнительных методов.

При оценке экологических последствий антропогенного загрязнения территорий, в том числе и от автотранспорта, мы руководствовались сравнением разновозрастной выборки насаждений в возрасте 40–50 лет (табл. 1).

Так, для тополя Болле на участках с максимальным зашумлением территории (У1, У3) характерны нарушения в архитектонике кроны (20–40%), а также ствола



Рис. 7. Спеленные деревья тополя Болле на участках с максимальным зашумлением территории



Рис. 8. Нарушения ствола *Ulmus laevis* Pall. на участке У2 по ул. Артёма

(до 50% в зависимости от участка). Имелись механические повреждения коры, её отслоение, а также незаросшие влажные срезы, которые имели следы заселения организмов (рис. 6). Состояние деревьев оценивали как сильно ослабленные или средне поврежденные (3 балла). Сухие ветви составляли 20–35%, а процессы ослабления деревьев усугублялись, и они начали усыхать.

На территориях с меньшим антропопрессингом, растения тополя Болле менее повреждены и по состоянию имели меньше повреждений при осмотре (2 балла).

Некоторые деревья при достижении критического возраста в условиях г. Донецка [11] имели стволовую гниль (рис. 7), и поэтому были спилены службами зе-

ленстроая. Умершие растения тополя Болле на участках составляли 10% от общей его представленности.

Вяз гладкий на обследованной территории также произрастает в условиях высокой антропогенной нагрузки (рис. 2; рис. 3). Деревья имеют типичные для этого вида нарушения ствола (рис. 8) и архитектоники кроны. Потеря листьев составляет 20–30%, сухие ветви составляют более 40%, частично была произведена санитарная обрезка и кронирование растений ввиду высокой аварийности.

Деревья клёна остролистного также сильно ослаблены в возрасте 40–45 лет. Имеются нарушения листового аппарата; в условиях города Донецка листья имеют

ожоги, и к середине июля половина листьев погибает, также кроны ассиметричные и оголяются со стороны автомагистралей. В возрасте до 20 лет растения справляются с нагрузками и по внешним признакам являются здоровыми деревьями. У них густая, нормально развитая крона; потеря листьев незначительна (до 10%). Сухие ветви в кроне отсутствуют.

В первом ряду по ул. Артёма также имеются насаждения деревьев *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. в виде живой изгороди. Кроны сомкнуты и имеют эстетический вид. Однако 80% стволов растений заселены организмами, предположительно короледами, в связи с чем деревья усыхают. Однако для своего возраста в условиях загрязнения этот вид интересен для использования в условиях городских автомагистралей.

Выводы

1. По улице Артёма г. Донецка на исследуемых участках интенсивность движения в среднем составляет 806 ± 54 ед./час в будние дни. Основной

вклад в транспортный поток вносят пассажирские легковые автомобили иностранного производства (60%), а также легковые автомобили отечественного производства (18%), и внедорожники иностранного производства (19%).

2. Вибрационно-акустический шум возле автомагистралей на исследуемой территории составляет в среднем — 76 ± 3 дБА; в 1-м ряду насаждений — 73 ± 4 дБА и при удалении на 15 м — 67 ± 2 дБА. По своим шумозащитным свойствам деревья тополя Болле и вяза гладкого имеют наибольшую ценность.
3. Наибольшую долю в общей видовой совокупности имеют такие виды как: *Acer platanoides* L. (45%), *Populus bolleana* Lauche (29%), *Ulmus laevis* Pall. (12%), *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. (8%). Жизнеспособность древесных растений в возрасте 40–50 лет по основным видам оценена в 3 балла. В условиях антропогенных нагрузок деревья в основном сильно ослабленные и имеют повреждения ствола и архитектоники кроны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шматова А.С., Городков А.В., Пущиенко К.А., Парфенов С.Г. Акустический дискомфорт малого города и разработка рекомендаций по его оптимизации // Молодой учёный. 2022. № 36 (431). С. 8–9.
2. Патракова Г.Р., Рузанова М.А. Мониторинг шумового загрязнения на территории города Нижнекамска // Вестник технологического университета. 2016. Т. 19, № 23. С. 167–169.
3. Половинкина Ю.С. Шумовое загрязнение окружающей среды урбанизированных территорий (на примере города Волгограда) // Научный журнал КубГАУ. 2012. № 76 (02). С. 584–593.
4. Шимкив А.В., Голубничий А.А. Геоэкологическое моделирование акустического загрязнения автотранспортом большого города (на примере г. Абакана) // *Juvenis Scientia*. 2018. № 3. С. 7–9.
5. Корниенко В.О., Яицкий А.С. Механическая устойчивость и аварийность древесных растений, произрастающих вдоль улицы Кирова города Донецка // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2021. № 11. С. 24–32. DOI: 10.37882/2223–2966.2021.11.13.
6. Нецветов М.В., Хиженок П.К., Сулова Е.П. Введение в вибрационную экологию. Донецк: Вебер, 2009. 164 с.
7. Корнієнко В., Нецветов М., Нікуліна В., Сулова О. Дослідження стійкості дерев до вібрацій // Вісник Львів. ун-ту. Серія фіз. 2009. Вип. 44. С. 185–193.
8. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.
9. ГОСТ 20444–85. Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. М.: Издательство стандартов, 1985. 20 с.
10. СНиП 23–03–2003. Защита от шума. М.: Госстрой России, ФГУП ЦПП, 2004. 32 с.
11. Корниенко В.О., Калаев В.Н. Механическая устойчивость древесных пород и рекомендации по предотвращению их аварийности в городских насаждениях. Воронеж: Роза Ветров, 2018. 92 с.

© Корниенко Владимир Олегович (kornienkovo@mail.ru), Яицкий Андрей Степанович (yaitsky@sgspsu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ВЛИЯНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТА НА РАЗВИТИЕ ПЛОДОВЫХ ТЕЛ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ВЕШЕНКИ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

THE EFFECT OF THE SPECTRAL COMPOSITION OF LIGHT ON DEVELOPMENT OF THE FRUIT BODIES AND PRODUCTIVITY OF OYSTER MUSHROOMS IN LABORATORY AND INDUSTRIAL CONDITIONS

*E. Kulikova
S. Sashenkova
Yu. Koryagin
N. Koryagina*

Summary. The influence of light spectra on the productivity and morphology of oyster mushroom fruit bodies in laboratory and production conditions on industrial substrate blocks is considered. The stimulating effect of red spectrum light on productivity and the formation of fruit bodies of marketable quality is shown.

Keywords: oyster mushroom, light spectra, LED lamps, productivity, quality of fruit bodies.

Куликова Евгения Геннадьевна

Доцент, кандидат биол. наук
Пензенский государственный аграрный университет
kulikova.e.g@pgau.ru

Сашенкова Светлана Анатольевна

Доцент, кандидат биол.
Пензенский государственный аграрный университет
sashenkova.s.a@pgau.ru

Корягин Юрий Викторович

Доцент, кандидат. с.-х. наук
Пензенский государственный аграрный университет
koryagin.y.v@pgau.ru

Корягина Наталья Викторовна

Доцент, кандидат с.-х.
Пензенский государственный аграрный университет
koryagina.n.v@pgau.ru

Аннотация. Рассмотрено влияние спектров света на продуктивность и морфологию плодовых тел вешенки обыкновенной в лабораторных и производственных условиях на промышленных субстратных блоках. Показано стимулирующее действие света красного спектра на продуктивность и формирование плодовых тел товарного качества.

Ключевые слова: вешенка обыкновенная, спектры света, светодиодные лампы, продуктивность, качество плодовых тел.

Свет имеет исключительное значение для растений, так как необходим в процессе фотосинтеза. В последнее десятилетие активно изучается влияние разных частей спектра света на сельскохозяйственные растения. Прежде всего, овощные и ягодные культуры, выращиваемые в теплицах. Показано положительное влияние на урожайность многих культур синей и красной частей спектра. [1] В тоже время отмечается, что красный свет стимулирует цветение и сокращает сроки плодоношения. [2] Очевидно, что механизмы светового воздействия на растения сложны и разнообразны.

Шляпочные грибы не являются фототрофными организмами, однако свет для них служит морфогенетическим фактором, с одной стороны, и может иметь

ингибирующее значение для роста мицелия, с другой. [3] Световое воздействие на мицелий в период роста сказывается на характере последующего плодоношения, в частности отмечается стимуляция начала плодоношения, но снижение урожайности под действием интенсивного освещения. [4,5] В литературе имеются сведения о изменении морфологии мицелиальных культур и их пигментации, появлении концентрических зон с разным развитием воздушного мицелия под действием периодического освещения в лабораторных условиях. [6,7]

Для некоторых видов проводились исследования по влиянию разных спектров света на рост и плодоношение. Например, для *Polyporus arcularius* наиболее эффективным фактором плодообразования яв-

Таблица 1. Продуктивность вешенки устричной под лампами разного спектра на лузге подсолнечника (средняя по повторениям)

Название лампы	1 волна			2 волна	Общая.	
	1 сбор	2 сбор	3 сбор	1 сбор	кг/блока	кг/м ²
Светодиодная GLP-FH1-20-B	2,09	0,51	1,15	0,20	3,95	11,85
Светодиодная GLP-FH1-20-R	1,93	0,93	1,71	0,45	5,02	15,06
Светодиодная GLP-GE1-18-41	0,18	2,75	2,03	0,12	5,08	15,24
НСП 05, ед.	0,542	0,321	0,318	0,642	1,211	1,014

лялось ультрафиолетовое облучение, а для вешенки (*Pleurotus ostreatus*) — монохроматический свет с длиной волны 550–660 нм. [3] По литературным данным освещенность 300–450 лк способствует образованию товарного соотношения шляпки плодового тела к ножке 1:2. Эта форма может быть достигнута или сокращением времени освещения с одновременным повышением интенсивности света или более длительным периодом освещения при меньшей интенсивности. При общей интенсивности освещенности 1700–1800 лк формируются плодовые тела неправильной формы, а уже при 3000 лк и более — нормальные по размеру [6].

При освещенности в 400–1000 лк во время формирования плодовых тел можно получить 3,5–3,9 кг/м². Режим освещения 12 часов при общей интенсивности 4800–12000 лк, а также 16 часов при общей интенсивности 9600 лк способствует росту урожайности плодовых тел вешенки до 4,0 кг/м² [8].

Однако, не смотря на наличие большого числа публикаций, влияние света на рост и развитие шляпочных грибов остается недостаточно изученным, особенно в плане объяснения механизма его действия.

Грибоводство — интенсивно развивающаяся отрасль сельского хозяйства, что объясняется высокой пищевой ценностью, относительно простой технологией, не зависящей от погодных условий и высокой урожайностью культивирования грибов. При выращивании зерновых удается собрать урожай в несколько десятков центнеров с 1 га в год, грибы же приносят с того же гектара — 12000 ц/год [9]. В тоже время технологии производства постоянно совершенствуются для повышения экономической эффективности и рентабельности производства. Поэтому изучение влияния разных спектров на рост и продуктивность вешенки обыкновенной является актуальным направлением исследований, учитывая, что лампы спецспектра широко используются в технологиях выращивания овощных культур в условиях защищенного грунта, а выращива-

ние вешенки используется многими хозяйствами как способ дополнительного использования производственных площадей.

Целью исследований являлось изучение влияния ламп спецспектра на продуктивность вешенки обыкновенной, выращенной на разных субстратах, качество плодовых тел и сроки плодоношения в лабораторных и производственных условиях.

Для этого применяли светильники ТМ «Green-LP», имеющие сертификат соответствия таможенного союза:

- GLP-FH-56-B (спектральный состав 660 нм-30%: 445 нм-70%),
- GLP-FH-56-R (спектральный состав 660 нм-70%: 445 нм-30%),
- GLP-GE1-18-41

Использовали готовые для промышленного выращивания инокулированные штаммом *Santana 35 P* (*Pleurotus ostreatus*) блоки разных производителей, состоящие из двух видов субстрата:

- ♦ на лузге подсолнечника (ИП Барканов С.Н. Саратовской области);
- ♦ на соломе пшеницы + лузге подсолнечника (ООО «Ботаник» Грибы» Пензенской области).

Вес блоков составлял 11–12 кг. Выращивание вешенки обыкновенной проводилось в камерах, оснащенных вышеописанными лампами, в условиях жилого помещения в зимний период с периодическим ручным проветриванием и увлажнением воздуха, при температуре 18–20°С. Повторность в опыте была четырехкратная. Включение и выключение ламп производилось с помощью таймера. Время работы с 5.00–20.00 (18 ч).

Продуктивность вешенки устричной под лампами разного спектра при 18-часовом освещении, выращенной на моносубстрате (лузга подсолнечника), была наибольшей при освещении лампами белого и красного

Таблица 2. Продуктивность вешенки устричной под лампами разного спектра на субстрате солома+лузга подсолнечника (средняя по повторениям)

Название лампы	1 волна		2 волна		общая	
	1 сбор	2 сбор	1 сбор	2 сбор	кг/блока	кг/м ²
Светодиодная GLP-FH1-20-B	0,91	1,34	0,98	0,71	3,94	11,82
Светодиодная GLP-FH1-20-R	1,11	1,14	0,12	2,21	4,58	13,74
Светодиодная GLP-GE1-18-41	1,51	1,08	0,72	0,71	4,02	12,06
НСП <i>ос</i> , ед.	0,521	0,219	0,350	0,915	0,643	0,816

Таблица 3. Продуктивность вешенки устричной под лампами разного спектра в производственных условиях

Название лампы	1 оборот	2 оборот	3 оборот	Средняя	
				кг/блока	кг/м ²
Люминисцентная NEL-D1-E130	2,36	3,11	2,60	2,69	8,07
Светодиодная GLP-FH1-20-R	2,54	3,47	2,73	2,88	8,64
НСП <i>ос</i> , ед.	0,223	0,337	0,518	0,151	0,481

спектра с наибольшей интенсивностью освещенности (9600 лк), различия между вариантами были в пределах ошибки. Под лампой с синим спектром (с интенсивностью освещенности 3200 лк) урожайность была наименьшей — 11,85 кг/м² (таблица 1).

На смешанном субстрате (солома+лузга) наименьший урожай также был получен под лампой синего спектра — 11,82 кг/м², наибольший — под лампой красного спектра (с интенсивностью освещенности 3500 лк) — 13,74 кг/м² (таблица 2).

Подавляющее действие ламп синего спектра было ранее установлено на овощных и зеленых культурах [10,11,12,13]. В тоже время имеются сведения о стимуляции плодоношения вешенки под действием синего света [14], что не нашло подтверждения в нашем эксперименте.

Отличительной особенностью плодоношения вешенки на моносубстрате из лузги подсолнечника в лабораторных условиях являлась отдача до 90% урожая в первую волну плодоношения. На смешанном субстрате рост вешенки был в первую и вторую волну более равномерным, однако общая урожайность оказалась несколько ниже, чем на моносубстрате.

Несмотря на то, что полученные данные говорят о зависимости продуктивности вешенки от вида субстрата, что согласуется с данными разных источников

[15,16], товарные качества грибов под лампами разного спектра заметно отличались. Плодовые тела с оптимальным соотношением ножки и шляпки, формы и цвета были получены под лампами красного спектра на обоих субстратах. Под лампами белого спектра друзья вешенки были разнообразной формы с большим количеством плодовых тел нетоварного качества. Под лампами синего спектра шляпки вешенки развивались частично и также имели нетоварный вид.

Анализируя урожайность грибов в лабораторных условиях под лампами разного спектра в целом необходимо отметить, что она составила 30–50% от массы блока при заявленных поставщиком 25–30%. Масса друз вешенки под лампами красного спектра была наибольшей и достигала 800–900 г.

Ориентируясь на результаты лабораторного опыта, в производственных условиях МУП «Зеленое хозяйство» г. Пенза был проведен эксперимент по изучению влияния на урожайность вешенки освещения лампами белого и красного спектра.

На предприятии используется четырехъярусная стеллажная система на пятиметровых рядах с двухсторонней установкой субстратных блоков. Между рядами установлены по 2 люминесцентных лампы. В опытном ряду они были заменены на 2 светодиодные GLP-FH1-20-R, показавшие наилучшие результаты в лабораторном опыте.

Анализ урожайности вешенки в производственных условиях (таблица 3) показал, что под светодиодными лампами красного спектра она была на 6,6% выше, чем под люминесцентными и составила в среднем за 3 оборота 2,88 кг с 10 кг субстрата. Однако это не подтвердило результаты лабораторного опыта, где прибавка составила 15–20%. Это может быть обусловлено достаточно низкой освещенностью из-за малого количества ламп в опыте и недостаточной продолжительностью их работы.

Необходимо отметить, что продуктивность вешенки под лампами красного спектра оказалась статистически более высокой только во втором обороте и по средним значениям. Таким образом, полученные результаты указывают на необходимость совершенствования технологии использования ламп спецспектра в производственных условиях. Необходим подбор оптимального количества ламп и продолжительности

освещения. Если в лаборатории общая продолжительность освещения составляла 18 часов, то в условиях производства 12–14 часов, что также, по нашему мнению, оказало влияние на показатели общей продуктивности вешенки обыкновенной.

Товарное качество плодовых тел под лампами с красным светом в производственном эксперименте так же как и в лабораторном было более высоким. Если при обычном освещении плодовые тела в одном сростке были разного размера, то в опытном варианте они отличались более равномерным ростом и оптимальным соотношением ножки к шляпке.

Полученные результаты указывают на влияние красного спектра на морфогенез плодовых тел грибов вешенки обыкновенной в плане оптимизации их роста и развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курьянова И.В., Олонина С.И. Оценка влияния различных спектров светодиодного светильника на рост и развитие овощных культур // Вестник НГИЭИ. 2017. № 7 (74). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-razlichnyh-spektrov-svetodiodnogo-svetilnika-na-rost-i-razvitie-ovoschnyh-kultur>
2. Яковцева М.Н. Фотоморфогенетическая регуляция роста и развития земляники садовой в условиях светокультуры. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. — Москва, 2017—156с.
3. Горовой Л.Ф. Влияние света на морфогенез шляпочных грибов. — Киев: Институт ботаники им. Г. Холодного, 1989. — 45 с.
4. Сметанина Л.Г. Усовершенствование технологических процессов выращивания вешенки обыкновенной. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. — Москва, 2013. — 23 с.
5. Протасова Н.Н. Значение отдельных участков спектра для фотосинтеза, роста и продуктивности растений (при облучении, выполненной по энергии или числу квантов). Информационный бюллетень «Тепличный сервис» / Н.Н. Протасова // 1995. — № 6–7. — с. 24–25
6. Поединок Л.Н. Использование искусственного света в биотехнологиях культивирования грибов // Biotechnology Acta. — 2013. — V.6, № 6. — P. 58–70. URL: <http://.researchgate.net/publication/294694251>
7. Бисько, Н.А. Биология и культивирование съедобных грибов рода вешенка / Н.А. Бисько, И.А. Дудка Киев: Наукова думка, 1987. — 148 с.
8. Вдовенко С.А. Влияние интенсивности освещения на урожайность вешенки обыкновенной // Вестник ОрелГАУ. 2013. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-intensivnosti-osvescheniya-na-urozhaynost-veshenki-obyknovennoy>
9. Рынок АПК [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <https://rynok-apk.ru/articles/actual/rynok-gribov>
10. Тихомиров, А.А. Спектральный состав света и продуктивность растений/ А.А. Тихомиров, Г.М. Лисовский, Ф.Я. Сидько. — Новосибирск, 2001. — 163с.
11. Большин Р.Г. Повышение эффективности облучения меристемных растений картофеля светодиодными (LED) фитоустановками// Дисс. На соиск. Уч. Ст. канд. техн. Наук/ М.: ГНУ ВИЭСХ. — 2016 г. — 148с.
12. Efficiency of an alternative LED-based grow light system / E.G. Kulikova, S.Y. Efremova, N. Politaeva, Y. Smyatskaya // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Kazan, 29 октября — 02 2018 года. Vol. 288. — Kazan: Institute of Physics Publishing, 2019. — P. 012064. — DOI 10.1088/1755-1315/288/1/012064. — EDN FLSPVR.
13. Modelling the effect of artificial lighting on plant growth / S.Y. Efremova, E.G. Kulikova, V.V. Konovalov, E.I. Tikhomirova // E3S Web of Conferences: International Conference on Efficient Production and Processing, ICEPP 2020, Prague, 27–28 февраля 2020 года. Vol. 161. — Prague: EDP Sciences, 2020. — P. 01114. — DOI 10.1051/e3sconf/202016101114. — EDN PCAWTP.
14. Сайт Вешенка эксперт. URL: <https://veshenka-expert.info/osveshhenie-dlja-veshenki/>
15. Морозов А.И. Выращивание вешенки — М.: ООО «Издательство АСТ»; Донецк: «Сталкер», 2003. — 46 с.
16. Алексеева, К.Л. Культивируемые грибы. Научно-производственный справочник / К.Л. Алексеева — Москва: РАСХН, 2000.

© Куликова Евгения Геннадьевна (kulikova.e.g@pgau.ru), Сашенкова Светлана Анатольевна (sashenkova.s.a@pgau.ru),

Корягин Юрий Викторович (koryagin.y.v@pgau.ru), Корягина Наталья Викторовна (koryagina.n.v@pgau.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЭФФЕКТ ДЕЙСТВИЯ ИОНОВ Fe^{2+} И Fe^{3+} НА РОСТ КУЛЬТУРЫ *CHLORELLA VULGARIS* BEIJER

THE EFFECT OF IRON IONS Fe^{2+} AND Fe^{3+} ON THE GROWTH OF *CHLORELLA VULGARIS* BEIJER CULTURE

**E. Maksimova
M. Zhuravleva**

Summary. The article presents the results of treatment of the culture of green microalgae *Chlorella vulgaris* Beijer. with iron ions Fe^{2+} and Fe^{3+} . The data analysis was carried out using a graphical method of probit analysis. It was shown that Fe^{3+} is more toxic for *chlorella* culture compared to Fe^{2+} . It was established that both ionic forms of iron are non-specific toxicants, since the range of their effect is quite wide.

Keywords: environmental safety, toxicity, ionic iron, microalgae, biotesting.

Максимова Евгения Николаевна

Доцент

Иркутский государственный университет

evgen_max@list.ru

Журавлева Марина Викторовна

Иркутский государственный университет

marina-zhuravleva2222@yandex.ru

Аннотация. В статье приводятся результаты оценки эффекта действия двух- и трехвалентного железа на культуру зеленой микроводоросли *Chlorella vulgaris* Beijer. Анализ результатов проведен с применением графического метода пробит-анализа. В работе показано, что ионы трёхвалентного железа оказались более токсичны для культуры хлореллы по сравнению с двухвалентным железом. Установлено, что обе формы ионного железа являются не специфичными токсикантами, поскольку диапазон эффекта их действия достаточно широк.

Ключевые слова: экологическая безопасность, токсичность, ионное железо, микроводоросли, биотестирование.

Введение

Железо, являясь естественным минералом, присутствует в любой воде в определённых количествах, чаще всего встречается двух- и трехвалентное железо [1]. Однако помимо естественных процессов, вследствие которых железо попадает в воду (механические разрушения и выветривания пород), существуют и искусственные причины — антропогенные. Увеличение количества, попадающего в природные среды железа, может приводить к длительным токсическим последствиям. Наряду с этим железо относится к биогенным элементам и абсолютно необходимо растениям, так как принимает участие в функционировании основных редокс-систем фотосинтеза и дыхания [2].

Важным критерием для определения токсического действия любых веществ является его предельно допустимая концентрация (ПДК). ПДК — норматив содержания химического вещества в окружающей среде. Установленная предельно допустимая концентрация как для двух-, так и трёхвалентного железа в воде составляет 0,3 мг/л [3].

Объекты и методы

Для оценки эффекта действия ионов двухвалентного железа из водного раствора $FeSO_4 \times 7H_2O$ и ионов трёхвалентного железа из водного раствора $Fe_2(SO_4)_3 \times 7H_2O$ проведена серия токсикологических экспериментов с применением стандартизированных методик биотестирования [4]. В качестве тест-объекта использовали альгологически чистую культуру зеленых микроводорослей *Chlorella vulgaris* Beijer. Водоросли культивировали в плоскодонных колбах при непрерывном освещении 3000 Lux лампами дневного света и постоянной температуре 28 °C, на искусственной питательной среде Прата.

Показателем токсического действия служил рост оптической плотности клеток водорослей в опыте по сравнению с контролем в присутствии токсикантов и без них (питательная среда без токсикантов). Оценку плотности культуры осуществляли каждые сутки (до 7 суток) путем измерения коэффициента поглощения проходящего света с помощью лабораторного спектрофотометра ПЭ-5300ВИ. Данная методика заключается в выявлении различий в показателях оптической плот-

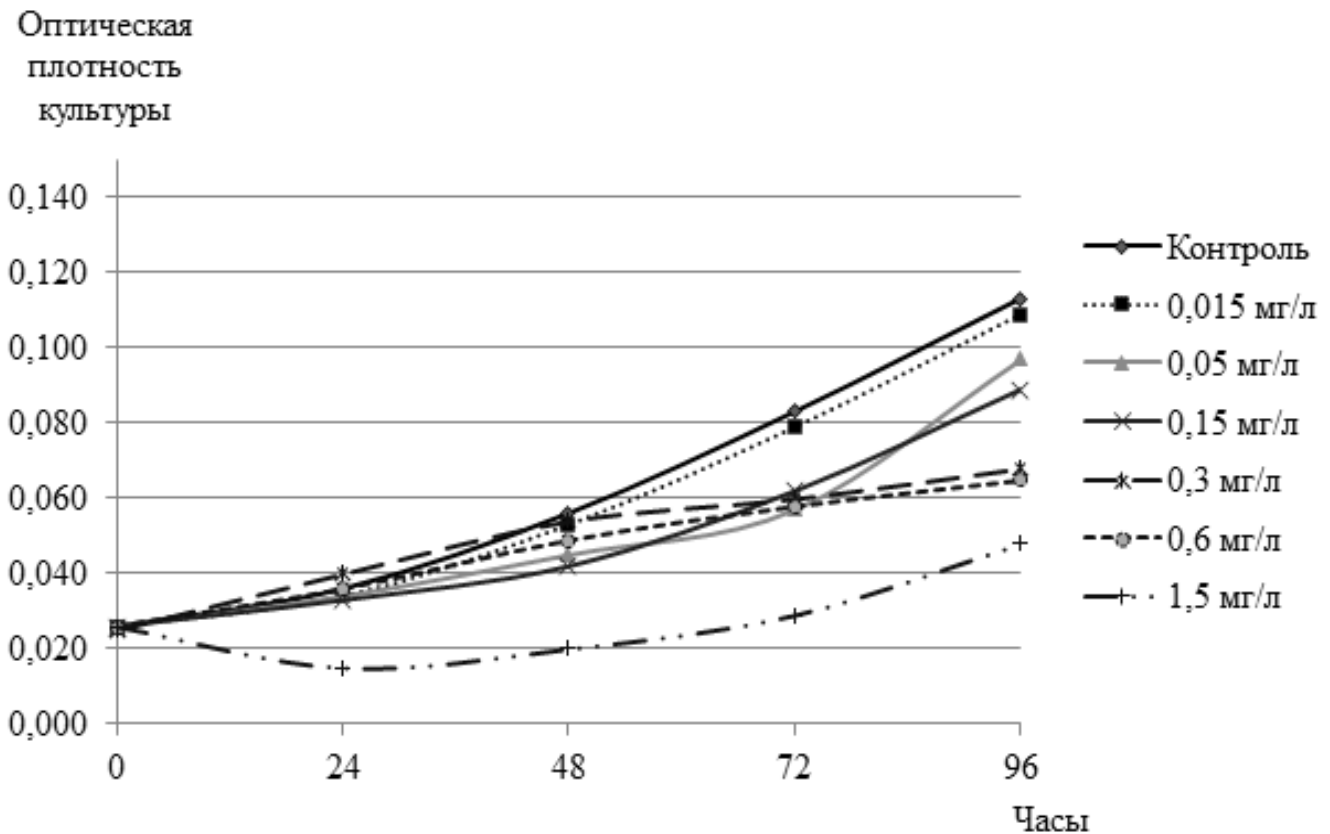


Рис. 1. Динамика роста культуры *Chlorella vulgaris* Beijer при действии ионов Fe³⁺

ности культуры водорослей, выращенной на среде, не содержащей токсических веществ (контроль) и выращенной на среде с добавлением разных концентраций, исследуемых веществ [5]. Измерение оптической плотности культуры водорослей позволяет контролировать изменения, происходящие в популяции *Ch. vulgaris* в контрольном и опытном вариантах токсикологического опыта.

Для интегральной оценки интенсивности размножения водорослей рассчитывали удельную скорость роста (μ , 1/сут) в опыте по сравнению с контролем (% от контроля) по формуле:

$$\mu = \frac{\ln\left(\frac{C_t}{C_0}\right)}{t}$$

где C_t и C_0 — концентрации клеток в экспоненциальной (логарифмической) фазе роста культуры в начале и конце опыта, t — время опыта (5 суток).

Статистическая обработка результатов проведена с использованием вычислений среднего арифметического, среднеквадратического (стандартного) отклонения, ошибки среднего арифметического.

Индекс токсичности опытных образцов по был рассчитан формуле:

$$I_T = \frac{X_k - X_{оп}}{X_k} \times 100\%$$

где X_k — среднее арифметическое значение в контроле, $X_{оп}$ — среднее арифметическое значение в опытном образце.

С использованием отработанной методики все опыты проводили в шести биологических повторностях, в результатах на графиках приведены средние значения показателей.

Результаты и обсуждение

Было исследовано действие ионов трёх- (рис. 1.) и двухвалентного (рис. 2.) железа на рост культуры хлореллы. Как видно на рисунках, все изученные концентрации не оказывали летального действия на водоросли, но в разной степени угнетали рост культур на ранних этапах инкубирования. Токсический эффект для трёхвалентного железа выражался в отставании роста водорослей в опыте по сравнению с контролем

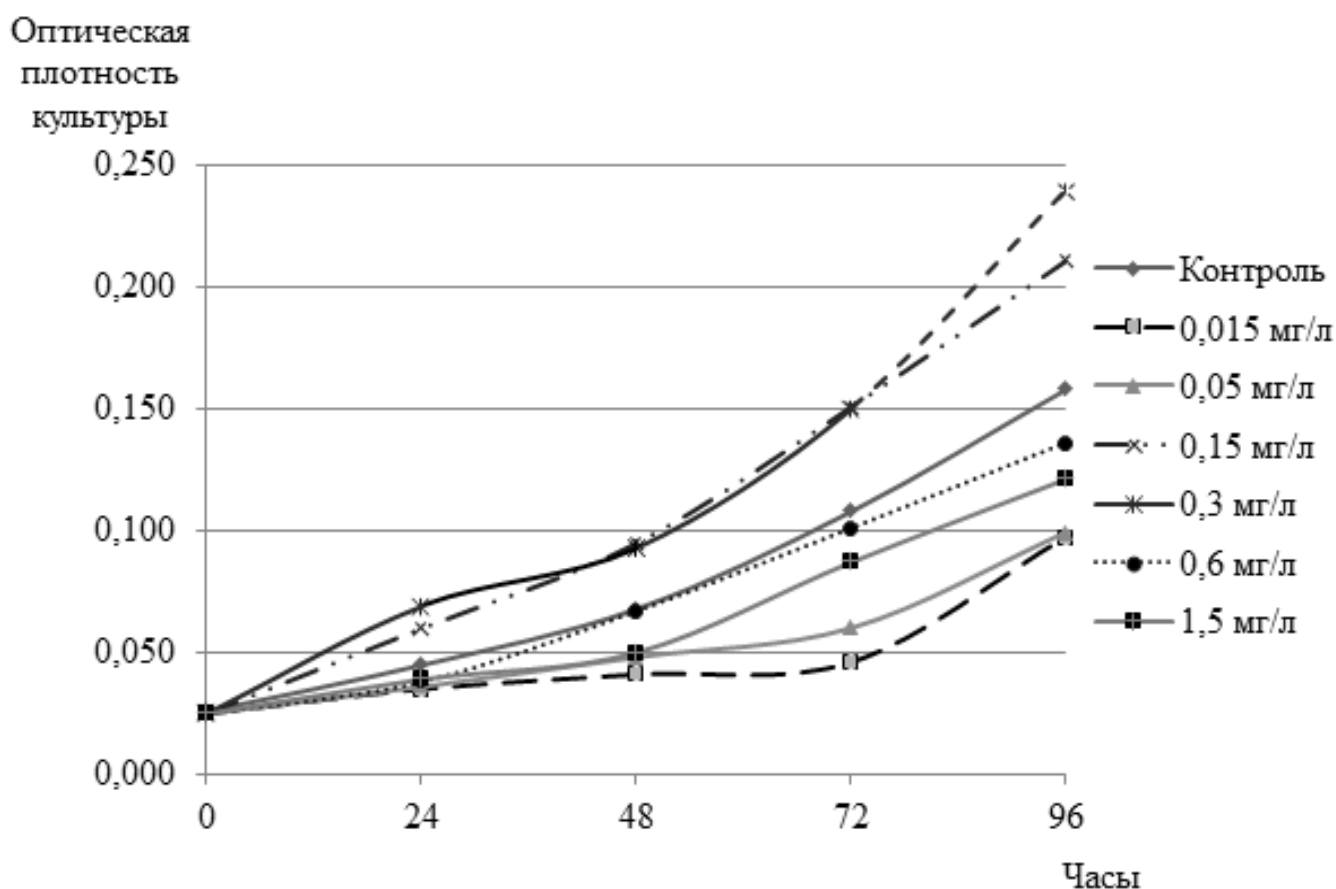


Рис. 2. Динамика роста культуры *Chlorella vulgaris* Beijer при действии ионов Fe^{2+}

на 4 сутки опыта, а степень подавления увеличивалась с повышением концентрации токсикантов (рис. 1).

Токсический эффект для двухвалентного железа выражался аналогично токсическому эффекту для трёхвалентного железа. Однако концентрации 0,15 и 0,3 в случае с двухвалентным железом оказали стимулирующее действие на рост культуры хлореллы, при этом согласно действующим гигиеническим нормативам, ПДК по железу любой неорганической формы составляет именно 0,3 мг/л.

Оптимальная длительность токсикологических опытов — четверо суток (96 часов), когда культуры находятся в фазе активного экспоненциального роста, при этом достаточно ярко проявляется фаза первичной декомпенсации, для расчета удельной скорости роста, как показателя, характеризующего рост культур в опыте и контроле.

Расчитанные величины средней удельной скорости роста (μ , 1/сут) на четвертые сутки опыта в экспериментах показаны для Fe^{2+} в таблице 1, для Fe^{3+} в таблице 2.

Для получения более точной сравнительной характеристики токсичности разных ионных форм железа применили метод графического определения полуподавляющих удельной скорости роста (EC_{50}) культуры хлореллы в опытах по сравнению с контролем на четвертые сутки (рис. 3.). В данном методе, важным показателем опасности токсиканта для организма является угол наклона графика пробит-анализа к оси X — чем выше крутизна (т.е. чем меньше диапазон токсических концентраций), тем более специфичен и опасен токсикант для данной биологической системы. Ионы трёхвалентного железа оказались более токсичны для культуры хлореллы по сравнению с двухвалентным железом. Достаточно пологий график пробит-анализа по отношению к оси концентрации (ось X) указывает на то, что обе формы железа являются не специфичными токсикантами, поскольку диапазон их действия достаточно широк.

Полуподавляющая рост концентрация составила для трёхвалентного железа — $EC_{50} = 1,26$ мг/л (около 4,2 ПДК). Разброс показателей для двухвалентного железа не позволил установить значение EC_{50} .

Таблица 1. Показатели роста культуры хлореллы на четвертые сутки в опыте с Fe²⁺

Концентрация Fe ²⁺ (мг/л)	Средняя μ , 1/сут	Ит
0 — контроль	0,36±0,02	0
0,015 (1/20 ПДК)	0,27±0,02	25
0,05 (1/6 ПДК)	0,28±0,01	22
0,15 (1/2 ПДК)	0,43±0,03	0
0,3 (1 ПДК)	0,45±0,04	0
0,6 (2 ПДК)	0,34±0,02	6
1,5 (5 ПДК)	0,32±0,02	11

Таблица 2. Показатели роста культуры хлореллы на четвертые сутки в опыте с Fe³⁺

Концентрация Fe ³⁺ (мг/л)	Средняя μ , 1/сут	Ит
0 — контроль	0,29±0,02	0
0,015 (1/20 ПДК)	0,29±0,02	0
0,05 (1/6 ПДК)	0,26±0,02	10
0,15 (1/2 ПДК)	0,25±0,02	14
0,3 (1 ПДК)	0,20±0,02	31
0,6 (2 ПДК)	0,18±0,02	38
1,5 (5 ПДК)	0,12±0,02	59

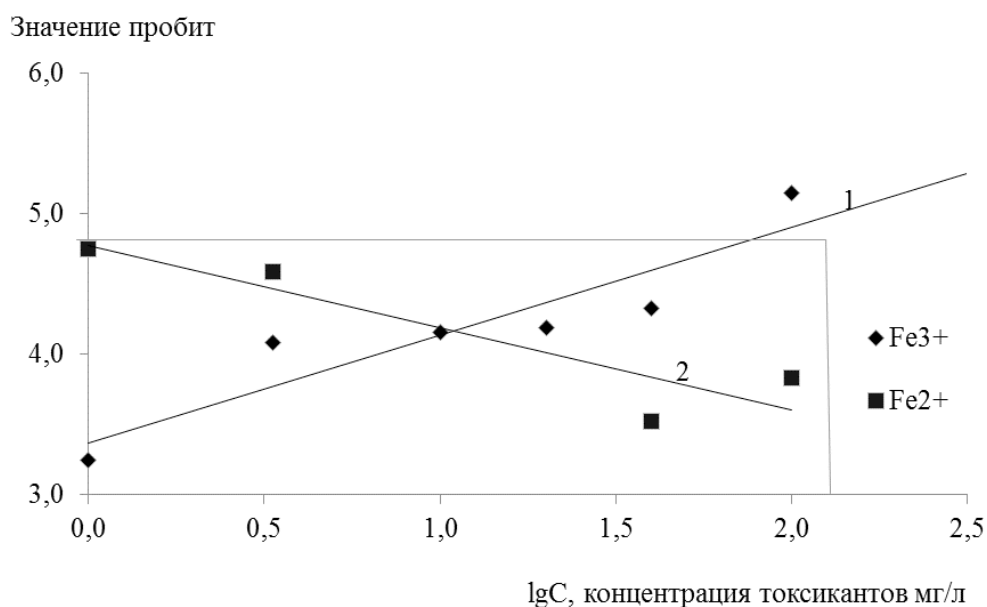


Рис. 3. Результаты пробит-анализа действия двух- и трёхвалентного железа на рост культуры хлореллы: 1 — Fe³⁺; 2 — Fe²⁺

Заключение

Таким образом, на основании проведенного пробит-анализа можно указать на значительно большую токсичность трёхвалентного железа по сравнению с двухвалентным для культуры хлореллы. Полуподавляющая рост концентрация для трёхвалентного же-

леза составила EC50 = 1,26 мг/л (около 4,2 ПДК) Но при этом, обе формы железа проявили практически одинаковую и относительно невысокую специфичность действия, поскольку графики пробит-анализа довольно полого располагаются по отношению к оси X и указывают на широкий диапазон действующих концентраций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Логинова Е.В., Лопух П.С. Гидроэкология: курс лекций Минск: БГУ, 2011. — 300 с.
2. Масленников П.В. и др. Аккумуляция железа в растениях урбоэкосистем г. Калининграда // Современные проблемы науки и образования, 2016, № 3. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: — <https://science-education.ru/ru/article/view?id=24507>.
3. СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» // Постановление главного государственного врача РФ от 28.01.2021 № 2. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: — https://www.rospotrebnadzor.ru/files/news/GN_sreda%20_obitaniya_compressed.pdf
4. ГОСТ Р 54496–2011 (ИСО 8692:2004) Вода. Определение токсичности с использованием зеленых пресноводных одноклеточных водорослей // Национальный стандарт Российской Федерации. М.: Стандартинформ, 2012. 57 с.
5. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10–04 Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления // Токсикологические методы контроля. — М, 2014. 38 с.

© Максимова Евгения Николаевна (evgen_max@list.ru), Журавлева Марина Викторовна (marina-zhuravleva2222@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Иркутский государственный университет

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ФОРМАЛЬДЕГИДОМ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Мещурова Татьяна Александровна

*К.б.н., старший научный сотрудник
Уральский государственный научно-
исследовательский институт региональных
экологических проблем
tmeshurova@mail.ru*

THE INFLUENCE OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION WITH FORMALDEHYDE ON THE MORBIDITY OF THE POPULATION OF THE PERM REGION

T. Meshchurova

Summary. The constant impact of polluted air on the health of the population eventually manifests itself in an increase in morbidity and even mortality. Children are a more sensitive group of the population to adverse environmental factors.

For several years, in the atmospheric air of the territories of a number of cities of the Perm Region, excess of the maximum permissible concentrations of harmful substances were recorded: formaldehyde, ethylbenzene, phenol and other dangerous components. The problem of air pollution with formaldehyde is relevant for many cities of the Russian Federation. In the Perm Region, in recent years, in the structure of the newly detected morbidity, there has been an increase in indicators for respiratory diseases among children and adults, and for diseases of the circulatory system in adults.

The aim of this study was to study the effect of formaldehyde pollution in the atmospheric air on the incidence of respiratory and circulatory diseases in the Perm Region. Data on the nature of atmospheric air pollution with formaldehyde are taken from the annual reports on the state and environmental protection of the Perm Region. The indicators of the first identified respiratory diseases of children and adults (2006–2018), the incidence of the circulatory system (adults for 2010–2018) were used from the materials of reports on the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Perm Region.

It was found that the amount of formaldehyde emissions tends to increase. As a result of the correlation analysis, it was found that there is a correlation between an increase in the incidence of respiratory diseases in children and adults, the circulatory system of adults and an increase in the pollution of atmospheric air with formaldehyde. Significant correlation coefficients were obtained between formaldehyde emissions and indicators of respiratory diseases in children ($r=0.92$ — high correlation), adults ($r=0.60$ — average correlation) and diseases of the circulatory system in adults ($r=0.86$ — high correlation). The study is important for the implementation of improving the effectiveness of environmental protection measures and the implementation of preventive measures to protect the health of the population in order to improve the quality of life.

Аннотация. Постоянное воздействие загрязненного воздуха на здоровье населения в итоге проявляется в росте показателей заболеваемости и даже смертности. Более чувствительной группой населения к неблагоприятным факторам окружающей среды являются дети.

На протяжении нескольких лет в атмосферном воздухе территорий ряда городов Пермского края фиксировались превышения предельно допустимых концентраций вредных веществ: формальдегида, этилбензола, фенола и других опасных компонентов. Проблема загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом является актуальной для многих городов Российской Федерации. В Пермском крае в последние годы в структуре впервые выявленной заболеваемости наблюдается рост показателей по болезни органов дыхания среди детского и взрослого населения, и по заболеваниям системы кровообращения у взрослых.

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния загрязнения формальдегидом атмосферного воздуха на заболеваемость органов дыхания и системы кровообращения населения в Пермском крае. Данные о характере загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом взяты из ежегодных докладов о состоянии и об охране окружающей среды Пермского края. Показатели впервые выявленной заболеваемости органов дыхания детского и взрослого населения (2006–2018 гг.), заболеваемости системы кровообращения (взрослых за 2010–2018 гг.) использованы из материалов докладов о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае.

Выявлено, что величина выбросов формальдегида имеет тенденцию к повышению. В результате проведенного корреляционного анализа установлено, что прослеживается корреляция между увеличением заболеваемости органов дыхания детского и взрослого населения, системы кровообращения взрослых и повышением загрязненности формальдегидом атмосферного воздуха. Получены значимые коэффициенты корреляции между выбросами формальдегида и показателями заболеваемости органов дыхания детского ($r=0,92$ — высокая корреляция), взрослого населения ($r=0,60$ — средняя корреляция) и болезнями системы кровообращения взрослых ($r=0,86$ — высокая корреляция). Исследование имеет значение для реализации повышения эффективности природоохранных мероприятий и проведения профилактических мер для охраны здоровья населения с целью улучшения качества жизни.

Keywords: atmospheric air pollution, emissions, formaldehyde, Perm region, respiratory and circulatory diseases.

Введение

Одним из основных факторов внешней среды, которые формируют условия проживания населения, является состояние атмосферного воздуха. Компоненты загрязненного воздушного бассейна постоянно и нередко в значительной степени воздействует на дыхательную, сердечнососудистую, иммунную, нервную системы организма человека. Загрязнители воздуха раздражают органы зрения и обоняния, могут приводить к повышению давления, способствовать вероятности возникновения раковых заболеваний. Более чувствительной группой населения к неблагоприятным факторам окружающей среды являются дети.

Постоянное воздействие загрязненного воздуха на здоровье населения в итоге проявляется в росте показателей заболеваемости и даже смертности [1].

Особый вред здоровью наносят присутствующие в атмосфере вещества 1 и 2 класса опасности. Одним из таких является формальдегид (2 класс опасности), который внесен в список канцерогенных веществ [2, 3], продукт горения топлива. Главный источник формальдегида в воздушном пространстве — выброс выхлопных газов автотранспорта. Это вещество поступает в атмосферу в смеси с другими углеводородами от предприятий черной металлургии, тепловых электростанций, других промышленных источников и образуется в результате цепи химических реакций взаимодействия углеводородов с оксидами азота. Концентрации формальдегида существенно возрастают вблизи автомагистралей в летние месяцы при высокой интенсивности солнечной радиации [4–7].

Формальдегид — сильно реакционноспособное вещество. Попадая в атмосферу, формальдегид испытывает дальнейшие химические превращения либо под действием света, либо реагируя с другими примесями. Период полураспада формальдегида зависит от уровня ультрафиолета, присутствия и концентрации других загрязнителей [6, 8].

Токсические свойства формальдегида изучены в экспериментах на животных. Он вызывает дегенеративные процессы в паренхиматозных органах. Основной путь попадания этого газа в организм — ингаляционный [9].

Исследованиями ученых показано токсическое, алергенное, возможное мутагенное и канцерогенное

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, выбросы, формальдегид, Пермский край, заболеваемость органов дыхания и системы кровообращения.

действие формальдегида (на примере животных и человека) [3, 10, 11]. Установлена прямая положительная регрессионная зависимость заболеваемости населения гриппом и ОРВИ в 26 исследуемых городах Российской Федерации от содержания формальдегида в воздухе [12].

Отмечено возрастание вероятности развития аллергического ринита, патологии лимфоидной ткани носоглотки и нарушений пищеварительной системы при аэрогенном воздействии бензола, фенола, формальдегида у детей разного возраста [11]. Показана тесная корреляционная связь со значениями риска по формальдегиду с уровнем заболеваемости общей и органов дыхания среди детского населения г. Ижевска. Наиболее высокий уровень заболеваемости детского населения фиксировался в пределах педиатрических участков, непосредственно примыкающих к крупным перекресткам автодорог [13]. Исследованием территориального управления Роспотребнадзора по Тульской области установлено, что при хроническом аэрогенном воздействии на население Тульской области наибольший вклад в канцерогенный эффект принадлежит формальдегиду и в меньшей степени — тетрахлорэтилену [14].

Очевидно, что проблема загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом является актуальной для многих городов Российской Федерации. Учитывая токсическое и канцерогенное свойства формальдегида, его роль в фотохимических процессах в атмосфере, влияние на заболеваемость населения, наблюдения за выбросами формальдегида в атмосферный воздух и исследования их воздействия необходимы и значимы.

На протяжении нескольких лет в атмосферном воздухе территорий ряда городов Пермского края фиксировались превышения предельно допустимых концентраций вредных веществ: формальдегида, этилбензола, фенола и других опасных компонентов [15–17]. Наибольшую экологическую нагрузку от выбросов стационарных источников в Пермском крае испытывают города, в которых сосредоточены крупные промышленные предприятия: Пермь, Березники, Лысьва, Соликамск [18, 19].

В Пермском крае в 2018 г. в структуре впервые выявленной заболеваемости наибольший удельный вес занимали болезни органов дыхания как среди детского

Таблица 1. Выбросы формальдегида от стационарных источников в Пермском крае в 2010–2019 гг., т

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
19,641	49,476	46,228	52,393	59,577	64,414	70,553	71,364	61,226	52,752

Таблица 2. Показатели впервые выявленной заболеваемости органов дыхания детского населения Пермского края за 2006–2018 гг. (на 1000 детского населения) [20, 23–25]

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1292,6	1246,2	1260,4	1378,8	1338,7	1385,8	1390,5	1421,5	1478,6	1479,3	1465,6	1502,6	1438,3

Таблица 3. Динамика впервые выявленной заболеваемости взрослого населения Пермского края по классам болезней (на 1000 взрослого населения)

Годы	Количество заболеваний (на 1000 взрослого населения)	
	Заболеваемость органов дыхания	Болезни системы кровообращения
2006	169,7	24,6
2007	182,7	22,7
2008	176,3	22,4
2009	182,8	22,4
2010	169,0	22,3
2011	182,1	24,3
2012	168,3	28,8
2013	179,7	29,1
2014	196,4	30,3
2015	189,9	33,4
2016	179,0	36,6
2017	190,71	32,31
2018	208,0	35,0

населения (67,4%), так и взрослого (34,2%). Ежегодно этот показатель заболеваемости превышает средний уровень по Приволжскому федеральному округу и Российской Федерации. Заболевания системы кровообращения являются приоритетной проблемой для Пермского края: в структуре причин смертности занимают первое место [20].

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния загрязнения формальдегидом атмосферного воздуха на заболеваемость органов дыхания и системы кровообращения населения в Пермском крае.

Материалы и методы

Данные о характере загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом взяты из ежегодных докладов о состоянии и об охране окружающей среды Пермского края. Показатели впервые выявленной заболеваемости органов дыхания детского (дети до 14 лет,

2006–2018 гг.) и взрослого населения (2006–2018 гг.), заболеваемости системы кровообращения (у взрослого населения за 2010–2018 гг.) использованы из материалов докладов о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае. Проводился корреляционный анализ заболеваемости органов дыхания детского и взрослого населения, системы кровообращения взрослых и загрязненности формальдегидом атмосферного воздуха.

Результаты и обсуждение

При исследовании загрязненности формальдегидом атмосферного воздуха на территории Пермского края в 2017–2019 гг. выявлено, что превышения предельно допустимых концентраций его наблюдались в Перми (от 1,1 до 5,8 ПДК), Соликамске (от 1,2 до 2,1 ПДК), Березниках (от 1,1 до 2,1 ПДК), Губахе (от 1,2 до 2,8 ПДК) в течение нескольких месяцев [15–17]. Нужно заметить, что по результатам наблюдений на стационар-

ных постах превышения ПДК формальдегида фиксировались чаще в летние месяцы и в сентябре. Единичные случаи зарегистрированы в феврале (Пермь, 2018 г.), в январе и марте (Губаха, 2017 г.). В статье [21] автором также отмечено, что максимальные уровни содержания формальдегида характерны для летних месяцев, минимальные — для зимних, что свидетельствует о значительном вкладе фотохимического образования формальдегида в теплый период.

Сведения о характере загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом от стационарных источников за 2010–2019 гг. в Пермском крае [15–17, 22] представлены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 видно, что величина выбросов исследуемого загрязняющего вещества имеет тенденцию к повышению. Масса выброса формальдегида по сравнению с 2010 г. возросла к 2019 г. на 33,111 т, а в 2017 г. — на 51,723 т.

При наблюдении за динамикой и в результате анализа за многолетний период (2006–2018 гг.) впервые выявленной заболеваемости детского населения (дети до 14 лет) Пермского края по классам болезней (на 1000 человек) у детей выявлена тенденция роста заболеваемости органов дыхания. Величины этих показателей представлены в таблице 2.

По сравнению с 2006 г. показатели заболеваемости органов дыхания детского населения увеличились к 2018 г. на 10,13%, а в 2017 г. возрастание заболеваемости наблюдалось почти на 14% (табл. 2).

Проводился анализ заболеваемости (впервые выявленной) органов дыхания и системы кровообращения взрослого населения за 2006–2018 гг. Величины показателей по этим классам болезней [20, 23–25] представлены в таблице 3.

По данным таблицы 3 видно, что число заболевших по обоим видам болезней возрастало к 2018 г. По сравнению с 2006 г. в 2018 г. заболеваемость органов дыха-

ния увеличилась на 18,4%, и количество заболеваний системы кровообращения возросло на 29,7%.

Можно предположить, что одной из причин увеличения встречаемости данных заболеваний считается повышение содержания в атмосферном воздухе Пермского края загрязняющих веществ (этилбензол, ксилол, взвешенные вещества, формальдегид и др.).

Величина выбросов формальдегида имеет тенденцию к повышению (табл. 1). В результате проведенного корреляционного анализа установлено, что прослеживается корреляция между увеличением заболеваемости органов дыхания детского и взрослого населения, системы кровообращения взрослых и повышением загрязненности формальдегидом атмосферного воздуха. Получены значимые коэффициенты корреляции (r) между выбросами формальдегида и показателями заболеваемости органов дыхания детского ($r=0,92$ — высокая корреляция), взрослого населения ($r=0,60$ — средняя корреляция) и болезнями системы кровообращения взрослых ($r=0,86$ — высокая корреляция). Выявлена зависимость данных патологий от загрязнения воздуха (формальдегидом) в Пермском крае.

Заключение

Высокий уровень загрязнения воздушного пространства негативно влияет на здоровье населения и обуславливает повышение заболеваемости органов дыхания, болезней системы кровообращения. В результате проведенного исследования выявлена корреляционная связь между заболеваемостью органов дыхания детского и взрослого населения, системы кровообращения взрослых и повышением загрязненности формальдегидом атмосферного воздуха в Пермском крае. Данная работа имеет значение для реализации повышения эффективности природоохранных мероприятий на промышленных объектах Пермского края, создания объездных дорог для автотранспорта и проведения профилактических мер для охраны здоровья населения с целью улучшения качества жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сеницын И.С. Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха города Ярославля на заболеваемость органов дыхания // Ярославский педагогический вестник. 2011. № 1. Том III (Естественные науки). С. 190–194.
2. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: СанПиН 1.2.3685–21: утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 — Режим доступа: справочно-правовая система «Техэксперт».
3. Характеристики загрязняющих веществ: справочник. Составители: Н.В. Костылева, Н.Л. Рачёва. Пермь, ФГБУ УралНИИ «Экология». 2017. 283 с.
4. Ахметшина А.С., Журавлёв Г.Г., Романюк В.А. Мониторинг загрязнения воздушного бассейна г. Томска // Вестник Томского государственного университета. 2009. № 328. С. 208–213.

5. Заридзе Д.Г., Земляная Г.М. Загрязнение атмосферного воздуха и заболеваемость городского населения раком легких // Санитария и гигиена. 1990. № 12. С. 4–7.
6. Халиков И.С. Формальдегид в атмосферном воздухе: источники поступления и пути удаления // Экологическая химия. 2019. № 28 (6). С. 307–317.
7. Tago, H., Kimura, H., Kozawa, K., Fujie, K., Water Air Soil Pollut., 2005, vol. 163, pp. 269—280.
8. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 88. Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol. World Health Organization. Lyon, France, 2006. 497 p.
9. Розанов В.Н. Формальдегид // Химическая энциклопедия: в 5 т. / Гл. ред. Н.С. Зефирова. — М.: Большая Российская энциклопедия: 10 000 экз., 1998. Т. 5: Триптофан — Ятрохимия. С. 115–116. — 783 с.
10. Дорогова В.Б., Тараненко Н.А., Рычагова О.А. Формальдегид в окружающей среде и его влияние на организм (обзор) // Acta Biomedica Scientifica. 2010. № 1. С. 32–35.
11. Маклакова О.А. Оценка риска развития заболеваний органов дыхания и коморбидной патологии у детей в условиях загрязнения атмосферного воздуха химическими веществами техногенного происхождения (когортное исследование) // Анализ риска здоровью. 2019. № 2. С. 56–61.
12. Сысоева Т.И., Карпова Л.С., Безуглая Э.Ю. Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом на суммарную заболеваемость гриппом и ОРВИ в 29 городах России // ЗНиСО. 2015. № 3 (264). С. 45–48.
13. Малькова И.Л., Семкина А.В. К оценке загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом как фактора риска для здоровья детского населения города Ижевска // Вестник ВГУ, серия: География. Геоэкология, 2017, № 1. С. 55–59.
14. Сайт управления Роспотребнадзора по Тульской области. Раздел «Мониторинг» — URL: <http://rpn.tula.ru/monitoring/4.html> (дата обращения 24.03.2021).
15. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2017 году. Доклад Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. 2018. Пермь.
16. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2018 году. Доклад Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. 2019. Пермь.
17. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2019 году. Доклад Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. 2020. Пермь.
18. Макоско А.А., Матешева А.В. О тенденциях распространенности экологически обусловленных заболеваний вследствие техногенного загрязнения атмосферы // Инновации. 2012. № 10 (168). С. 98–105.
19. Мещурова Т.А. Оценка загрязнения атмосферного воздуха в городах Пермского края // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2020. № 1. С. 110–119.
20. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2019 году. Доклад управления Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае». 2020. Пермь.
21. Какарека С.В. Формальдегид в атмосферном воздухе городов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2012. № 5. С. 82–89.
22. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2015 году. Доклад Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. 2016. Пермь.
23. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Пермском крае в 2010 году: Государственный доклад Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае». 2011. Пермь.
24. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Пермском крае в 2011 году: Государственный доклад Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае». 2012. Пермь.
25. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2015 году. Государственный доклад Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», 2016. Пермь.

© Мещурова Татьяна Александровна (tmeshurova@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ПОЧВЫ И РАСТЕНИЙ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЛАПЛАНДСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

COMPOSITION OF SOIL AND PLANTS IN THE FOREST ECOSYSTEMS OF THE LAPLAND NATURE RESERVE

T. Sukhareva

Summary. The state of forest ecosystems on stationary test areas on the territory of the Lapland State Biosphere Reserve, located in the zone of influence of atmospheric emissions of the Severonikel copper-nickel combine (Murmansk region), was studied. The objects of the study were spruce and pine forests in background and disturbed ecosystems. The dynamics of the composition of soil, plants and lichens under conditions of technogenic pollution is shown.

Keywords: forest ecosystems, soils, plants, air pollution, Arctic.

Сухарева Татьяна Алексеевна

Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Институт проблем промышленной экологии
Севера, ФИЦ КНЦ РАН

г. Апатиты
s.tat.a@mail.ru

Аннотация. Изучено состояние лесных экосистем на стационарных пробных площадях на территории Лапландского государственного биосферного заповедника, расположенного в зоне влияния атмосферных выбросов медно-никелевого комбината «Североникель» (Мурманская область). Объектами исследования послужили еловые и сосновые леса в фоновых и нарушенных экосистемах. Показана динамика состава почвы, растений и лишайников в условиях техногенного загрязнения.

Ключевые слова: лесные экосистемы, почвы, растения, воздушное загрязнение, Арктика.

Введение

Техногенное воздействие на окружающую природную среду является глобальной проблемой современного природопользования. Мурманская область — самый северный регион европейской части России и полностью входит в Арктическую зону РФ. В настоящее время лесные арктические экосистемы подвергаются множественному стрессу, представляющему собой комбинацию естественных и антропогенных факторов. В связи с интенсивным развитием отраслей промышленности, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, обостряется проблема изучения и сохранения лесов. Особенно актуальна эта проблема для регионов Крайнего Севера, где в силу своих биологических особенностей лесные экосистемы отличаются повышенной уязвимостью.

В центральной части Мурманской области основным источником аэротехногенного загрязнения является медно-никелевый комбинат «Североникель», длительное воздействие со стороны которого привело к деградации экосистем на значительных по площади территориях, в том числе на территории Лапландского государственного биосферного заповедника, который является крупнейшим в европейской части России. Воз-

душное загрязнение, представленное главным образом SO_2 с примесью тяжелых металлов (Ni, Cu, Co и др.), распространяется на значительные расстояния и является причиной нарушения биогеохимических циклов химических элементов, изменения состава атмосферных выпадений, почв и растений, Основной предпосылкой длительного существования лесных биогеоценозов является стабильность биогеохимических циклов. Это подтверждается рядом исследований, в том числе проведенных для северных регионов (Лукина, Никонов, 1998; Лянгузова, 2010, Копчик, 2012). Исследование элементного состава растений необходимо для более полной характеристики распределения химических элементов в природных и антропогенных ландшафтах, поскольку растения являются важнейшим звеном биологического круговорота веществ. Изменение условий произрастания растений под влиянием аэротехногенного загрязнения и климатических изменений может приводить к нарушениям экосистемных функций лесов: изменять круговорот биофильных элементов, плодородие почв, продуктивность лесных экосистем.

Анализ результатов многочисленных исследований показывает большой интерес авторов к изменению состава и свойств почвы, растений под воздействием природных и антропогенных факторов (Воробейчик

и др., 2014; Копчик и др., 2016; Михайлова и др., 2020; Salemaa et al., 2004; Zakrzewska, Klimek, 2018). Однако недостаточно исследований, при выявляются долговременные изменения в условиях меняющихся факторов среды. Такие исследования возможны только при проведении длительных стационарных наблюдений на одной и той же территории.

Цель работы — изучение состояния северотаёжных лесов на основе данных многолетнего мониторинга почвы, древесных растений, напочвенного покрова северотаёжных лесов в условиях долговременного атмосферного загрязнения на пробных площадях постоянного наблюдения в Лапландском заповеднике (Мурманская область).

Объекты и методы исследований

Исследования состояния северотаёжных лесов проводились на территории Лапландского заповедника, который находится в центральной части Мурманской области. Леса заповедника представляют типичные для бореальной зоны формации с преобладанием низко продуктивных хвойных насаждений северотаёжного облика и занимают около половины территории (Исаева, Костина, 2012). Лесные экосистемы заповедника подвергаются воздействию атмосферных выбросов комбината «Североникель» (АО «Кольская ГМК»). В настоящее время ежегодный объём выбросов SO_2 и твердых веществ составляет соответственно 35–37 и 2,9–3,4 тыс. тонн, т.е. произошло 5–9-кратное снижение по сравнению с периодом 1981–1990 гг., когда объём атмосферных выбросов превышал в среднем 220 тыс.т., твердых веществ — 16 тыс. тонн (Лянгузова, 2021). Почвы в районе исследования представлены Al-Fe-гумусовыми подзолами, развитыми на ледниковых моренных песчаных отложениях (Переверзев, 2011). В современной классификации (Классификация..., 1997) подзолы, имеющие профиль O-E-BH-C, выделяются на уровне типа и входят в отдел альфегумусовых почв ствола постлитогенных почв (Переверзев, 2007).

Пробные площадки постоянного наблюдения (ППН) на территории заповедника заложены в 1993 г. в ельнике зеленомошно-кустарничковом (ППН 8–93) и сосняке лишайниково-кустарничковом (ППН M1K5) на расстоянии 31 км от комбината «Североникель». Почти 30 лет сотрудники лаборатории наземных экосистем Института проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН проводят мониторинг на ППН на территории заповедника. Еловые и сосновые леса на ППН трансформированы и выделены как стадия дефолирующих лесов (Лукина, Никонов, 1998). На данной стадии наблюдается повышение кислотности почв, обеднение их элемента-

ми питания, нарушение минерального питания растений, дефолиация, т.е. преждевременное опадение хвои деревьев (Лукина и др., 2005). Установлено, что в дефолирующих лесах содержание поллютантов в атмосферных выпадениях, почвенных водах и хвое древесных растений в сосновых и еловых лесах возрастает (Ershov et al., 2020; Сухарева и др., 2020). Фоновые пробные площадки расположены на юго-западе Мурманской области (Кандалакшский район), на значительном удалении от источника аэротехногенного загрязнения, в ельнике лишайниково-кустарничково-зеленомошном (167 км от комбината) и сосняке лишайниково-кустарничковом (171 км от комбината). Почвы на ППН под сосновыми лесами представлены иллювиально-железистыми подзолами (Carbic Podzols, WRB), под еловыми — иллювиально-гумусовыми подзолами (Rustic Podzols, WRB).

Исследования почв и растений на ППН выполняли в 2005–2008 и 2017–2019 гг. в конце вегетационного периода (август). Отбор образцов почвы проводили по почвенным горизонтам с учётом парцеллярной структуры биогеоценоза. В лабораторных условиях почвенные образцы высушивали при комнатной температуре, а затем просеивали. Аналитической обработке подвергали мелкозем (фракция < 1.0 мм). Для определения концентрации доступных соединений элементов образцы почв обрабатывали 1M CH_3COONH_4 (pH = 4.65). Для органогенных горизонтов использовали те же соотношения почвы и вытеснителя, что и при определении pH для минеральных горизонтов — 1:10. Хвою ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), листья березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.) отбирали в 5 кратной повторности из верхней трети кроны. Образцы растений напочвенного покрова — вороники (*Empetrum hermaphroditum* Hager.), черники (*Vaccinium myrtillus* L.), брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.), зеленого мха *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. и напочвенного лишайника *Cladonia stellaris* (Opiz) Pouzar & Vezda в 3-кратной повторности в конце вегетационного периода (августе) в межкрупных пространствах. В лаборатории хвою ели и сосны разбирали на возрастные классы, у брусники и вороники отделяли листья текущего года, у зеленых мхов — побеги текущего года. Содержание химических элементов в растительных образцах определяли после разложения концентрированной азотной кислотой (мокрое озоление). Металлы (Ca, Mg, K, Fe, Mn, Cu, Ni, Zn) в образцах определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии, K — атомно-эмиссионной спектрометрии, P — фотоколориметрическим методом, S — турбидиметрическим методом. Образцы растений и лишайников высушивали при комнатной температуре, размалывали. Растительные образцы перед химическим анализом не отмывали.

Таблица 1. Содержание подвижных форм элементов минерального питания в почве фоновых и дефолирующих еловых лесов (кустарничково-зеленомошная парцелла), 2019 г., мг кг⁻¹

Горизонт	Границы горизонта, см	Ca	K	P	Mg	Mn	S	Al
Фон								
L	0–0.6	6316 264	1741.9 143.0	780.0 11.5	1191.2 172.8	3278.6 31.3	150.4 16.8	32.4 6.2
FH	0.6–4	1312 115	721.3 160.3	193.866.9	262.2 72.9	473.8 132.9	52.0 14.4	187.5 10.2
E	4–12	10 1	5.4 0.7	2.8 0.1	5.4 0.7	10.2 1.8	5.7 1.9	221.2 72.0
B	12–43	26 2	17.7 3.4	14.7 0.4	7.5 1.2	25.8 7.0	40.5 11.6	3964.6 924.2
C	>43	13 1	8.1 1.3	8.0 0.3	14.6 2.4	0.5 0.1	29.8 3.3	1234.7 367.5
Лапландский заповедник (ППН 8–93)								
L	0–0.4	3960 828	1422.6 23.2	485.1 68.8	756.4 30.5	1031.3 211.6	264.4 28.3	35.1 6.7
FH	0.4–7	2766 107	1007.0 101.4	76.2 23.5	258.3 21.2	50.4 17.8	174.5 16.6	896.5 245.6
E	7–15	19 4	12.6 0.7	2.9 1.0	3.5 1.5	0.23 0.06	11.9 1.1	138.0 31.8
B	15–40	32 6	11.9 2.5	5.3 0.4	3.9 1.8	4.48 1.9	62.9 8.2	2343.3 920.6

Примечание: здесь и в табл. 2–4: над чертой — среднее арифметическое;
под чертой — стандартная ошибка

Таблица 2. Содержание подвижных форм элементов минерального питания в почве фоновых и дефолирующих сосновых лесов (лишайниковая парцелла), 2019 г., мг кг⁻¹

Горизонт	Глубина, см	Ca	K	P	Mg	Mn	S	Al
Фон								
L	0–1	2694 230	706.8 53.2	241.5 39.2	415.6 14.9	597.5 62.9	93.9 5.0	117.0 2.4
FH	1–7	1933 274	480.0 15.8	141.516.7	220.6 18.1	190.4 71.4	79.8 2.6	78.0 5.8
E	7–16	28 4	11.4 2.7	2.5 0.3	5.8 1.7	1.9 0.8	1.8 0.9	154.5 18.9
B	16–30	16 1	9.4 2.3	18.0 6.6	3.5 0.3	10.1 1.1	61.4 2.8	2700.0 445.6
C	>30	13 2	7.1 0.7	17.6 3.7	2.5 0.6	7.9 1.4	9.3 1.6	816.3 97.7
Лапландский заповедник (ППН М1К5)								
L	0–0.5	1070 134	698.7 21.0	145.2 9.9	114.14.7	106.9 25.6	146.4 9.4	168.7 41.0
FH	0.5–4.5	1440 254	252.5 12.8	45.1 2.2	147.9 27.8	89.7 8.1	72.6 4.9	121.8 8.6
E	4.5–10	14 6	7.4 1.6	1.6 0.2	2.7 0.7	0.6 0.2	2.6 0.4	69.8 13.3
B	10–39	10 1	2.9 0.3	8.8 3.2	1.5 0.2	13.9 3.9	65.1 2.9	1123.4 99.3
C	>39	13 2	2.9 0.4	7.4 0.4	1.7 0.7	6.2 0.1	3.0 0.4	318.3 46.5

Таблица 3. Содержание подвижных форм ТМ в почве фоновых и дефолирующих еловых лесов (кустарничково-зеленомошная парцелла), 2019 г., мг

Горизонт	Границы горизонта, см	Fe	Zn	Cu	Ni
Фон					
L	0–0.6	1.0 0.3	160.3 0.1	0.76 0.24	0.85 0.13
FH	0.6–4	25.2 9.9	41.1 6.9	0.57 0.10	0.21 0.02
E	4–12	108.7 9.6	0.3 0.1	0.15 0.09	0.06 0.01
B	12–43	706.8 52.3	7.2 2.4	0.29 0.10	0.44 0.06
C	>43	83.4 2.6	0.5 0.1	0.26 0.05	0.23 0.06
Лапландский заповедник (ППН 8–93)					
L	0–0.4	1.2 0.2	78.5 5.8	5.95 0.51	32.39 2.02
FH	0.4–7	90.2 9.0	26.6 1.7	15.02.19	43.84 4.25
E	7–15	39.5 4.1	0.39 0.06	0.66 0.26	0.91 0.16
B	15–40	497.1 117.6	0.86 0.17	1.06 0.28	1.26 0.20

Таблица 4. Содержание подвижных форм ТМ в почве фоновых и дефолирующих сосновых лесов (лишайниковая парцелла), 2019 г., мг кг⁻¹

Горизонт	Глубина, см	Fe	Zn	Cu	Ni	Pb	Cd	Co
Фон								
L	0–1	5.2 1.4	37.47 5.39	0.45 0.05	0.60 0.06	1.203 0.072	0.097 0.013	0.065 0.022
FH	1–7	12.0 3.3	19.29 1.50	0.27 0.02	0.48 0.16	8.345 2.097	0.135 0.022	0.113 0.022
E	7–16	21.8 2.4	0.22 0.02	0.03 0.01	0.08 0.00	0.635 0.191	0.003 0.001	0.016 0.004
B	16–30	192.8 62.2	0.91 0.16	0.25 0.05	0.21 0.06	0.413 0.089	0.008 0.001	0.276 0.030
C	>30	57.9 3.3	0.03 0.00	0.11 0.03	0.22 0.03	0.140 0.011	0.012 0.001	0.119 0.047
Лапландский заповедник (ППН М1К5)								
L	0–0.5	12.8 2.9	15.9 0.03	20.98 1.67	45.40 1.78	0.158 0.037	8.767 3.260	1.038 0.199
FH	0.5–4.5	15.7 1.5	17.6 1.2	16.54 4.65	57.54 1.15	0.325 0.007	14.789 3.382	2.080 0.019
E	4.5–10	19.9 8.2	0.03 0.00	0.35 0.10	0.42 0.16	0.007 0.002	0.412 0.055	0.022 0.006
B	10–39	132.2 14.6	0.21 0.02	0.34 0.12	0.37 0.10	0.003 0.000	0.221 0.003	0.164 0.032
C	>39	37.2 5.7	0.13 0.03	0.29 0.02	0.12 0.04	0.001 0.000	0.001 0.000	0.091 0.025

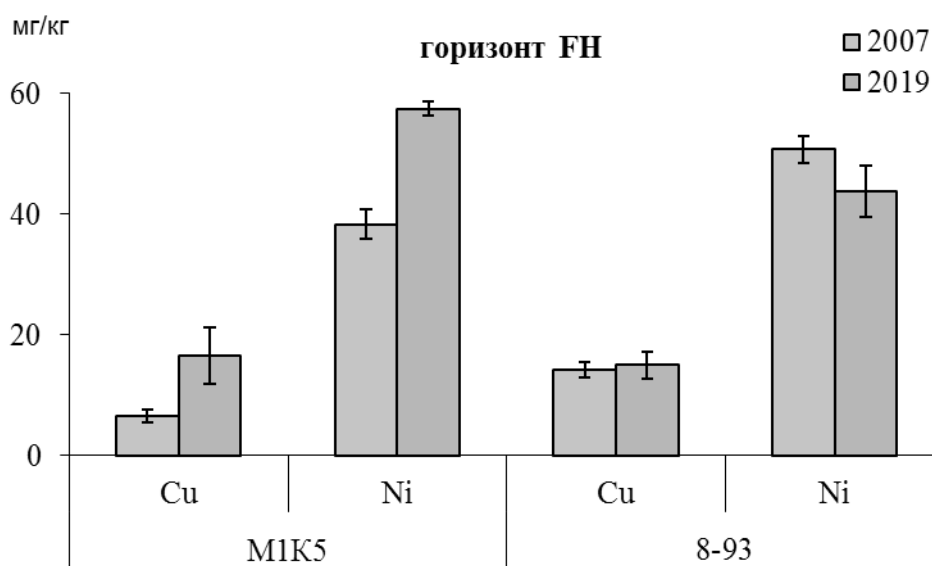


Рис. 1. Содержание подвижных форм Ni и Cu в органическом горизонте почвы на пробных площадях, расположенных на территории Лапландского заповедника, мг кг⁻¹

Полученные данные обрабатывались с помощью программного обеспечения MS Excel. Для сравнения содержания химических элементов в почве, растениях, лишайниках в условиях разного уровня атмосферного загрязнения использовали непараметрический статистический критерий U-критерия Манна-Уитни в Statistica 13.3.

Результаты исследований

Почвы

В органическом горизонте (подгоризонты L, FH) еловых и сосновых лесов из элементов доминирует кальций и калий, минеральных горизонтов E, C — алюминий и железо. В пределах органического горизонта наблюдается снижение концентрации Ca, K, P, Mg, Mn, Zn, S ($p < 0.05$). от L к FH подгоризонту как фоновых еловых и сосновых лесах, так и в дефолирующих лесах на территории Лапландского заповедника (табл. 1,2).

В подгоризонте L сосновых лесов концентрации доступных соединений Al и Fe выше, чем в подгоризонте FH. В органическом горизонте еловых лесов отмечены более высокие концентрации большинства элементов питания по сравнению с сосновыми: в подгоризонте L — Ca, K, P, Mg, Mn, S, Zn, в подгоризонте FH — Mn, Zn, Al, Fe — ($p < 0.05$). В подзолистом горизонте (гор. E) почвы фоновых хвойных лесов концентрации доступных элементов питания Ca, K, P, Mg, Mn, S, Zn снижаются ($p < 0.05$). В иллювиальном горизонте (гор. B) вновь про-

исходит увеличение концентрации P, Mn, S, Zn ($p < 0.05$). Максимальное содержание доступных соединений Al и Fe наблюдается в иллювиальном горизонте ($p < 0.05$).

В органических горизонтах почв дефолирующих лесов, на территории Лапландского заповедника (ППН 8–93 и M1K5), наблюдается снижение содержания доступных для растений соединений Ca, Mg, K, P, Mn, Zn, увеличение содержания Al, Fe, Ni, Cu, Cd (табл. 1–4), Co по сравнению с фоном ($p < 0.05$). Снижение содержания основных катионов в органических горизонтах почв являются следствием катионообменных реакций в почвенном поглощающем комплексе: основные катионы вытесняются “кислыми” — ионами водорода и алюминия. Кроме того, хвоя ели и сосны, ассимилирующие органы кустарничков значительно обедняются кальцием и магнием, что также может являться причиной снижения содержания доступных соединений этих элементов в органических горизонтах почв. Снижение содержания марганца и цинка обусловлено выносом этих элементов из органического горизонта в результате интенсификации потока кислотообразующих веществ из атмосферы. Другой причиной может быть уменьшение содержания этих элементов в растительном опаде. Пониженные содержания фосфора также связаны с их активным вымыванием из подстилки. Увеличение содержания тяжелых металлов связано с атмосферным загрязнением. Несмотря на значительное поступление соединений серы с атмосферными выпадениями и интенсивным вымыванием их из крон деревьев, содержание доступных для растений соединений серы в ор-

Таблица 5. Содержание элементов питания в ассимилирующих органах растений еловых лесов (2017–2019 гг.)

Растения	Ca	K	P	Mg	Mn	S	Al
	г/кг	г/кг	г/кг	г/кг	г/кг	г/кг	мг/кг
Фон							
Ель, хвоя:							
текущая	3.0±0.4	7.9±0.3	2.0±0.1	0.9±0.1	0.9±0.1	0.5±0.1	55±11
однолетняя	5.0±0.6	6.9±0.5	1.9±0.2	0.8±0.1	1.4±0.1	1.3±0.1	185±49
многолетняя	14.4±1.3	3.3±0.3	1.3±0.1	0.7±0.1	3.0±0.2	1.4±0.1	19±2
Береза	5.5±0.2	7.1±0.2	2.0±0.1	2.5±0.1	2.0±0.1	0.8±0.1	185±27
Черника	8.7±0.4	6.8±0.4	1.9±0.1	1.8±0.1	3.0±0.3	1.9±0.2	79±9
Брусника	4.3±0.1	5.3±0.4	1.5±0.1	1.4±0.1	1.6±0.1	1.4±0.2	20±2
Вороника	4.5±0.2	5.6±0.3	1.7±0.1	1.8±0.1	0.4±0.1	1.3±0.2	73±4
Зеленые мхи	1.9±0.1	6.1±0.1	1.6±0.1	2.2±0.5	0.7±0.0	0.8±0.1	33±6
Лапландский заповедник (ППН 8–93)							
Ель, хвоя:							60±10
текущая	2.8±0.2	8.2±0.6	1.7±0.1	0.8±0.1	0.8±0.1	0.5±0.1	116±38
однолетняя	4.4±0.2	5.2±0.2	1.2±0.1	0.9±0.1	0.5±0.1	0.6±0.1	226±66
многолетняя	8.6±0.9	3.3±0.3	0.8±0.1	0.5±0.1	0.6±0.1	0.8±0.1	26±5
Береза	6.8±0.3	6.2±0.5	1.8±0.1	2.2±0.1	1.2±0.1	1.0±0.1	115±2
Черника	6.6±0.1	8.9±0.3	1.8±0.1	1.7±0.1	2.8±0.1	1.9±0.1	87±5
Брусника	4.4±0.1	5.7±0.2	1.2±0.1	1.4±0.1	1.6±0.1	1.8±0.1	24±1
Вороника	4.6±0.3	7.0±0.5	1.5±0.1	1.3±0.1	0.4±0.1	1.0±0.1	60±6
Зеленые мхи	6.4±0.3	7.3±0.6	1.1±0.1	2.2±0.1	0.6±0.1	1.2±0.1	60±10

Примечание: здесь и в табл. 6–8 приведены средние значения и ± стандартная ошибка.

Таблица 6. Содержание элементов питания в ассимилирующих органах растений и талломах лишайников сосновых лесов (2017–2019 гг.)

Растения, лишайники	Ca	K	P	Mg	Mn	S	Al
	г/кг	г/кг	г/кг	г/кг	г/кг	г/кг	мг/кг
Фон							
Сосна, хвоя:							
текущая	1.4±0.1	7.5±0.5	2.0±0.1	1.0±0.1	0.4±0.0	0.5±0.1	102±9
однолетняя	2.1±0.1	4.2±0.2	1.1±0.1	0.8±0.1	0.6±0.0	0.7±0.1	181±15
многолетняя	2.9±0.1	3.4±0.1	1.0±0.1	0.7±0.1	0.8±0.0	0.7±0.1	212±18
Береза	8.6±0.1	9.2±0.6	2.2±0.1	2.5±0.1	2.0±0.1	0.8±0.1	13±1
Черника	7.1±0.5	7.5±0.8	1.6±0.1	2.0±0.1	1.3±0.1	1.5±0.1	123±15
Брусника	4.7±0.1	5.1±0.3	1.4±0.1	1.3±0.1	1.1±0.1	1.1±0.1	66±2
Вороника	5.0±0.3	6.8±0.2	1.7±0.1	1.6±0.1	0.3±0.1	1.1±0.1	17±2
Лишайники	0.4±0.0	1.2±0.1	0.4±0.0	0.2±0.0	0.1±0.0	0.2±0.0	74±2
Лапландский заповедник (ППН М1К5)							
Сосна, хвоя:							
текущая	1.7±0.1	6.2±0.4	1.6±0.1	1.0±0.1	0.6±0.1	1.0±0.1	85±7
однолетняя	2.2±0.1	3.4±0.2	1.0±0.1	0.8±0.1	0.6±0.1	0.7±0.1	110±15
многолетняя	3.4±0.3	2.8±0.1	0.9±0.0	0.5±0.1	0.6±0.1	0.7±0.1	168±19
Береза	5.0±0.3	5.9±0.1	2.5±0.1	2.0±0.1	1.1±0.1	1.0±0.1	29±1
Черника	7.4±0.4	5.9±0.4	1.7±0.1	2.1±0.1	1.8±0.2	1.3±0.2	134±9
Брусника	4.3±0.4	4.3±0.2	1.0±0.1	1.4±0.1	0.8±0.1	1.9±0.1	79±2
Вороника	4.5±0.1	6.0±0.3	1.4±0.1	1.2±0.1	0.3±0.1	1.1±0.2	24±2
Лишайники	0.8±0.1	7.1±0.1	0.4±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.3±0.0	249±18

Таблица 7. Содержание ТМ в ассимилирующих органах растений (2017–2019 гг.)

Растения	Fe	Zn	Cu	Ni	Co	Cd	Pb
	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг
Фон							
Ель, хвоя:							
текущая	22±1	41±4	2.6±0.1	3.6±0.6	0.02±0.00	0.02±0.00	0.01±0.00
однолетняя	25±2	50±7	2.2±0.2	2.1±0.2	0.02±0.00	0.02±0.01	0.02±0.00
многолетняя	41±3	77±13	1.5±0.1	4.0±0.5	0.03±0.00	0.03±0.01	0.06±0.01
Береза	39±1	160±30	4.3±0.1	3.0±0.3	0.08±0.01	0.17±0.01	0.26±0.02
Черника	56±3	14±1	6.3±0.1	1.7±0.1	0.01±0.00	0.01±0.00	0.14±0.03
Брусника	21±1	19±2	3.8±0.2	1.6±0.1	0.01±0.00	0.01±0.00	0.07±0.01
Вороника	42±8	19±1	6.9±0.3	3.9±0.6	0.00±0.00	0.00±0.00	0.09±0.01
Зеленые мхи	70±3	34±1	5.4±0.3	3.2±0.3	0.13±0.01	0.06±0.00	0.68±0.08
Лапландский заповедник (ППН 8–93)							
Ель, хвоя:							
текущая	25±1	29±2	4.0±0.3	25.6±1.8	0.18±0.02	0.00±0.00	0.04±0.01
однолетняя	31±2	28±3	3.8±0.4	28.9±3.2	0.21±0.02	0.00±0.00	0.07±0.01
многолетняя	38±2	27±3	4.4±0.4	30.9±2.1	0.21±0.02	0.00±0.00	0.18±0.03
Береза	52±2	142±5	9.0±0.2	30.3±0.8	0.06±0.00	0.13±0.01	0.10±0.01
Черника	50±4	11±1	9.7±0.4	17.1±1.6	0.25±0.03	0.00±0.00	0.06±0.01
Брусника	30±1	18±1	6.2±0.4	8.9±0.4	0.18±0.02	0.01±0.00	0.06±0.00
Вороника	35±2	10±1	6.5±0.8	14.3±1.4	0.16±0.01	0.00±0.00	0.07±0.01
Зеленые мхи	30±1	19±1	58±3	9.4±1.2	0.10±0.01	0.20±0.03	0.05±0.00

Таблица 8. Содержание ТМ в ассимилирующих органах растений и талломах лишайников сосновых лесов (2017–2019 гг.)

Растения, лишайники	Fe	Zn	Cu	Ni	Co	Cd	Pb
	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг
Фон							
Сосна, хвоя:							
текущая	30±4	31±3	3.7±0.3	2.5±0.2	0.04±0.01	0.03±0.01	0.02±0.00
однолетняя	36±3	34±3	2.5±0.1	0.9±0.2	0.06±0.01	0.04±0.01	0.05±0.01
многолетняя	44±2	38±5	2.4±0.1	1.1±0.2	0.07±0.01	0.04±0.01	0.11±0.01
Береза	53±2	204±30	4.8±0.2	3.0±0.3	0.09±0.03	0.12±0.01	0.04±0.01
Черника	46±2	13±2	6.2±0.2	1.6±0.1	0.00±0.00	0.00±0.00	0.01±0.00
Брусника	25±1	23±1	4.9±0.2	0.2±0.1	0.00±0.00	0.00±0.00	0.01±0.00
Вороника	31±4	18±1	7.6±0.5	2.9±0.8	0.01±0.00	0.00±0.00	0.03±0.01
Лишайники	130±9	11±1	1.1±0.0	1.8±0.2	0.08±0.01	0.03±0.00	0.59±0.04
Лапландский заповедник (ППН М1К5)							
Сосна, хвоя:							
текущая	47±2	21±3	8.3±0.2	26.0±2.2	0.35±0.07	0.00±0.00	0.05±0.01
однолетняя	31±2	21±3	10.2±0.5	30.5±2.3	0.48±0.04	0.00±0.00	0.12±0.01
многолетняя	80±4	13±1	12.7±0.3	40.2±3.0	0.60±0.02	0.00±0.00	0.30±0.02
Береза	59±1	125±9	9.4±0.2	37.8±1.8	0.64±0.05	0.17±0.01	0.10±0.02
Черника	42±2	12±1	9.9±0.2	18.5±1.2	0.14±0.01	0.01±0.00	0.05±0.01
Брусника	28±1	17±1	5.4±0.2	11.0±0.4	0.08±0.01	0.00±0.00	0.04±0.01
Вороника	40±2	11±1	6.3±0.3	14.0±0.4	0.11±0.01	0.00±0.00	0.07±0.01
Лишайники	791±9	10±1	29.7±0.7	59.5±2.0	1.42±0.07	0.04±0.00	1.37±0.06

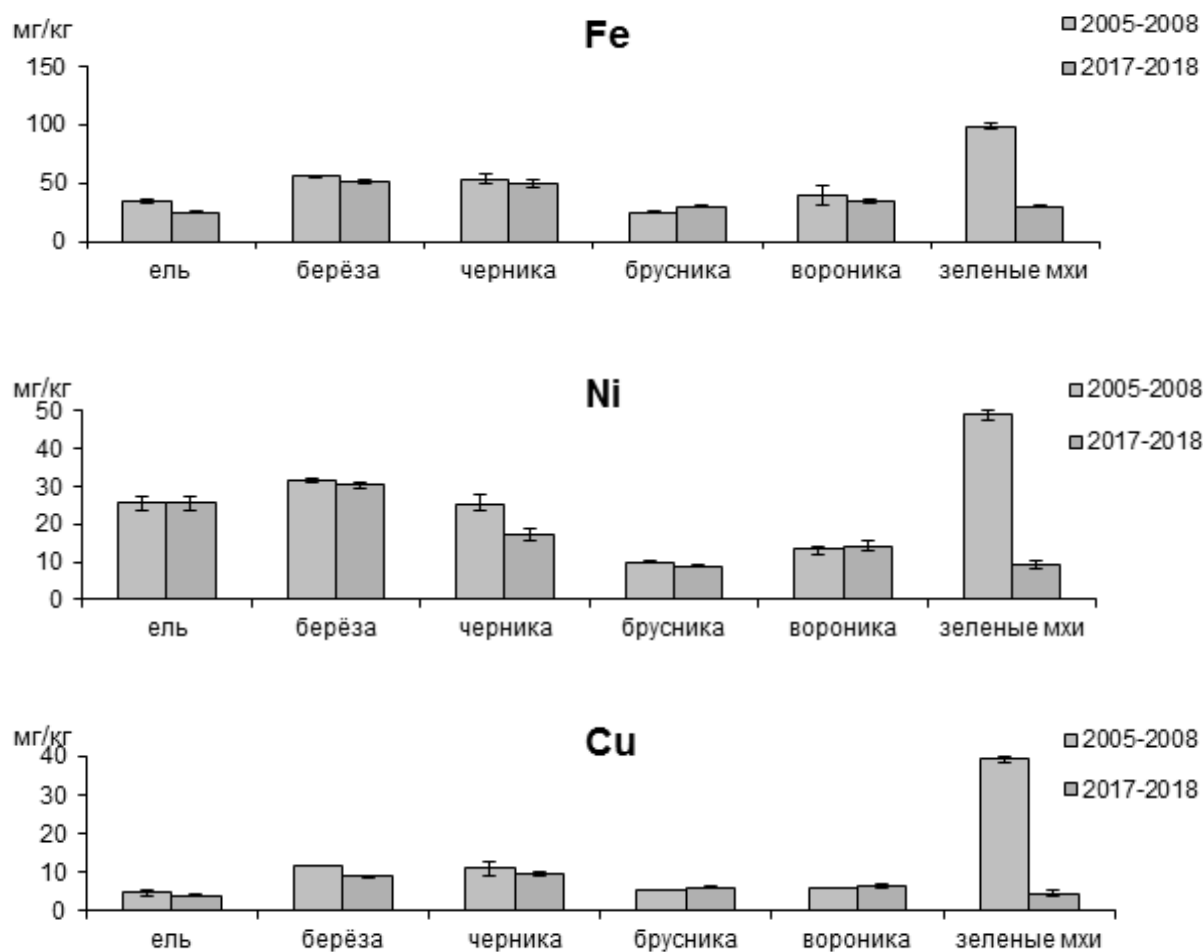


Рис. 2. Содержание Fe, Cu, Ni в листьях (хвое) растений на ППН8–93 (Лапландский заповедник) в разные периоды исследований (2005–2008 и 2017–2018 гг.)

ганогенных горизонтах не увеличивается. Это можно объяснить высокой миграционной способностью этого элемента. В почвенных водах фиксируется резкое возрастание концентраций сульфатов, которые способствуют миграции основных катионов (Лукина, Никонов, 1996).

В фоновых условиях содержание никеля и меди низкое и варьирует в органогенном горизонте в пределах 0.25–0.67 мг/кг, в минеральных горизонтах — 0.02–0.50 мг/кг. В дефолирующих лесах Лапландского заповедника содержания никеля многократно превышают фоновые значения, с максимальным накоплением в органогенном горизонте почвы. Данные за 2 периода наблюдений (2007 и 2019 гг.) показали, что содержание доступных соединений никеля и меди в почве фоновых районах остается на низком уровне. На рис. 1 представлена динамика содержания тяжелых металлов (ТМ) в органогенном горизонте почвы на территории заповедника в разные периоды исследования.

В почве сохраняются высокие концентрации Ni и Cu, которые многократно превышают фоновые значения. В дефолирующих еловых лесах (ППН8–93) в 2019 г. содержание никеля несколько снизилось, а меди осталось сопоставимо с предыдущим периодом исследования (2007 г.). В дефолирующих сосновых лесах (ППН М1К5) произошло увеличение концентрации меди с 6.35 мг/кг (2007 г.) до 16.54 мг/кг (2019 г.), никеля с 38.40 до мг/кг (2007 г.) до 57.54 мг/кг (2019 г.)

Растения и лишайники

В табл. 5–8 приведены данные по содержанию макро- и микроэлементов в листьях (хвое) доминирующих растений и талломах лишайников северотаежных лесов. Из минеральных элементов в листьях (хвое) древесных растениях ненарушенных сообществ преобладают калий и кальций. Листья березы характеризуются высоким содержанием Mg и Zn, хвоя ели и сосны — Al.

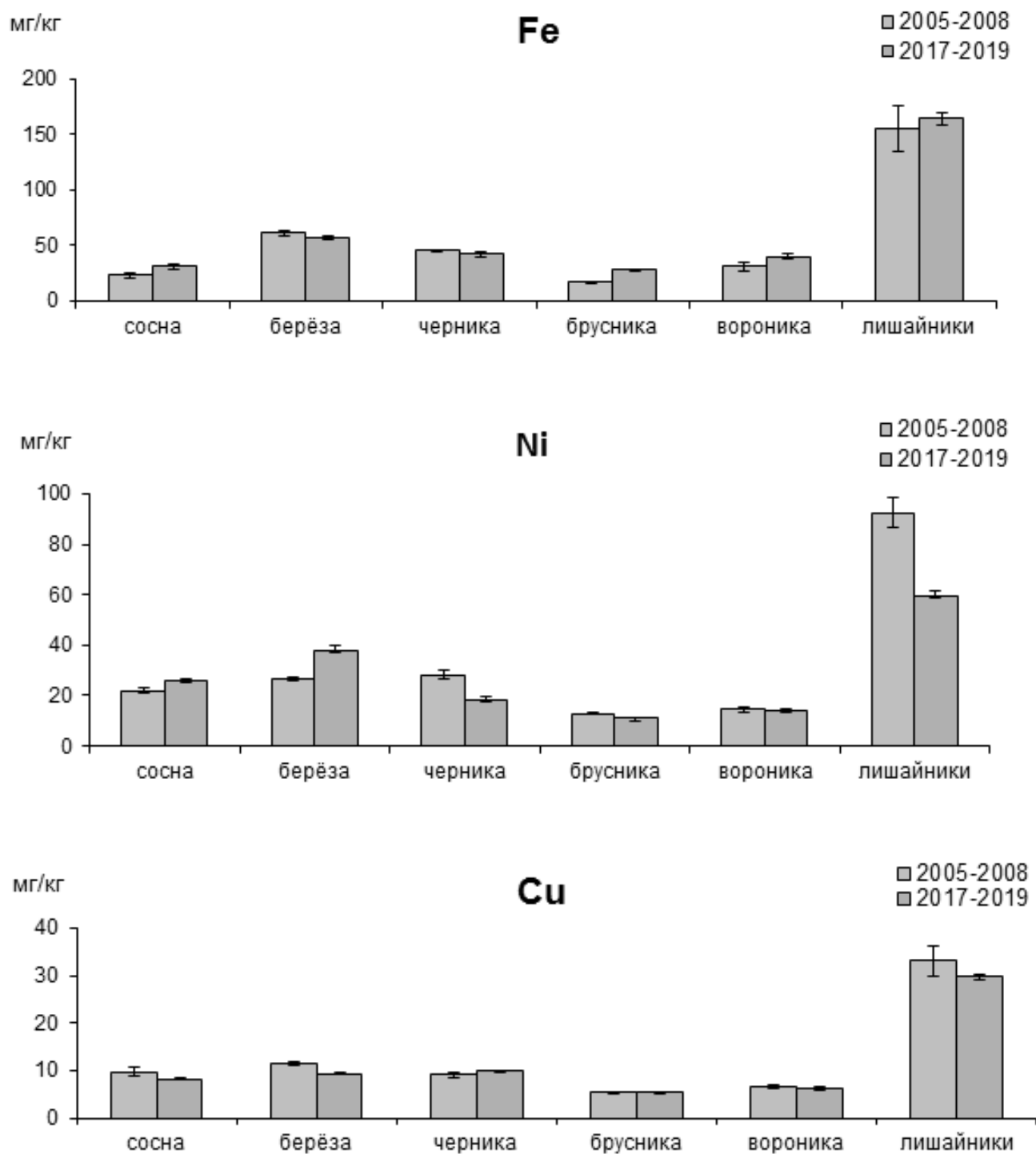


Рис. 3. Содержание Fe, Cu, Ni в листьях (хвое) растений и талломах лишайников на ППН М1К5 (Лапландский заповедник) в разные периоды исследований (2005–2008 и 2017–2019 гг.)

В листьях рассматриваемых кустарничков наблюдаются высокие концентрации Ca, K, Mg, P и Mn (табл. 3, 4). Самые высокие концентрации Ca обнаружены в листьях черники. Из зольных элементов в листьях вороники и брусники преобладает K, в листьях черники — Ca (еловые леса) и K (сосновые леса). Листья черники характеризуются также повышенной по сравнению с другими кустарничками аккумуляцией марганца и алюминия. Из минеральных элементов в зеленых мхах ненарушенных сообществ преобладает калий, кальций и фосфор. Химический состав лишайников характеризуется низким содержанием большинства химических элементов, за исключением железа, концентрация которого выше по сравнению с другими представителями биоты.

Среднее содержание тяжелых металлов в листьях (хвое) доминирующих растений и талломах лишайников в Лапландском заповеднике превышает региональный фон (табл. 7,8). Накопление ТМ в листьях растений связано с их активным корневым поглощением из-за увеличения концентраций доступных соединений этих элементов в почвах. Другим важным фактором является фолитарное поглощение этих элементов. В лишайниках и зеленых мхах нами обнаружены самые высокие концентрации меди на ППН 8–93 и М1К5. Содержание Cu в зеленых мхах возрастает в 14.5 раза, лишайниках — в 27 раз по сравнению с фоном ($p < 0.05$). По уровню содержания Cu ряд имеет следующий вид: зеленые мхи > лишайники > хвоя сосны (однолетняя, многолетняя) > листья берёзы, черники > хвоя сосны (текущего года) > листья вороники > листья брусники > хвоя ели. На ППН 8–93 и М1К5 выявлено значительное накопление Ni ($p < 0.05$). во всех исследуемых растениях и лишайниках по сравнению с фоновыми значениями. По уровню содержания Ni в ассимилирующих органах в растительных образцах, отобранных на территории Лапландского заповедника, можно предложить следующий ряд: лишайники > хвоя сосны (многолетняя) >, хвоя ели (однолетняя, многолетняя) и сосны (однолетняя) > листья берёзы > хвоя ели, сосны (текущего года) > листья черники > листья вороники > листья брусники > зеленые мхи. На ППН М1К5 выявлено увеличение содержания Cd и Pb во всех исследуемых растительных образцах, Co — только в хвое ели и лишайниках ($p < 0.05$). На ППН 8–93 возрастание содержания Co по сравнению с фоном отмечено в хвое ели и листьях кустарничков, Cd — лишайниках, Pb — в хвое ели ($p < 0.05$).

В Лапландском заповеднике содержание Ca в зеленых мхах выше фоновых показателей. Ранее увеличение концентрации Ca на территории заповедника было выявлено в лишайнике *Cladonia stellaris* при одновременном снижении концентрации доступных форм соединений Ca в почве (Сухарева, 2016). Повышение содержания кальция в талломах лишайников и зеленых мхах, скорее всего, связано с атмосферным поглощением. Из-

вестно, что основными механизмами аккумуляции зелеными мхами минеральных элементов из окружающей среды являются поглощение элементов надземными органами с их поступлением путем обменной диффузии в симпласт клеток и поглощение минеральных элементов из субстрата с помощью ризоидов.

На рис. 2, 3 представлена динамика содержания ТМ в ассимилирующих органах растений и лишайников на территории заповедника в разные периоды исследования (2005–2008 гг. и 2017–2019 гг.)

Содержание меди и никеля в ассимилирующих органах хвойных деревьев сопоставимо по двум периодам исследования. В хвое ели отмечено снижение содержания Fe. В листьях берёзы сосновых и еловых лесов произошло снижение концентрации Cu. Напротив, концентрации Ni не изменились (ПП 8–93), а листья берёзы сосновых лесов (ПП М1К5) увеличились. В ассимилирующих органах брусники и вороники не обнаружено достоверных различий в содержании ТМ. В листьях черники в 2017–2018 гг. концентрации Ni снизились, Fe и Cu — остались на уровне 2005–2008 гг. ($p < 0.05$). За исследуемый период наиболее заметные изменения в содержании ТМ демонстрируют зеленые мхи. Так, концентрации Fe, Ni, Cu в 2017–2018 гг. снизились в 3.3; 5.2; 8.7 раза соответственно по сравнению с предыдущим периодом отбора образцов. В лишайниках отмечено достоверное снижение концентрации Ni ($p < 0.05$), значимых изменений в содержании Fe и Cu не выявлено.

Заключение

В результате регулярного мониторинга на стационарных пробных площадях Лапландского заповедника выявлены пространственные и временные закономерности функционирования северотаежных лесов на основе параметров минерального питания. Показано, что почвы, растения и лишайники в заповеднике загрязнены ТМ (Ni, Cu, Pb, Cd, Co). За исследуемый период 2007–2019 гг. выявлено увеличение содержания подвижных форм ТМ в дефолирующих сосновых лесах заповедника. Одновременно почвы обедняются элементами минерального питания (Ca, P, K, Mg, Mn), прежде всего, органогенный горизонт. Эти факторы оказывают негативное влияние на состояние растительного покрова этой территории. В лесных экосистемах заповедника выявлено значительное накопление Ni во всех исследуемых растениях и лишайниках по сравнению с фоновыми значениями.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИППЭС КНЦ РАН № 1021051803679–9 «Биоразнообразие и мультифункциональность наземных экосистем Евро-Арктического региона»

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробейчик Е.Л., Трубина М.Р., Хантемирова Е.В., Бергман И.Е. Многолетняя динамика лесной растительности в период сокращения выбросов медеплавильного завода // Экология. 2014. № 6. С. 448–458.
2. Исаева Л.Г., Костина Л.Г. Леса на территории заповедника // Труды Лапландского государственного природного биосферного заповедника. 2012. Вып. VI. М: Издательство «Перо», 2012. С. 69–111.
3. Переверзев В.Н. Зональные особенности альфагумусового почвообразования на моренных породах Кольского полуострова // Почвоведение. 2007. № 1. С 5–11.
4. Переверзев В.Н. Почвообразование в лесной зоне Кольского полуострова // Вест. КНЦ РАН. 2011. № 2. С. 74–82.
5. Классификация почв России. М.: Почв. ин-т им. Докучаева, 1997, 235 с.
6. Копчик Г.Н., Копчик С.В., Смирнова И.Е., Кудрявцева А.Д., Турбабина К.А. Реакция лесных экосистем на сокращение атмосферных промышленных выбросов в Кольской Субарктике // Журнал общей биологии. 2016. Т. 77. № 2. С. 145–163.
7. Копчик Г.Н. Трансформация и устойчивость почв лесных экосистем под воздействием атмосферного загрязнения: Дис. . . докт. биол. наук / Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Москва, 2012. 410 с.
8. Лукина Н.В., Никонов В.В. Питательный режим лесов северной тайги: природные и техногенные аспекты. — Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1998. — 316 с.
9. Лукина Н.В., Сухарева Т.А., Исаева Л.Г. Техногенные дигрессии и восстановительные сукцессии в северотаёжных лесах / Отв. ред. А.С. Исаев. — М.: Наука, 2005. 245 с.
10. Лянгузова И.В. Толерантность компонентов лесных экосистем севера России к аэротехногенному загрязнению: Дисс. . . докт. биол. наук (спец. 03.02.08). Спб.: Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, 2010. 367 с.
11. Лянгузова И.В. Тяжелые металлы в лесных почвах Кольского полуострова // Труды Кольского научного центра РАН. 2021. Том 12. С. 259–263.
12. Михайлова Т.А., Калугина О.В., Шергина О.В. Мониторинг техногенного загрязнения состояния сосновых лесов на примере Иркутской области // Лесоведение. 2020. № 3. С. 265–273.
13. Сухарева Т.А. Элементный состав талломов лишайника *Cladonia stellaris* в условиях атмосферного загрязнения // Труды Карельского научного центра РАН. 2016. № 4. С. 70–82.
14. Сухарева Т.А., Ершов В.В., Исаева Л.Г., Шкондин М.А. Оценка состояния северотаежных лесов в условиях снижения промышленных выбросов комбинатом «Североникель» // Цветные металлы. 2020. № 8. С. 33–41.
15. Ershov V.V., Lukina N.V., Danilova M.A., Isaeva L.G., Sukhareva T.A. and Smirnov V.E. Assessment of the Composition of Rain Deposition in Coniferous Forests at the Northern Tree Line Subject to Air Pollution // Russian Journal of Ecology. — 2020. — Vol. 51 — No. 4. — P. 319–328.
16. Salemaa M., Derome J., Helmisaari H.-S., Nieminen T., Vanha-Majamaa I. Element accumulation in boreal bryophytes, lichens and vascular plants exposed to heavy metal and sulfur deposition in Finland // Science of the Total Environment. 2004. V. 324. Iss. 1–3. P. 141–160.
17. Zakrzewska M. Klimek B. Trace element concentration in tree leaves and lichen collected along a metal pollution gradient near Olkusz (Southern Poland) // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2018. V. 100. P. 245–249.

© Сухарева Татьяна Алексеевна (s.stat.a@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРОЕКТ РАЗВИТИЯ ВОЛОНТЁРСКОГО ДВИЖЕНИЯ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ

PROJECT FOR DEVELOPMENT OF THE VOLUNTEER MOVEMENT IN THE PROTECTED AREA

**V. Tronina
A. Portnyagina
A. Tcherezova**

Summary. The article provides a comprehensive overview of the territory of environmental significance in combination with the study of the trend of volunteer movement in protected areas, which helped to develop recommendations for the development of volunteer movement in a single protected area. There is experience in organizing volunteer activities on the territory of the Shorsky National Park/ However, there is no full-fledged volunteer movement program. The developed volunteer program is aimed at solving the key problems of the Park. A community of volunteers around the Park will be formed provided that a regular program of volunteer activities is implemented.

Keywords: ecological volunteering, protected areas, volunteering in protected areas, development of volunteering, green volunteering, Shorsky National Park.

Тронина Вера Сергеевна

Пермский государственный национальный
исследовательский университет
vera_tronina@mail.ru

Портнягина Алёна Михайловна

Пермский государственный национальный
исследовательский университет
atp1999.10@mail.ru

Черезова Анастасия Константиновна

Пермский государственный национальный
исследовательский университет
r.anny654red@gmail.com

Аннотация. В статье приведён комплексный обзор территории природоохранного значения в сочетании с изучением тенденции волонтерского движения на ООПТ, что помогло разработать рекомендации по развитию волонтерского движения на отдельно взятой ООПТ. На территории Шорского национального парка (НП) есть опыт организации волонтерской деятельности. Однако полноценная программа волонтерского движения отсутствует. Разработанная волонтерская программа направлена на решение ключевых проблем Парка. Сообщество волонтеров вокруг Парка будет формироваться при условии воплощения регулярной программы волонтерских мероприятий.

Ключевые слова: экологическое волонтерство, ООПТ, волонтерство на ООПТ, развитие волонтерства, зелёное волонтерство, Шорский национальный парк.

Шорский национальный парк — особо охраняемая природная территория федерального значения, расположенная в Кемеровской области в границах Таштагольского муниципального района. Был учрежден Постановлением Совета Министров РСФСР от 27.12.1989 г. и имеет II категорию ООПТ [6,7]. Площадь НП составляет 414 306 га — это 0,02% от всей площади РФ. На сегодняшний день, парк является самым крупным резерватом горно-таёжных лесов в Алтае-Саянском экорегионе [8–10].

Национальный парк расположен в регионе, широко известном под названием «Горная Шория». В ландшафтном плане — это горная местность, представляющая собой низкогорья и среднегорья. Территории НП присуще наличие крутосклонных сильно и среднерасчлененных низкогорий с маломощным суглинисто-щебнистым покровом с господством подтаежных черневых осиново-пихтовых и пихтово-березово-осиновых кустарниково-высокотравных лесов на горных дерново-глубо-

коподзолистых почвах. [6, 10]. Геологическое строение обусловлено Алатауско-Шорским нагорьем в большей степени представлено современным плейстоценовым, и более древним карстом задернованного, голого и полого типов, связанным с известняками, мраморами и доломитами. Это является причиной многочисленных пещер и гротов [6,9,10]. Главной артерией национального парка является река Мрассу с ее притоками (протяжённость в границах ООПТ 181 км), берущая начало с Абаканского хребта. Климатический район черневых лесов, которые выделяются как остров повышенных температур и повышенного количества осадков. Среднегодовое количество осадков составляет 950 мм, среднегодовая температура составляет — 0,5 °С. Для данной территории характерен мощный снеговой покров — до 1 м и более, а в логах он достигает 2–3 м [2,6,9,10].

Национальный парк богат охраняемыми видами, занесенными в Красную Книгу. Во флоре известно 666 видов сосудистых растений, 62 из которых занесе-

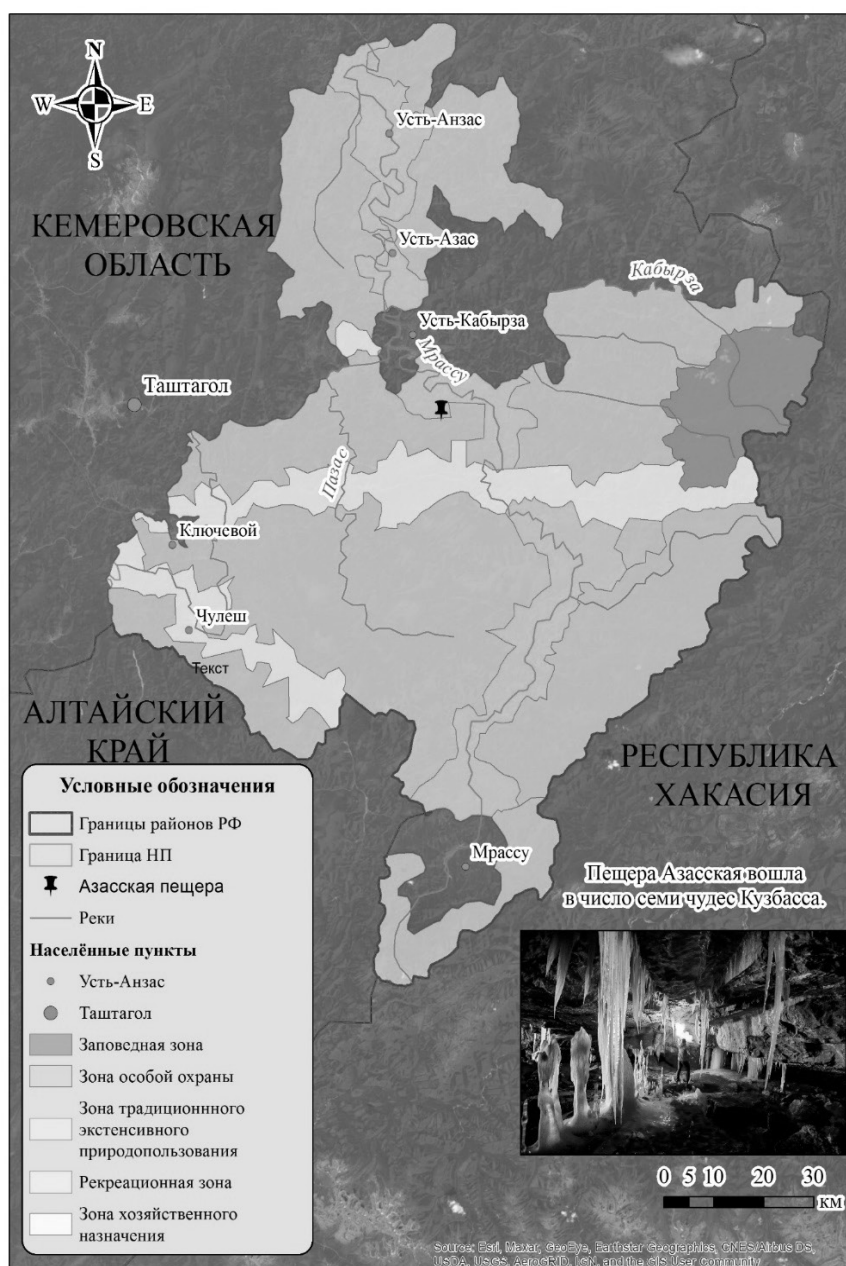


Рис. 1. Зонирование Шорского национального парка

ны в Красную книгу Кемеровской области, а 10 видов в Красную книгу РФ: борец двуцветковый, (*Aconitum biflorum*), венерин башмачок настоящий (*Surgipedium calceolus*); более 300 видов мхов, один из них занесён в Красную книгу Кемеровской области: эвринхиум узкоклеточный [2].

Животный мир национального парка типичен для таежной зоны. Общее число видов млекопитающих в фауне национального парка насчитывает 56 видов. Из крупных млекопитающих обычны марал, косуля, бу-

рый медведь. Из редких видов региональной Красной книги встречаются речная выдра и кабарга [8–10].

На территории НП насчитывается 221 вид паукообразных, 6 видов сенокосцев, 2 вида ложноскорпионов, 7 видов многоножек, один вид рукокрылых, 272 вида насекомых, 3 из которых занесены в Красную книгу РФ. Рыб насчитывается 13 видов, из них есть те, которые занесены в Красную книгу РФ, например, таймень, в Красную книгу региона занесены Ленок, сибирский подкаменщик.

К настоящему времени на территории Шорского национального парка зарегистрированы 262 вида птиц. Символом национального парка стал черный аист, который регулярно встречается в долине реки Мрассу. Он внесён в Красную книгу РФ [8–10].

Шорский национальный парк в значительной степени состоит из горно-таёжных экосистем: черневая тайга; производные мелколиственные леса; кедровники; сосняки разнотравные; курумы; согры; осоково-сфагновые болота [2]. По лесорастительному районированию НП входит в Южно-Сибирскую горную зону, Алтае-Саянский горно-таёжный район [6].

К особо ценным природным для региона и данной ООПТ относятся: водопад (Водопад «Сага»); пещеры (пещера «Осиновая», «Кизасские пещеры» и т.д.); скалы (скала «Пьющий слон», скалы «Бастион», скала «Медная»); осоково-сфагновое болото в районе устья реки Кучеш, которое является уникальной экосистемой для описываемого региона, где произрастают редкие в Кемеровской области представители флоры болот, в т.ч. вересковые [2].

Существенной особенностью парка является наличие на его территории мест компактного проживания коренного малочисленного народа Сибири — шорцев, которые имеют право на сохранение исконной среды обитания, традиционного образа жизни и культуры. Сама традиционная культура коренного населения парка, является элементом культурного наследия территории и нуждается в поддержке [3,4]. Этнические традиции шорцев в области жизнеобеспечения неразрывно связаны с экстенсивно хозяйственным использованием имеющихся биологических ресурсов [4].

Зонирование территории национального парка установлено Положением о Шорском национальном парке, утверждённом Приказом Минприроды России от 27.06.2017 № 323 [11].

В парке выделяются следующие функциональные зоны (рис. 1) [2]: заповедная зона (22 033,50 га); особо охраняемая зона (46 607,1 га); рекреационная зона (57 178,89 га); зона хозяйственного назначения (51 045,82 га); зона традиционного экстенсивного природопользования (237 440,86 га).

На территории парка очень развит туризм. Представлены сплавные, экскурсионные маршруты, такие как «Кордон «Медная», «Кордон «Кабук», а также экологические тропы. За последние двадцать пять лет больше всего туристов было в 2016 г. 8 334 чел/год. Среднее число посетителей за последние пять лет 7 085 чел/год, 590 чел/мес [12].

Творческое волонтерское движение «Вместе» в Таштагольском техникуме горных технологий и сферы обслуживания (ТТГТиСО)

Творческое волонтерское движение «Вместе» в Таштагольском техникуме горных технологий и сферы обслуживания (ТТГТиСО) зародилось в 2007 г. и по сей день вносит вклад в развитие Шорского национального парка. Основателем объединения является Тишинская А.Н., которая руководила движением с 2007 по 2014 гг. С 2021 г. этот пост занимает Кушнир Е.А. [1].

Первая волонтерская инициатива в Шорском национальном парке со стороны ТТГТиСО была проявлена в 2011 г. С разрешения администрации парка студенты в сопровождении организаторов выехали в ООПТ где был проведён сплав на катамаранах по р. Мрассу с целью сбора и вывоза мусора с территорий туристических стоянок.

Сотрудничество техникума с парком началось в 2014 г. Неоднократно студенты из волонтерского движения «Вместе» принимали участие в мероприятиях, организованных силами Учреждения. Так, зимой 2016 г. прошла акция «Покормите птиц зимой», где волонтеры ТТГТиСО совместно с сотрудниками ФГБУ выступили перед учениками школы № 9 в Таштагольском районе [5].

Характеристика волонтерской деятельности в Шорском национальном парке с 2017 по 2022 гг

К 2017 г. взаимодействие с волонтерами в Шорском национальном парке осуществлялось в двух направлениях эколого-просветительском и туристическом. В течение последних 5 лет (2017–2021 гг.) ответственность за организацию работы с волонтерами несут соответственно два отдела: отдел научно-исследовательской и эколого-просветительской деятельности (2 сотрудника — по данным на апрель 2022 г.) и отдел развития туризма (2 сотрудника — по данным на апрель 2022 г.). Волонтерская деятельность к настоящему моменту в Парке является вспомогательной при выполнении плановых работ Учреждения. Это в основном экопросветительские мероприятия, создание новых и ремонт старых туристических стоянок. За обработку заявок, направляемых на официальную почту ФГБУ, отвечает отдел по развитию туризма.

В Шорском национальном парке из задач, которые стоят перед экологическим волонтерством на ООПТ на текущий момент развиты две: участие в эколого-просветительской деятельности (*эколого-просветительская задача*), развитие инфраструктуры НП (*инфраструктурная задача*).

Рассмотрим результаты работы волонтеров в Шорском национальном парке с 2017 по 2021 гг. в рамках этих задач

Эколого-просветительские задачи

Анализ актов о проведении эколого-просветительских мероприятий показал, что за последние пять лет силами Учреждения было проведено 24 подобных события с участием волонтеров (6 акций, 18 субботников). В качестве добровольцев выступали активисты творческого волонтерского движения «Вместе» из ТГТТиСО. Всего за 2017–2021 гг. насчитывается 230 выходов волонтеров, из них 59 было связано с эколого-просветительскими акциями, 171 — с субботниками. В среднем к эколого-просветительской деятельности одновременно было привлечено по 10 добровольцев вне зависимости от фронта работ. В 8 из 24 мероприятиях сотрудники Шорского национального парка представляли в роли волонтеров. В 22 из 24 — участвовали студенты ТГТТиСО, где 16 событий были проведены с участием только волонтеров из движения «Вместе».

Портрет волонтера в рамках решения эколого-просветительских задач совпадает с портретом волонтера творческого волонтерского движения «Вместе» в Таштагольском техникуме горных технологий и сферы обслуживания (ТГТТиСО).

Инфраструктурные задачи

Осуществление этого блока задач проходит по задачам волонтеров, желающих помочь в обустройстве туристических стоянок и др. Для анализа деятельности волонтеров в рамках развития инфраструктуры НП были проанализированы соглашения с физическими и юридическими лицами, которые добровольно готовы были оказать свои услуги Шорскому национальному парку на безвозмездной основе.

За пять лет насчитывается 306 соглашений с волонтерами, семь из которых были оформлены между Учреждением и юридическими лицами. Больше всего соглашений заключено в 2020 г. — 92 соглашения.

Результаты деятельности волонтеров за последние пять лет возможно оценить по результатам выполнения государственного задания. Для анализа было рассмотрены акты об обустройстве объектов для посетителей территории национального парка за 2017–2021 гг.: около 40% всех актов приходится на обустройство мест отдыха. Помимо этого, проводились работы с благоустройством экологических троп и маршрутов остановочного пункта, автомобильными парковками, смотровыми площадками и гостевыми домами. Работы

были выполнены при непосредственном участии волонтеров.

Подводя итоги по предыдущему году, общее количество волонтеров в 2021 г. будет складываться из экологических добровольцев: волонтеры выполняли эколого-просветительские задачи (60 добровольцев), инфраструктурные задачи по соглашениям (88 соглашения, 572 добровольца). Всего было сделано 31 финансово-материальное пожертвование. Итого, насчитывается 663 волонтеров (выходов волонтеров) имеющих отношение к развитию Парка за прошедший год.

Средние половозрастные характеристики волонтеров для каждого из блоков экovolонтерских задач свои. Для эколого-просветительского — девушки 17-ти лет, для инфраструктурного — мужчины 45 лет.

География волонтеров Парка в большинстве своём локализуется в Кемеровской области (69–100%). Второе место по количеству волонтеров занимает Новосибирская область, третье — республика Алтай. Есть данные по волонтерам из Красноярского края, Томской области и из Казахстана. В основном добровольцы приезжают в Парк из города Таштагола, сама дорога до национального парка для них составляет 1–1,5 часа, до многих мест можно добраться только по бездорожью.

Для волонтеров, которые самостоятельно организуют мероприятия, нет единого образца. Отбор таких добровольцев осуществляется по большей части интуитивно, поэтому качество выполненных работ нередко является неудовлетворительным.

Результативность работ, выполненных волонтерами, показал анализ актов о выполнении государственного задания: большинство работ было выполнено при непосредственном участии волонтеров.

Привлечение общественности к вопросу охраны природы на волонтерской основе позволит решить, как региональные, так и местные проблемы, связанные прежде всего с экологическим просвещением и внутренним туризмом.

Волонтерство является одним из элементов успешного функционирования ООПТ, важным пунктом в системе развития этих территорий. Как показывает Российский опыт для того, чтобы развивать волонтерское движение на территории заповедников, нацпарков, природных парков необходимо составлять программу работ для волонтеров, за оказанную национальному парку помощь благодарить добровольцев, стараться

сделать их пребывание (живут волонтеры, как правило, на базе парка, где есть минимальные бытовые условия) на ООПТ запоминающимся, интересным [60].

Программа волонтерского движения. Для долгосрочной и результативной работы с волонтерами необходимо составить план-график работы с добровольцами. В Учреждении такой не утверждался ни разу, следовательно, и денежные средства на проведение добровольческих мероприятий заранее не закладывались.

Значимость работы с волонтерами администрация Шорского видит прежде всего в выполнении работ, которые не реализуются из-за нехватки кадров (дежурство на кордонах), привлечении внимания экопросвещенных людей к ООПТ, создании саморегулируемого волонтерского сообщества Парка, способного координировать процесс благоустройства рекреационных объектов. И на текущий момент создание волонтерского бренда Парка не является приоритетной задачей.

Анализ материалов к государственному докладу, кадастровых материалов, отчетов о деятельности ФГБУ, протоколов заседаний научно-технического совета позволил выделить список актуальных на 2022 г. проблем, стоящих перед ФГБУ «Шорский национальный парк». Для нас важно выделить проблемы, решения которых могут стать направлениями волонтерской программы в Парке: недостаточно развитый маркетинг турпродуктов ФГБУ; недостаточный информационный охват; недостаточный информационный охват на Всероссийском уровне; слабое взаимодействие коренных народов с туристами; отсутствие дополнительного финансирования на создание инфраструктуры парка для развития регулируемого туризма; недостаточно развита материально-техническая база и рекреационная инфраструктура для развития экологического туризма; слабая привлекательность (привлекательность) ландшафтов и памятников природы; противоречивость и несовершенство законодательства (в т.ч. в контексте научной деятельности); недостаточность инфраструктуры (как для туризма, так и для местных жителей), проблема отходов (в т.ч. сложность сбора мусора на стоянках ввиду законодательного регулирования); отток молодежи из деревень;

Для решения выявленных проблем необходимо разработать волонтерскую программу, ориентированную на системный подход в организации волонтерской деятельности.

При разработке программы важно было учесть, что она нуждается в координационном контроле определенного(ых) сотрудника(ов) с привлечением всех отде-

лов Учреждения в зависимости от профиля проводимых мероприятий.

Программа развития волонтерского движения на ООПТ Шорский национальный должна определять условия, порядку организации и проведения волонтерских мероприятий и мероприятий с привлечением волонтеров.

Организатором программы будет выступать ФГБУ «Шорский национальный парк».

Партнеры добровольческого движения: ГПОУ «Таштагольский техникум горных технологий и сферы обслуживания».

Информационными площадками являются: официальный сайт ФГБУ «Шорский национальный парк» <https://shorskynp.ru/>; группа в социальной сети «ВКонтакте» ФГБУ «Шорский национальный парк» <https://vk.com/id362265705>; канал в мессенджере «Телеграмм» <https://t.me/shoriyapark>; GoodSurfing (веб-сервис для размещения волонтерских вакансий в России и в мире) <https://goodsurfing.org/>.

Целью Программы в Парке на начальном этапе должно стать: развитие добровольческой (волонтерской) деятельности, направленной на нужды ООПТ Шорский национальный парк и создание бренда волонтерского движения в Парке.

Исходя из цели задачами Программы станут:

1. Формирование активной жизненной позиции в области сохранения окружающей среды и ответственного отношения к природным территориям;
2. Создание эковолонтерского сообщества вокруг парка;
3. Приобретение добровольцами актуального опыта эковолонтерства;
4. Обобщение и распространение опыта экологических добровольческих практик, реализованных на территории парка.

Программа должна предусматривать проведение мероприятий в течении всего года, что позволило бы постоянно поддерживать интерес, как самих волонтеров, так и привлекать новых граждан к деятельности. Виды волонтерской деятельности, разрешенные на территории национального парка и развивающие его представлены в Приложении 4. Планируемые этапы программы представлены в Приложении 5. «Технико-организационный план волонтерской деятельности на год, ориентированной на решение проблем по итогам 2021 г.».

Участвовать в добровольческих мероприятиях на территории Парка могут лица, достигшие совершеннолетнего возраста. Волонтерские заявки должны рассматриваться на конкурсной основе. При этом добровольцы не претендуют на оплату труда в денежном или ином эквиваленте. С каждым волонтером (группой волонтеров), который выполняет работы на добровольных началах в Шорском национальном парке, должно быть заключено соглашение. Для участия в весенне-летних волонтерских мероприятиях требуется прививка против клещевого энцефалита; ответственность за здоровье и наличие необходимых лекарственных средств лежит на волонтерах.

Отсутствие централизованной организации деятельности волонтеров на текущий момент обуславливает распределение нагрузки по проектируемой волонтерской программе между отделами Учреждения: отдел научно-исследовательской и эколого-просветительской деятельности, отдел развития туризма, правовой отдел, отдел охраны. Организация и проведение мероприятий, в зависимости от направлений деятельности, распределяется между отделами ФГБУ «Шорский национальный парк». Контроль за всеми процессами возлагается на работника ответственного за организацию волонтерской деятельности.

Программа волонтерской деятельности должна предусматривать присутствие волонтеров на территории Парка и на других площадках, проведение мероприятий на которых способствовало бы развитию Парка. Первостепенными объектами программы являются сами добровольцы, добровольческие объединения. Второстепенными — то, на что направлены усилия самих волонтеров.

Финансирование волонтерской программы может осуществляться из следующих средств:

1. Фонды, организующие программы мобильности волонтеров;
2. Помощь государства. Согласно статье 31 Федерального закона «О некоммерческих организациях» органы государственной власти и органы местного самоуправления в пределах своей компетенции могут оказывать некоммерческим

организациям экономическую поддержку в различных формах;

3. Спонсорская помощь (в основном, коммерческая). Необходим взаимовыгодный обмен ресурсами как форма взаимодействия с бизнесом;
4. Получение федеральных и региональных грантов;
5. Возможно, софинансирование за счёт внебюджетных средств ФГБУ «Шорский национальный парк».

По окончании добросовестно выполненной работы и после предоставления администрации Парка отчёта о проделанной деятельности волонтер по личному желанию может быть награжден благодарственным письмом. После подведения итогов года волонтеры, кто оказывает активное, неоспоримое, долгосрочное содействие в развитие Парка, могут быть награждены знаком «Волонтер Шорского национального парка».

Сама программа после воплощения и на каждом её этапе должна быть подвергнута комплексной оценке её эффективности.

ВЫВОДЫ

По данным на апрель 2022 г. система управления волонтерами в ФГБУ «Шорский национальный парк» находится на этапе формирования, представляет собой регулируемое, частично организованное движение.

Организуют и контролируют работу волонтеров в Парке два отдела: отдел научно-исследовательской и эколого-просветительской деятельности и отдел развития туризма. Соответственно два блока экovolонтерских задач: эколого-просветительское и инфраструктурная.

Население региона заинтересовано в волонтерстве на территории Парка, количество волонтеров увеличивается с каждым годом с 2017 по 2021 гг. Для контроля и организации волонтерского движения необходимо разработать программу волонтерского движения с учётом определённой специфики.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГПОУ «Таштагольский техникум горных технологий и сферы обслуживания» [Электронный ресурс] URL: <https://ttgtiso.ru/> (дата обращения: 24.04.2022)
2. Кадастровая информация о ФГБУ «Шорский национальный парк» на 24.08.2015 г. [Электронный ресурс] URL: <http://shorskynp.ru/core/components/ace/documents/Shor%20Park%20kadastr%202015%20g.pdf>. (Дата обращения: 13.06.2022)
3. Кобзев А.В. Шорский национальный парк: особенности природы и экологии / А.В. Кобзев // География и природопользование Сибири. — 2020. — № 27. — С. 108–118.
4. Кузнецова Е.В. Основные направления деятельности Шорского национального парка / Е.В. Кузнецова // *Eo ipso*. — 2017. — № 4. — С. 10–13.

5. Максимова О.В., В роли преподавателей — волонтеры // Курьер № 13 (1155), 2016 — С. 10.
6. Материалы к государственному докладу «О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области-Кузбасса за 2021 год» / ФГБУ «Шорский национальный парк». — Таштагол, 2021. — 12 с.
7. О создании Шорского национального парка в Кемеровской области / Постановление от 27 декабря 1989 года N386 // Совет министров РСФСР [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/9036330> (дата обращения: 22.03.2022)
8. Отчёт «Оценка влияния комплекса промышленных предприятий юга Кемеровской области на природные комплексы Шорского национального парка в 2019 году» / ФГБУ «Шорский национальный парк». — Таштагол, 2019. — 57 С.
9. Отчёт «Оценка влияния комплекса промышленных предприятий юга Кемеровской области на природные комплексы Шорского национального парка в 2020 году» / ФГБУ «Шорский национальный парк». — Таштагол, 2020. — 52 С.
10. Отчёт «Оценка влияния комплекса промышленных предприятий юга Кемеровской области на природные комплексы Шорского национального парка в 2021 году» / ФГБУ «Шорский национальный парк». — Таштагол, 2021. — 82 С.
11. Положение о Шорском национальном парке: утверждено приказом Минприроды России 27.06.2017. М., 2017 14 с. (+ Приложения 1,2,3 на 117 с.)
12. Туристский паспорт ООПТ «Шорский национальный парк» // Приложение № 2 к методическим рекомендациям по формированию и предоставлению информационного годового отчета директоров ФГБУ «Шорский национальный парк». — Таштагол, 2022. — 12 с.

© Тронина Вера Сергеевна (vera_tronina@mail.ru),

Портнягина Алёна Михайловна (amp1999.10@mail.ru), Черезова Анастасия Константиновна (r.anny654red@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Пермь

МЕТОДЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ГРАФОВ В ЗАДАЧАХ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА

METHODS FOR GRAPH-BASED REPRESENTATION OF TEXTUAL DOCUMENTS IN NATURAL LANGUAGE PROCESSING TASKS

**E. Akbasheva
G. Akbasheva
I. Tlupov**

Summary. Nowadays, text is the most common form of information storage. Document representation is an important step in the process of data and text mining, natural language processing and information retrieval.

The paper provides a formal description of the graph-based text representation problem, also discusses some natural language processing (NLP) problems which depend on different types of graph structures, advantages and disadvantages of methods used for graph-based text representation. In addition, a comparison of different approaches is given, as well as the applications in which these approaches are used.

Keywords: graph, mathematical model, text analysis, natural language processing.

Акбашева Евгения Амировна

Старший преподаватель
Кабардино-Балкарский государственный
университет
Нальчик
akbash_e@mail.ru

Акбашева Галина Амировна

Старший преподаватель
Кабардино-Балкарский государственный
университет
Нальчик
galina_akbash@mail.ru

Тлупов Ислам Заурбекович

Кабардино-Балкарский государственный
университет
Нальчик
tlupovislam@gmail.com

Аннотация. В настоящее время текст является наиболее распространенной формой хранения информации. Представление документа является важным этапом в процессе интеллектуального анализа данных и текста, обработки естественного языка и поиска информации.

В статье приводится формальное описание задачи представления текста на основе графа, также рассматриваются некоторые задачи обработки естественного языка (NLP), которые зависят от различных типов графовых структур, преимущества и недостатки методов, используемых для представления текста на основе графов. Кроме того, приводится сравнение различных подходов, а также областей применения, в которых используются эти подходы.

Ключевые слова: граф, математическая модель, текстовый анализ, обработка естественного языка.

Введение

В настоящее время огромное количество текста, генерируемого в различных областях человеческой жизни, делает необходимым создание и использование методов, позволяющих получить модели данных. Очевидно, что эффективный текстовый анализ в значительной степени зависит от способа представления структуры текстового документа.

В эпоху больших данных текст является одним из самых распространенных типов обработки. Представление данных является важным шагом в процессе извлечения элементов интеллектуального анализа дан-

ных. Таким образом, существует постоянная проблема в определении правильной модели представления текста, которая может в значительной степени отразить присущие текстовым данным особенности.

Следовательно, важной задачей является представлять структуру и семантическое содержание текстовых документов, а также связи между определенными частями документов, возникающие в процессе работы с ними. Одна из математических моделей представления текстов — это модель векторного пространства. Данная модель рассматривает числовые векторы признаков в евклидовом пространстве. Но модель векторного пространства не позволяет выразить смысл текста

и определить его структуру, слова рассматриваются независимо друг от друга, то есть последовательности слов не учитываются при анализе.

Слова организуются в разделы, параграфы, предложения и пункты для определения смысла документа. Следовательно, отношения между различными компонентами документа, их порядок и их расположение важны для детального понимания документа. Графовая модель представления текста известна как одно из лучших решений для этих проблем [1].

Графовое представление является математической конструкцией и может эффективно моделировать отношения и структурную информацию, а также может помочь в большинстве операций с текстом, таких как топологические, реляционные, статистические и т.д. В данной работе представлен обзор различных методов моделирования текстовых документов с помощью графов.

1. Документ как граф

Документ можно представить в виде графа [2], где термины представлены вершинами, а отношения между терминами — ребрами (1) — (2).

$$G = \{V, E\}. \tag{1}$$

В графовом представлении обычно существует 5 типов вершин: $V = \{F, S, P, D, C\}$, где F — термины, S — предложения, P — абзацы, D — документы, C — понятия.

$$F = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}, S = \sum_{i=0}^n t_i, P = \sum_{i=0}^n s_i, \\ D = \sum_{i=0}^n p_i, DC = \sum_{i=0}^n d_i. \tag{2}$$

Отношения E между терминами могут быть синтаксические, статистические, семантические и могут отличаться в зависимости от контекста графа.

В традиционной модели представления текста «мешок слов» [3] информация о порядке или структуре слов в документе не учитывается. Модель предоставляет информацию только о том, встречаются ли известные слова в документе, а не об их положении, то есть она не позволяет определять важность терминов. В связи с этим возникает необходимость в другой модели представления текстовых документов. Графовое представление текста предлагается в качестве решения проблемы недостатков подхода «мешок слов».

Сети совпадений (или коокуренции, или совместной встречаемости) — одна из наиболее популярных моделей представления текста [4]. По сравнению с моделью

«мешок слов» эта модель обеспечивает важный контекст для описания взаимосвязей между словами. Текст представляется в виде графа, где вершины отображают совпадения слов и ребер. Сети создаются путем соединения пар терминов с помощью набора критериев, определяющих их совпадение. Например, можно сказать, что термины A и B «совпадают», если они оба встречаются в определенном тексте. Другой текст может содержать термины B и C . Связывание A с B и B с C создает сеть совместной встречаемости этих трех терминов. Было обнаружено, что сети совместной встречаемости особенно полезны для анализа больших текстов и больших данных.

Новые модели получают высокую оценку из-за простоты и недостатков традиционных моделей. Текстовое представление, основанное на графах, может быть признано одним из реальных решений вышеперечисленных недостатков.

2. Представление текстового документа графом

Текстовый документ может быть представлен графом несколькими способами. При этом узлы обозначают характеристики, а ребра представляют отношения между узлами.

2.1. Граф коокуренции (совместной встречаемости)

Подходы к построению графа на основе совместной встречаемости слов в документе достаточно разнообразны.

Существует подход, при котором избегаются синтаксические фильтры, а отдельные признаки учитываются при построении графа [5], при этом если в тексте появляется новый термин, то в граф добавляется узел. Если они встречаются в пределах определенного размера окна, добавляется неориентированное ребро. Предложения связаны, если они находятся рядом или имеют общее слово.

Рассмотрим алгоритм, в котором предложение рассматривается как вершина, и предложения соединяются, если они находятся рядом друг с другом или имеют хотя бы одно общее ключевое слово [6]. Последовательные предложения в текстовом документе S_1, S_2, \dots, S_n представлены как множество вершин графа. Для каждого последовательного предложения (S_i, S_{i+1}) добавляется ребро. Тогда если два предложения имеют хотя бы одно общее слово, они могут соединяться с помощью ребра.

В спектральном методе [7] рассматривается синтаксическая связь между словами. Статистический метод [8] используется для поиска часто встречающихся слов.

Можно представить текстовый документ как взвешенный граф, в котором термины определены как узлы, ребро показывает связь между узлами в единице и вес, измеряющий силу связи. Минимальная длина предложения в качестве единицы измерения выбирается для измерения информации о совпадении терминов признаков вместо целого абзаца в качестве единицы измерения, чтобы избежать увеличения графа с потерей взаимной информации терминов признаков.

Для расчета силы связи используется формула (3):

$$W_{ij} = \frac{f(t_i, t_j)}{f(t_i) + f(t_j) - f(t_i, t_j)}, \quad (3)$$

где W_{ij} — это вес между n_i и n_j , $f(t_i, t_j)$ — количество раз, когда t_i и t_j встречаются вместе в единице текста, $f(t_i)$ и $f(t_j)$ — частоты появления t_i и t_j в d_i соответственно. Высокие значения W_{ij} обозначают сильную связь, в противном случае — слабую.

Известный алгоритм для извлечения слов TextRank [9] извлекает репрезентативные слова из текстового документа. Эти слова представляются как вершины. Ненаправленные ребра между двумя вершинами вычисляются с помощью отношения взаимной встречаемости на основе расстояния между встречами слов, так что две вершины соединяются, если их соответствующие лексические единицы встречаются в окне максимального количества слов, которое может составлять от 2 до 10 слов.

2.2. Совместная встречаемость на основе POS-тегов

Целью POS-тегирования [10] является присвоение правильной лексической категории каждому слову в тексте. Основная трудность POS-тегирования заключается в том, что присвоение класса слову часто является неоднозначной задачей, поскольку лексическая категория слова обычно зависит от контекста, в котором оно используется. Например, одно и то же слово может быть использовано как в качестве существительного, так и в качестве глагола. Чтобы справиться с этой неоднозначностью, обычно рассматривают последовательности из n слов, чтобы вывести контекст, в котором слова используются. Эта альтернативная синтаксическая модель учитывает отношения между словами.

2.3. Семантический граф

Графовые модели обладают способностью отражать структурную информацию в текстах, но они не учитывают семантические отношения между словами. Для построения графа с учетом семантических отношений между словами используются граф тезаурусов и граф

понятий [11]. В графе тезаурусов вершины обозначают термины, а ребра — смысловые отношения.

Граф понятий строится на основе текстового документа. Для поиска семантических ролей в предложении используются известные лексические языковые базы WordNet и VerbNet, и с помощью этих ролей строится граф понятий. «Сырой» текст предварительно обрабатывается, а недвусмысленные существительные сопоставляются с понятиями WordNet. Понятия, в отличие от слов, являются очень эффективным, лаконичным представлением содержания документа. Оно может быть легко и четко интерпретировано.

С помощью метода TF-IDF [12] можно оценить важность конкретного термина в контексте всего документа, входящего в выборку документов. Метрика TF-IDF является статистическим показателем и высчитывается как отношение между частотностью вхождения термина в текстовый документ и обратной частотой документа. Обратная частота документа — это инверсия частотности, с которой некоторое слово встречается в выборке текстов.

Показатель TF-IDF используют поисковые алгоритмы для определения релевантности текста в поисковых запросах. Также этот показатель можно использовать для определения близости документов друг другу, что может быть использовано при их группировке.

2.4. Анализ формальных понятий

Анализ формальных понятий — это основной метод, используемый для упорядочения объектов и свойств в понятийной иерархии или формальной онтологии. Каждое понятие представлено в иерархии как коллекция объектов, которые имеют общие сходные свойства для определенной группы свойств. Объекты в методе называются «формальными объектами» [4]. При поиске данных документация может рассматриваться как «объектоподобная», в то время как слова могут рассматриваться как «атрибутоподобные» [13]. Более того, такие элементы, как лексемы и виды вещей, качества и информация, составляют группу формальных элементов и их формальных качеств [14].

Анализ формальных понятий имеет практическое применение в области получения и интеллектуального анализа данных, получения контента, управления обучением, машинного обучения, разработки программ, исследований, семантического веба и т.д.

2.5. Концептуальный фреймовый граф

Концептуальный фреймовый граф представляет собой схему представления, подобную сценариям и ори-

Таблица 1. Сравнение различных схем представления текста графом

Модель	Достоинства	Недостатки
Граф совместной встречаемости	Высокий уровень производительности в стандартных задачах оценки	Размер окна совместной встречаемости
Совместная встречаемость на основе POS-тегов	Обобщение на основе модели приближается к человеческой производительности в плане поиска сходств между текстами	Необходимость использования внешнего POS-тега
Семантический граф	Эффективное, краткое представление содержания документа, которое можно легко и четко интерпретировать	Необходимость использования внешней онтологии
Модель концептуальных графов	Концептуальный граф универсален и доступен на различных уровнях деятельности по разработке информационной системы	Модель представляет собой неупорядоченный набор понятий и поддерживает только данные
Анализ формальных понятий	Способность обнаруживать взаимосвязь между терминами	Сложность в вычислительном времени по сравнению с другими графами
Концептуальный фреймовый граф	Обеспечивает описание, цели, семантику фреймов и семантическую роль для каждого термина в тексте	Неглубокая семантическая информация

ентированную на включение в строго организованные структуры данных неявных информационных связей, существующих в предметной области. Это представление поддерживает организацию знаний в более сложные единицы, которые отображают структуры объектов этой области.

В сценарии обмена знаниями интуитивная система описания понятий реализована на основе базы обучения. Данный метод является перспективным подходом для получения большего количества данных из достоверных документов и реальной жизни.

Для определения слов в тексте необходимо сначала определить этапы предварительной обработки, такие как стемминг — нахождение основы слова, леммы — начальные формы слова и т.д. С помощью алгоритма стемминга, или других методов, каждый термин в документе становится узлом в графе для нормализации языкового алгоритма. Все узлы в графе уникальны и различны, поскольку каждый узел имеет свой термин, даже если один и тот же термин повторяется в одном документе.

При выполнении извлечения данных с использованием графового представления текста и без него, алгоритмы, которые не были эффективны при использовании других графических подходов по сравнению с методом концептуального фреймового графа, получили улучшение точности и отзыва на 35% и 18% соответственно [15].

2.6. Модель концептуальных графов

Модель концептуальных графов представляет собой формализацию знаний, позволяющую модели-

ровать семантику естественного языка [16]. Этот тип графов используется для извлечения текстовых признаков или работы по классификации языка для представления знаний [17, 18]. Этот подход хорошо известен в психологии, философии и лингвистике. Информационная структура на семантическом уровне может быть выражена в концептуальных графах. Концептуальные графы являются двудольными, связными и конечными [2]. Результирующая диаграмма содержит массив ребер и вертикальных узлов. Концептуальные графы различают отношения любой степени сложности и все, что остается в диалекте системы, с помощью кругового сегмента. Они могут рассматривать точно и глубоко организованные данные. Построенный концептуальный граф часто используется для графов планирования. Лингвистическая структура содержимого берется за основу для синтаксического анализа проектов перед преобразованием в концептуальный граф.

Концептуальные графы используются в различных областях. Например, в больницах они используются для получения текста в медицинском документе и получения семантических данных и информации [19].

Таким образом, преимущество этого типа графа заключается в том, что он фиксирует взаимосвязь между терминами. Однако недостатком является арифметическая сложность при сравнении графов, то есть он становится явно полиномиальным и имеет широкий диапазон параметров.

Существуют полуавтоматические концептуальные графические представления текста с использованием смеси существующих языковых ресурсов, таких как VerbNet и WordNet для выделения семантических частей [20].

Подводя итог, можно сказать, что богатая семантическая информация о материале может быть отражена в графе с помощью концептуального графа, однако остается фактом, что создание такого графа — непростая задача.

В таблице 1 приведен сравнительный анализ различных схем представления текста графом.

3. Области применения графового представления текста

3.1. Задача обнаружения плагиата

Для решения проблемы семантического обнаружения плагиата используются различные подходы, основанные на представлении графов. Один из методов, например, представляет каждое предложение внутри текстового документа в виде узла и объединяет все термины предложений в один узел. Заключенные узлы связаны друг с другом в соответствии с порядком предложений в текстовом документе. Извлеченные узлы затем объединяются в один большой узел на верхнем уровне, называемый узлом подписи темы. Сравнение между графами проводится на основе узлов подписи темы. И на основании сравнения делается вывод о плагиате [21].

3.2. Задача определения настроения текста

Методы представления текста с помощью графов можно использовать для анализа настроений текста [22]. Корпус текста известен как размеченный ориентированный граф, в котором слова являются узлами, а ребра указывают на синтаксические отношения между словами. При этом обход графа происходит с ограничением пути, в котором высокоуровневая информация о важных последовательностях направляет процесс обхода графа. Таким образом можно наблюдать улучшенную производительность и масштабируемость алгоритма обхода графа.

3.3. Применение графового представления текста в задачах машинного обучения

Графы полезны не только как организованные хранилища знаний. В современном машинном обучении они также играют ключевую роль. Например, можно использовать граф биологического взаимодействия для классификации роли белка [23], предсказать роль человека в сети совместной работы, предложить новых пользователей в социальной сети [24] или предсказать новое терапевтическое применение лекарственных молекул, структура которых может быть представлена в виде графа [25].

Для задач визуализации, кластеризации, классификации узлов и предсказания связей наиболее популярными являются включение узлов, и каждое из этих применений актуально для некоторых областей применения от вычислительных социальных наук до вычислительной биологии. В области обнаружения закономерностей и визуализации решается проблема просмотра графов в двумерном виде.

Классификация узлов может быть наиболее распространенным методом оценки встраивания узлов. Во многих случаях функция классификации представляет собой обучение с частичным привлечением учителя, в котором метки существуют только на небольшом количестве узлов для маркировки всего графа на основе этого небольшого начального набора. Популярные приложения обучения с частичным привлечением учителя для классификации узлов включают биологическую классификацию белков [26] и категории статей, изображений, веб-страниц или отдельных людей.

Для классификации текстов может использоваться такая структура, как графовые сверточные сети [27]. Также для представления гетерогенных концептуальных структур может использоваться модель нейронной сети с гетерогенным графом [28].

Заключение

Таким образом графовая модель является наиболее подходящим представлением текстового документа. В данной статье рассмотрены модели представления текста на основе графов, а также области их применения.

Графовая структура представляет собой узлы, обозначающие термины признаков, и ребра, обозначающие отношения между терминами. Отношения могут быть кокуррентными, грамматическими, семантическими или концептуальными. Отношения ребра для построения графа могут быть заменены взаимными отношениями между текстовыми сущностями. После того, как текстовый документ представлен в виде графа, к нему могут быть применены различные методы анализа графов.

Применение графового представления элементов текста обеспечивает обработку информации в различных областях, таких как кластеризация документов, классификация документов, разотождествление смысла слов, присоединение предложных фраз. Однако алгоритмы или методы на основе графов должны быть расширены, чтобы учесть требования и сложность приложений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jae-Yong Chang, Il-Min Kim Analysis and Evaluation of Current Graph-Based Text Mining Researches. *Advanced Science and Technology Letters* Vol. 42, 2013, pp. 100–103.
2. Овчинников В.А. Графы в задачах анализа и синтеза структур сложных систем. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 423 с.
3. Мишунин О.Б., Савинов А.П., Фирстов Д.И. Проблемы, возникающие в интеллектуальных обучающих системах при оценке ответов на естественном языке // *Современные проблемы науки и образования*. — 2015. — № 2–2.
4. A.H. Osman, O.M. Barukub: Graph-Based Text Representation and Matching: A Review of the State of the Art and Future Challenges. *IEEE Access: The Multidisciplinary Open Access Journal*, Vol. 8, 2020, pp. 87562–87583.
5. Hassan S., Mihalcea R., Banea C., Random-Walk Term Weighting for Improved Text Classification. *IEEE International Conference on Semantic Computing, ICSC-2007*, 2007.
6. H. Balinsky, A. Balinsky, and S. Simske, Document Sentences as a Small World, in *Proc. of IEEE SMC2011*, pp. 9–12.
7. Bordag, S., Heyer, G., Quasthoff, U. Small worlds of concepts and other principles of semantic search. In T. Bhme, G. Heyer, H. Unger (Eds.), *IICS, 2003*, lecture notes in computer science Vol. 2877, pp. 10–19.
8. Cancho, R.F., Capocci, A., Caldarelli, G. Spectral methods cluster words of the same class in a syntactic dependency network. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 2007, 17(7), pp. 2453–2463.
9. J. Wu, Z. Xuan, and D. Pan Enhancing Text Representation for Classification Tasks with Semantic Graph Structures. *International Journal of Innovative Computing, Information Control*, Vol. 7, № 5(B), 2011, pp. 2689–2698.
10. Rada Mihalcea and Paul Tarau. TextRank: Bringing order into texts. *Association for Computational Linguistics EMNLP-04*, pp. 404–411.
11. Steyvers, M., Tenenbaum, J.B. The large-scale structure of semantic networks: Statistical analyses and a model of semantic growth. *Cognitive Science*, 2005, pp. 41–78.
12. Батура Т.В. Методы автоматической классификации текстов // *Программные продукты и системы*. — 2017. Т. 30. № 1. С. 85–99.
13. Cook, D.J. & Holder, L.B. Mining graph data, chapter Applications. *John Wiley & Sons*, 2006, pp. 345–468.
14. Deng, S., Sinha, A.P., & Zhao, H. Adapting sentiment lexicons to domain-specific social media texts. *Decision Support Systems*, 2016.
15. Freeman, L.C. Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, Vol. 1, № 3, 1978, pp. 215–239.
16. Frery, J., Langeron, C., & Juganaru, M. Ujm at clef in author identification notebook for PAN at clef. *CLEF 2014 Evaluation Labs and Workshop, Online Working Notes*, Sheffield, UK, *CEUR Workshop Proceedings*, 2014, pp. 1042–1048.
17. Gelbukh, A. & Sidorov, G. Procesamiento automatico del espanol con enfoque en recursos lexicos grandes, chapter Tareas y aplicaciones de PLN. *IPN*, 2010, pp. 37–85.
18. Giannakopoulos, G., Karkaletsis, V., Vouros, G., & Stamatopoulos, P. Summarization system evaluation revisited: n-gram graphs. *ACM Transactions on Speech and Language Processing*, Vol. 5, № 3, 2008, pp. 1–38.
19. Dichiu, D. & Rancea, I. Using machine learning algorithms for author profiling in social media. *CLEF 2016 Evaluation Labs and Workshop, Online Working Notes*, Evora, Portugal, *CEUR Workshop Proceedings*, 2016, pp. 858–863.
20. Macke, S. & Hirshman, J. (2015). Deep sentence-level authorship attribution. *Stanford University*, pp. 1–7.
21. Harrington, P. Machine Learning in Action, chapter Support vector machines. *Manning Publications Co.*, 2012, pp. 101–127.
22. Rosso, P., Rangel, F.M., Potthast, M., Stamatatos, E., Tschuggnall, M., & Stein, B. Overview of pan 2016 — new challenges for authorship analysis: Cross-genre profiling, clustering, diarization, and obfuscation. *Proceedings of CLEF PAN2016, Lecture Notes in Computer Science*, 2016, pp. 332–350.
23. Samatova, N.F., Hendrix, W., Jenkins, J., Padmanabhan, K., & Chakraborty, A. Practical graph mining with R, chapter Introduction. *Chapman & Hall/CRC*, 2013, pp. 1–7.
24. Samatova, N.F., Hendrix, W., Jenkins, J., Padmanabhan, K., & Chakraborty, A. Practical graph mining with R, chapter Frequent subgraph mining. *Chapman & Hall/CRC*, 2013, pp. 180–186.
25. Samatova, N.F., Hendrix, W., Jenkins, J., Padmanabhan, K., & Chakraborty, A. Practical graph mining with R, chapter Link analysis. *Chapman & Hall/CRC*, 2013, pp. 110–121.
26. Sharma, A. & Shubhamoy, D. An artificial neural network-based approach for sentiment analysis of opinionated text. *Proceedings of the ACM Research in Applied Computation Symposium*, New York, USA, *ACM*, 2012, pp. 37–42.
27. Stanczyk, U. & Cyran, K.A. Machine learning approach to authorship attribution of literary texts. *International journal of applied mathematics and informatics*, Vol. 1, № 4, 2007, pp. 151–158.
28. Stojanovski, D., Strezoski, G., Madjarov, G., & Dimitrovski, I. Finki at semeval-2016 task 4: Deep learning architecture for twitter sentiment analysis. *Proceedings of the 10th International Workshop on Semantic Evaluation (SemEval-2016)*, *ACL*, 2016, pp. 149–154.

© Акбашева Евгения Амировна (akbash_e@mail.ru),

Акбашева Галина Амировна (galina_akbash@mail.ru), Тлупов Ислам Заурбекович (tlufovislam@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ТЕКСТА НА ОСНОВЕ NLP

NLP-BASED INTELLIGENT
TEXT ANALYSIS SYSTEM

E. Akbasheva
G. Akbasheva
I. Tlupov

Summary. The problem of representing the results of language models and evaluating their quality is understudied. This paper examines the application of language models and NLP techniques to develop an intelligent text analysis system. The idea is to use the capabilities of natural language processing algorithms to analyze semantics in order to demonstrate the possibilities of artificial intelligence for fast analysis of texts of any volume and subject matter. A graph representation of text is used to represent the results of the system.

Keywords: natural language processing, language models, graph, machine learning, BERT model, SpaCy.

Акбашева Евгения Амировна

Старший преподаватель
Кабардино-Балкарский государственный
университет
Нальчик
akbash_e@mail.ru

Акбашева Галина Амировна

Старший преподаватель
Кабардино-Балкарский государственный
университет
Нальчик
galina_akbash@mail.ru

Тлупов Ислам Заурбекович

Студент
Кабардино-Балкарский государственный
университет
Нальчик
tlupovislam@gmail.com

Аннотация. Проблема представления результатов работы языковых моделей и оценка их качества является недостаточно изученной. В данной статье рассматривается применение языковых моделей и методов NLP для разработки интеллектуальной системы анализа текстов. Идея заключается в использовании возможностей алгоритмов естественной обработки языка для анализа семантики, чтобы продемонстрировать возможности искусственного интеллекта для быстрого анализа текстов любых объемов и тематики. Для представления результатов работы системы используется графовое представление текста.

Ключевые слова: обработка естественного языка, языковые модели, граф, машинное обучение, модель BERT, SpaCy.

Введение

Задачи обработки естественного языка (NLP) в настоящее время являются одним из самых востребованных направлений в области искусственного интеллекта и компьютерной лингвистики. Большое количество областей применения алгоритмов, позволяющих обрабатывать и интерпретировать человеческую речь в ее естественном виде, имеет тенденцию увеличиваться в современном мире. Это такие области,

как автоматический перевод, оптимизация поисковых запросов, таргетированный маркетинг, распознавание речи и речевых команд, синтез речи, семантический анализ и классификация текста, разработка диалоговых систем и др.

Если задачи определения формальных языков достаточно просты и изучены, то задачи понимания, обработки, генерации и интерпретации естественного языка являются чрезвычайно сложными для реализа-

ции на ЭВМ. Одним из подходов к изучению естественного языка является языковое моделирование. Оно позволяет назначить вероятности словам, фразам или предложениям, а также позволяет предсказать вероятность появления того или иного слова после какого-то заданного. Языковое моделирование является важнейшим компонентом практических приложений, например машинного перевода и автоматического распознавания речи, когда система порождает несколько гипотез о переводе или транскрипции, которые затем оцениваются языковой моделью. Поэтому языковое моделирование играет центральную роль в обработке естественного языка, искусственном интеллекте и исследованиях по машинному обучению.

Однако, проблема представления результатов работы языковых моделей и оценка их качества остается достаточно неизученной. В данной статье рассматривается применение языковых моделей и методов NLP для разработки интеллектуальной системы анализа текстов. Идея заключается в использовании возможностей алгоритмов естественной обработки языка для анализа семантики, чтобы продемонстрировать возможности искусственного интеллекта для быстрого анализа текстов любых объемов и тематики. Разработанная система позволит оценить качество используемой языковой модели для анализа смыслового содержания текста любого объема.

Для представления результатов работы системы используется графовое представление текста. В статье рассматриваются различные типы структур графов, применяемых для представления, приведен их сравнительный анализ.

1. Языковое моделирование

Формально задача языкового моделирования ставится так: назначить вероятность произвольной последовательности слов $w_{1:n}$ т.е. оценить величину $P(w_{1:n})$. Применяв цепное правило исчисления вероятностей, мы сможем записать эту вероятность в виде:

$$P(w_{1:n}) = P(w_1) P(w_2|w_1) P(w_3|w_{1:2}) P(w_4|w_{1:3}) \dots P(w_n|w_{1:n-1}), \quad (1)$$

т. е. в виде последовательности задач предсказания слова, в которой каждое предсказание обусловлено предшествующими словами. Хотя задача моделирования одного слова на основе его левого контекста кажется проще, чем назначение оценки вероятности всему предложению, последний член в этом равенстве все равно требует обуславливания $n - 1$ словами, а это такая же трудная задача, как моделирование всего

предложения. Поэтому в языковых моделях применяется марковское предположение, утверждающее, что будущее не зависит от прошлого при условии настоящего [1]. Языковые модели, построенные на марковских цепях, стали родоначальниками существующих современных моделей на основе нейронных сетей и носят название статистических моделей языка.

Нейросети могут учитывать большее количество закономерностей в тексте в отличие от марковской цепи, а также гораздо более длинный контекст [2].

Также нейросеть позволяет обрабатывать смысловые отношения, что полностью отсутствуют в статистических моделях.

Одной из первых нейросетевых языковых моделей стала рекуррентная нейросетевая языковая модель (RNNLM), базирующаяся на сжатом векторном представлении слов или эмбединге. Данная модель обучается на известном алгоритме представления текста «мешок слов» [3].

Еще одна языковая модель, основывающаяся на векторных представлениях слов, это Word2vec. Word2vec получает на вход большой корпус текста и создает векторное пространство (пространство признаков), как правило, из нескольких сотен измерений, причем каждому уникальному слову в корпусе назначается соответствующий вектор в пространстве. Это делается путем создания пар контекста и целевых слов, что также зависит от размера выбранного контекстного окна. В качестве алгоритма обучения используется Skip-gram [4]. Контекстное окно образуется из нескольких слов, следующих друг за другом. Суть алгоритма в том, что одно из слов намеренно пропускается, и нейросеть должна его предсказать. То есть, слова, встречающиеся часто в идентичном контексте, будут иметь сходные векторы [5].

Развитием Word2vec стала модель GloVe. Алгоритм GloVe [6] строит явную матрицу слово-контекст и обучает вектор слов и контекстов, учитывая совместную встречаемость слов.

В последнее время огромный прогресс в области обработки естественного языка привел к появлению инновационных архитектур языковых моделей, таких как GPT-3 и BERT [7].

BERT, он же Bidirectional Encoder Representations from Transformers,— это предварительно обученная языковая модель, разработанная Google. Модель, предварительно обученная на 2500 миллионах интернет-слов и 800 миллионах слов книжного корпуса, ис-

Таблица 1. Сравнительный анализ некоторых языковых моделей

Языковая модель	Преимущества	Недостатки
Статистическая модель	Простая, не ресурсоемкая	Не учитывает смысловые отношения, короткий контекст
Рекуррентная нейросетевая модель	Простота, быстрое обучение, есть предварительно обученные модели	Не учитывает долгосрочные зависимости
Word2vec	Простая архитектура, быстрое обучение, универсальность	Обучение на уровне слов, не учитывается совместная встречаемость слов, плохо обрабатывает неизвестные слова
GloVe	Простая архитектура без нейронной сети, быстрота, учитывает совместную встречаемость слов, эффективнее Word2Vec	Обучение на уровне слов, плохо обрабатывает неизвестные слова
BERT	С открытым исходным кодом,	Необходима тонкая настройка, требует большого количества данных для обучения
GPT-3	Проста для использования, высокая скорость работы, не требует огромного количества данных для обучения, самая эффективная	Большой размер, коммерческая модель с закрытым исходным кодом

пользует архитектуру на основе трансформеров (один из типов архитектуры нейронных сетей).

Подобно BERT, GPT-3 также является крупномасштабной языковой моделью на основе трансформеров, которая обучена на 175 миллиардах параметров, что в 10 раз больше, чем у предыдущих моделей. Эта модель предсказания языка третьего поколения является авторегрессионной и работает подобно традиционным моделям, где она принимает на вход вектор слов и предсказывает выходные данные на основе своего обучения. Благодаря обучению с учителем и few-shot learning (модель обучения, которая предполагает преднастройку модели на тренировочном наборе данных таким образом, чтобы в дальнейшем она успешно обучалась на каком-то определенном количестве новых размеченных данных [8]), эта модель работает в контексте.

С точки зрения архитектуры, в то время как BERT обучается на латентных вызовах отношений между текстами различных контекстов, подход к обучению GPT-3 относительно прост по сравнению с BERT. Поэтому GPT-3 является более предпочтительным выбором в задачах, где нет достаточного количества данных, с более широким диапазоном применения. Хотя трансформер включает два отдельных механизма — кодировщик и декодировщик, модель BERT работает только на механизмах кодирования для создания языковой модели, а GPT-3 объединяет процесс кодирования и декодиро-

вания, чтобы получить трансформер-декодер для создания текста.

Также GPT-3 генерирует вывод по одному токenu за раз, BERT же не является авторегрессионным, поэтому использует глубокий двунаправленный контекст для прогнозирования.

В таблице 1 приведено сравнение самых распространенных языковых моделей для обработки естественного языка.

2. Представление на основе графов в обработке естественного языка

Некоторые задачи обработки естественного языка зависят от различных типов структур графов, например графы совместной встречаемости (коокуренции) слов, графы слов-документов, предложения как графы и графы знаний.

Граф совместной встречаемости (коокуренции) слов может быть также идентифицирован как граф совпадений слов на основе локального контекста. В этом типе предполагается, что слова встречаются друг с другом в пределах контекстного окна слов — последовательность из нескольких слов, следующих друг за другом. Основная информация из графа используется несколькими моделями для эмбединга, например, в известной модели SkipGram [4], используемой

Таблица 2. Анализ типов представления на основе графов в обработке естественного языка

Графовое представление	Описание	Область применения
Граф совместной встречаемости	Предполагается, что слова встречаются друг с другом в пределах контекстного окна. Основная информация используется несколькими моделями для обучения эмбедингу слов.	Извлечение ключевых слов и ключевых фраз Биомедицинская область Машинный перевод
Граф слов-документов	Информация о встречаемости слова может быть закодирована на уровне документа. Важная информация используется для изучения представлений слов и документов. Основную информацию предоставляют статистические модели.	Латентное распределение Дирихле
Граф знаний	Граф в этом типе представлен кодирующим различные сущностные отношения.	Ответы на вопросы и поиск информации
Граф фраз	Граф, представленный в виде закодированного с помощью минимального автомата большого набора фраз. Граф фраз состоит из узла в любом обновлении статуса для каждой появляющейся фразы и ребра между каждым набором двух фраз, используемых рядом в любом обновлении статуса.	Обнаружение плагиата Суммирование текста Классификация текста Кластеризация текста
Предложения как граф	Граф представлен как закодированное отношение синтаксической и семантической зависимости между словами.	Машинный перевод Семантическая маркировка ролей Классификация предложений Потоковая передача данных в социальных сетях Суммирование текста

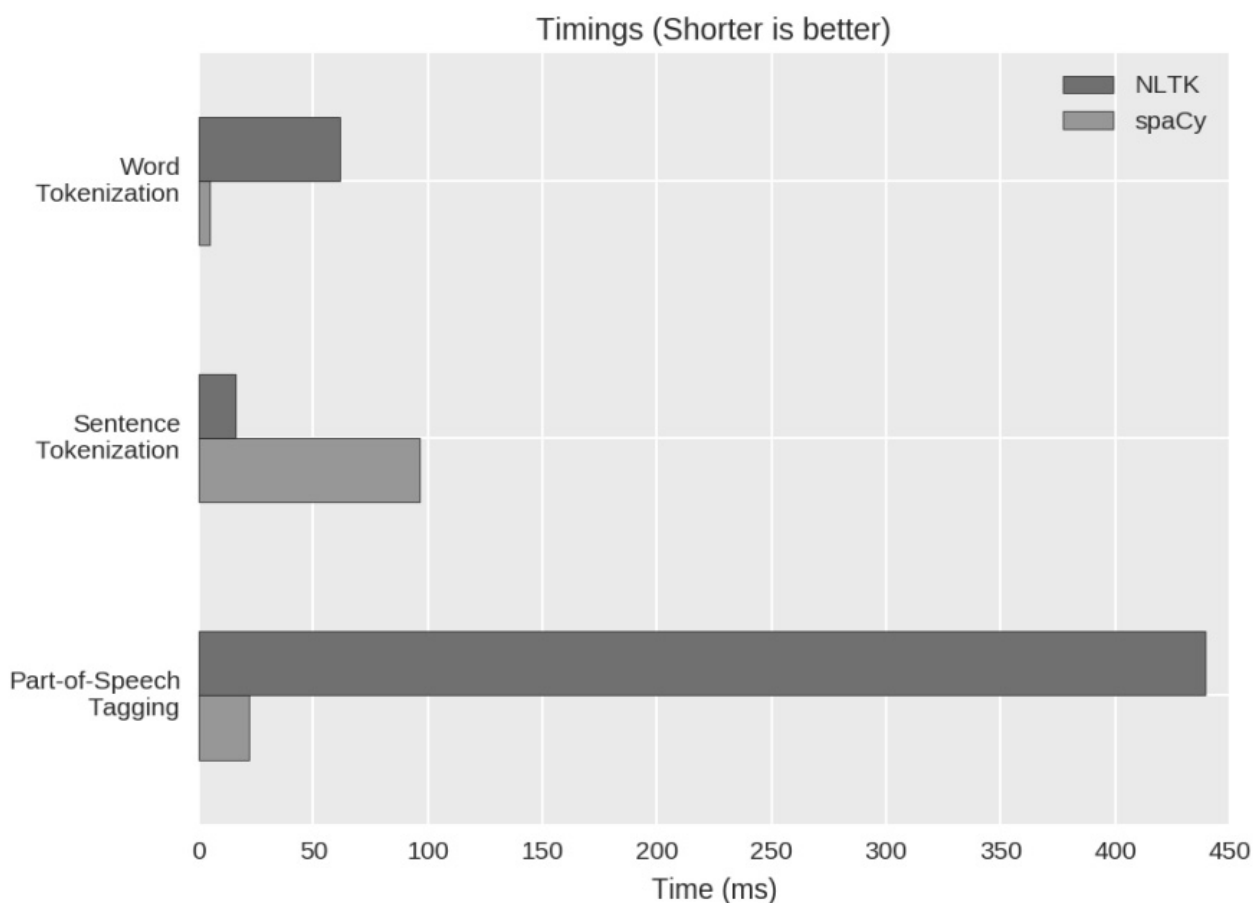


Рис. 1. Сравнение производительности библиотек SpaCy и NLTK

и на основе предложений. Граф фраз состоит из узла в любом обновлении состояния для каждой появляющейся фразы и ребра между каждым набором двух фраз, используемых рядом в любом обновлении состояния.

В таблице 2 представлен анализ типов представления на основе графов в обработке естественного языка. Он сосредоточен на описании идеи для каждого типа, а также некоторых областях исследований, в которых были реализованы эти типы.

Текущий прогресс в области представления и обучения на основе графов обеспечивает понимание возможностей его применения в обработке текста на естественном языке и представлении графами различных элементов в обработке естественного языка.

Э. Интеллектуальная система анализа текста

Учитывая актуальность темы визуализации текста, была разработана интеллектуальная система графического представления текста.

В качестве фреймворка NLP выбрана библиотека Python SpaCy [13], которая выделяется на фоне всех других фреймворков, в частности самого известного NLTK, впечатляющей скоростью работы с большими текстами, благодаря основной части, которая реализована на языке C++. На рисунке 1 представлен сравнительный анализ производительности библиотеки SpaCy с NLTK [14].

Кроме того, SpaCy позволяет быстро импортировать модели из NLTK, что позволяет разработчикам, исполь-

зующим данную систему, быстро переключаться между собственными языковыми моделями.

Разработанная интеллектуальная система предлагает по умолчанию модель на базе простого и эффективного токенизатора tok2vec [15], однако при желании можно переключить модель на более мощную, но значительно более ресурсоемкую реализацию BERT — RoBERTa [16].

В результате работы программа генерирует HTML-файл с динамическим графовым представлением, что позволяет мгновенно оценить содержимое текста, а после поделиться файлом с окружающими. Полученный HTML-файл универсален и запускается под браузерами: Google Chrome, Opera, Mozilla Firefox, IE8 и выше. На рисунке 2 представлен результат обработки текста статьи «Astra to sell electric thrusters to Airbus OneWeb Satellites» с сайта SpaceNews.

Заключение

В связи с широким развитием технологий анализа текста и появлением всё новых применений алгоритмов NLP, задачи быстрого визуального представления результатов работы языковых моделей становятся всё более актуальными. Всё более важным становится извлечение смысла из большого объема текстовых данных.

Рассматриваемые в данной статье вопросы являются весьма актуальными и перспективными, а разработанная система интеллектуального анализа текста позволит исследователям и разработчикам в сфере NLP оптимизировать свою работу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гольдберг Й. Нейросетевые методы в обработке естественного языка. — М.: ДМК Пресс, 2019. — 282 с.
2. Yoshua Bengio, Réjean Ducharme, Pascal Vincent, Christian Jauvin. A Neural Probabilistic Language Model. *Journal of Machine Learning Research* 3 (2003), p. 1137–1155.
3. Мишунин О.Б., Савинов А.П., Фирстов Д.И. Проблемы, возникающие в интеллектуальных обучающих системах при оценке ответов на естественном языке // *Современные проблемы науки и образования*. — 2015. — № 2–2.
4. Y. Song, S. Shi, J. Li, and H. Zhang, Directional skip-gram: Explicitly distinguishing left and right context for word embeddings, in *Proc. Conf. North Amer. Chapter Assoc. Comput. Linguistics, Hum. Lang. Technol.*, 2018, pp. 175–180.
5. Tomas Mikolov, Kai Chen, Greg Corrado, Jeffrey Dean, Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space. *International Conference on Learning Representations*, 2013.
6. Jeffrey Pennington, Richard Socher and Christopher Manning. GloVe: global vectors for word representation. In *Proc. of the Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)*, p. 1532–1543, Doha, Qatar. Association for Computational Linguistics, October 2014.
7. Radford, Alec, Jeff Wu, Rewon Child, David Luan, Dario Amodei and Ilya Sutskever. *Language Models are Unsupervised Multitask Learners*. 2019.
8. Brown, T.B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T.J., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D.M., Wu, J., Winter, C., Hesse, C., Chen, M., Sigler, E., Litwin, M., Gray, S., Chess, B., Clark, J., Berner, C., McCandlish, S., Radford, A., Sutskever, I., & Amodei, D. (2020). *Language Models are Few-Shot Learners*. ArXiv, abs/2005.14165.
9. J. Pennington, R. Socher, and C. Manning, Glove: Global vectors for word representation, in *Proc. Conf. Empirical Methods Natural Lang. Process. (EMNLP)*, 2014, pp. 1532–1543.

10. D.M. Blei, A.Y. Ng, and M.I. Jordan, Latent Dirichlet allocation, *J. Mach. Learn. Res.*, vol. 3, pp. 993–1022, Mar. 2003.
11. D. Marcheggiani and I. Titov, Encoding sentences with graph convolutional networks for semantic role labeling, 2017, arXiv:1703.04826.
12. U. Sawant, S. Garg, S. Chakrabarti, and G. Ramakrishnan, Neural architecture for question answering using a knowledge graph and Web corpus, *Inf. Retr. J.*, vol. 22, nos. 3–4, pp. 324–349, Aug. 2019.
13. Бенгфорт Б., Билбро Р., Охеда Т. Прикладной анализ текстовых данных на Python. Машинное обучение и создание приложений обработки естественного языка. — СПб.: Питер, 2019 г.
14. Погорельцев С.А. Краткий обзор NLP библиотеки SpaCy. 2020. URL: <https://habr.com/ru/post/504680>. (Дата обращения 22.10.2022).
15. Официальная документация SpaCy. URL: <https://spacy.io/api/tok2vec>. (Дата обращения 22.10.2022).
16. Фостер Д. Генеративное глубокое обучение. Творческий потенциал нейронных сетей. — СПб.: Питер, 2020. — 336 с.

© Акбашева Евгения Амировна (akbash_e@mail.ru),

Акбашева Галина Амировна (galina_akbash@mail.ru), Тлупов Ислам Заурбекович (tluovislam@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова

ИССЛЕДОВАНИЕ СКРЫТОГО КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ, ФОРМИРУЕМОГО МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРОЦЕССОРА

INVESTIGATION OF THE HIDDEN DATA TRANSMISSION CHANNEL FORMED BY THE MAGNETIC FIELD OF THE CENTRAL PROCESSOR

**A. Vasiliev
S. Ryzhikov
I. Agureev
B. Zagartdinov**

Summary. This article discusses a hidden magnetic data transmission channel between a computer isolated from the external environment, into which a malicious program is embedded, and a nearby smartphone that acts as a receiver. Based on this study, it was revealed that the malware regulates the workloads on the processor cores and thus, by generating different levels of the magnetic field from the central processor, encodes the transmitted data.

Keywords: malicious program, hidden data transmission channel, information leakage.

Васильев Андрей Савельевич

Старший преподаватель
Национальный исследовательский университет
«МЭИ»

universe@mpei.ac.ru

Рыжиков Сергей Сергеевич

Национальный исследовательский университет
«МЭИ»

universe@mpei.ac.ru

Агуреев Иван Александрович

Национальный исследовательский университет
«МЭИ»

universe@mpei.ac.ru

Загартдинов Булат Назимович

Национальный исследовательский университет
«МЭИ»

me@vair.it

Аннотация. В данной статье рассмотрен скрытый магнитный канал передачи данных между изолированным от внешней среды компьютером, в который внедрена вредоносная программа, и расположенным рядом смартфоном, который выполняет функции приемника. На основании данного исследования выявлено, что вредоносная программа регулирует рабочие нагрузки на ядра процессора и тем самым, формируя разные уровни магнитного поля от центрального процессора, кодирует передаваемые данные.

Ключевые слова: вредоносная программа, скрытый канал передачи данных, утечка информации.

Введение

Современные процессоры компьютеров являются, как правило, многоядерными и энергозатратными, то есть мгновенная нагрузка на процессор напрямую влияет на динамические изменения его энергопотребления. Регулируя нагрузку на центральный процессор (ЦП), можно влиять на его энергопотребление и, следовательно, контролировать уровень создаваемого магнитного поля. Преднамеренно запуская и останавливая рабочую нагрузку ЦП, можно генерировать магнитное поле на необходимой частоте. [1, 2]

Чувствительным элементом, фиксирующим уровень магнитного поля, может выступать магнитный датчик

смартфона. Лежащий на столе около ноутбука или системного блока смартфон выглядит достаточно безобидно. Магнитные датчики (магнитометры) интегрированы практически во все современные смартфоны и планшеты. Их основная функция заключается в измерении магнитных полей Земли с целью определения ориентации телефона в трехмерном пространстве. Типичный магнитометр содержит три магнитных датчика (для трех перпендикулярных осей X, Y и Z). Чипы магнитометра обычно включают в себя встроенный акселерометр, который помогает регулировать измерения магнитного датчика. В отличие от оборудования сотовой связи, Wi-Fi, Bluetooth и NFC магнитные датчики не считаются интерфейсами связи и к ним можно получить доступ с основными разрешениями.

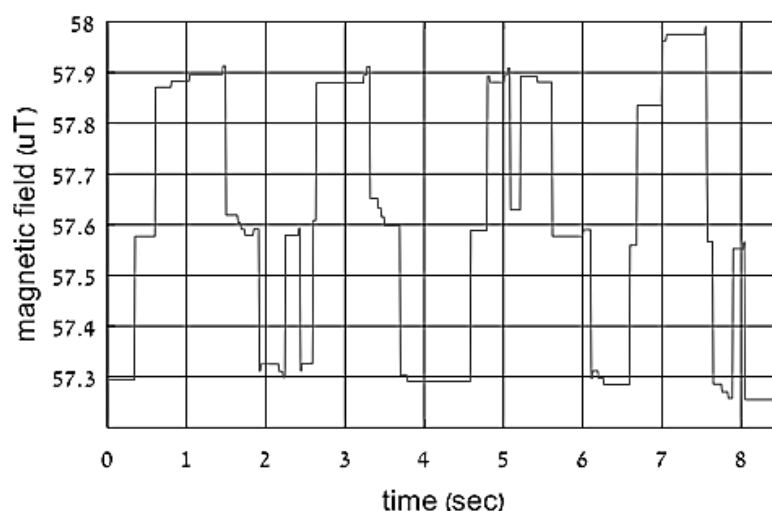


Рис. 1. Модуляция двоичной последовательности 10101010 посредством изменения загрузки ЦП.

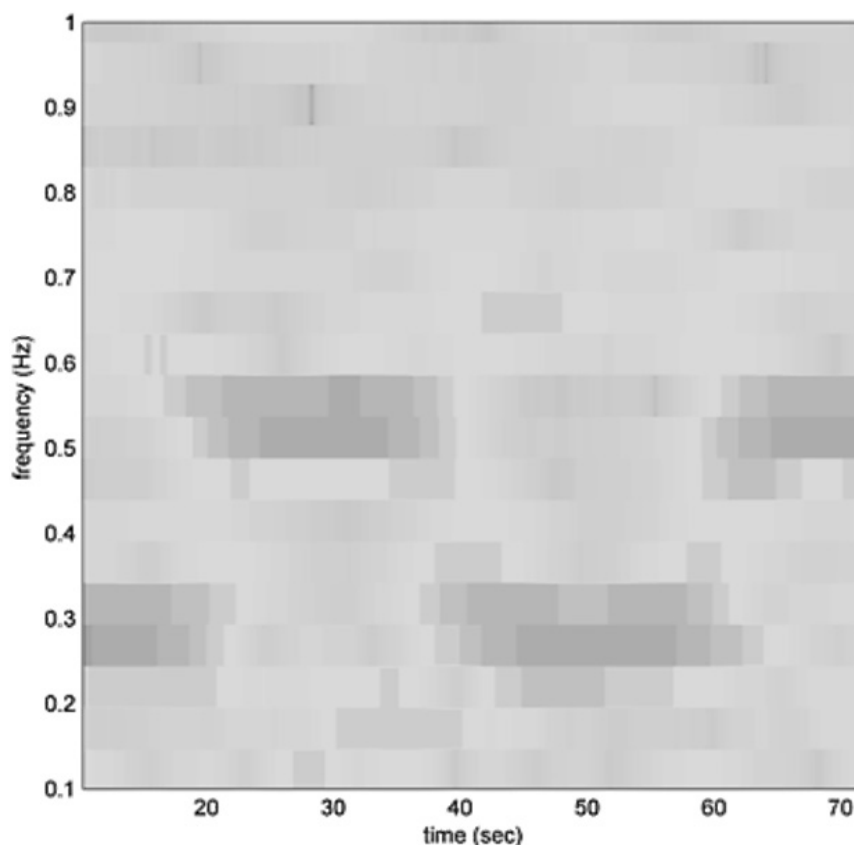


Рис. 2. Модуляция двоичной последовательности 1010 двумя частотами (0,25 Гц и 0,5 Гц).

Проблема нарушения конфиденциальности с использованием различных датчиков в мобильных устройствах не является новой. Данные акселерометра могут быть использованы для вычисления геолокации пользователя на основе специальных алгоритмов об-

работки, в обход запрета на использование GPS в мобильном приложении. [3]

В [1] приводятся два подхода к организации скрытого канала передачи данных, которые основаны

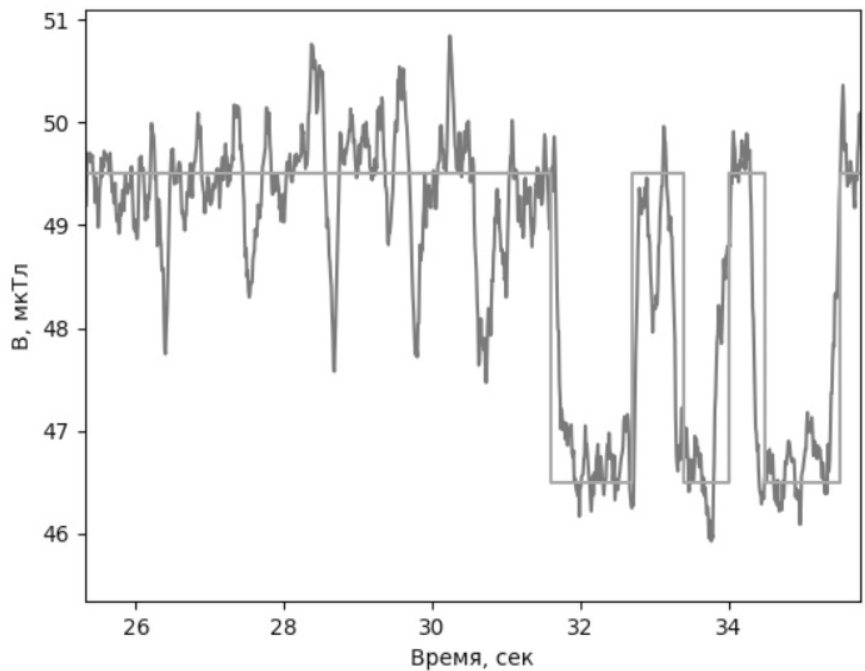


Рис. 3. Зависимость магнитного поля от модулирующей нагрузки

на наличии/отсутствии изменяемого магнитного поля с некоторой частотой (рис. 1) и на частотной манипуляции, когда рабочие нагрузки на различные ядра ЦП стандартного настольного ПК формируются с разными частотами (рис. 2).

Принимающий смартфон находился на расстоянии 5 см от передающего компьютера, при этом уровень шума составляет ~ 57,3 мкТл, а логической «1» ~ 57,9 мкТл. Передача данных осуществлялась короткими пакетами, содержащими преамбулу для определения факта начала передачи на фоне шумовой составляющей магнитного поля, непосредственно данные и контрольную сумму для обнаружения ошибок.

Эксперимент

Представляет интерес исследование характеристик данного скрытого канала передачи данных с использованием ноутбука в качестве передатчика в разнородном магнитном поле.

Поскольку максимальное расстояние передачи ограничено, применение сложных методов модуляции нецелесообразно, так как с увеличением сложности модуляции уменьшается различие уровней амплитуд сигнала из-за помех и инерционности влияния на магнитное поле. Физическое ограничение максимального расстояния между передатчиком и приемником усугубляется влиянием дополнительных источников магнит-

ного поля, в том числе со стороны компонентов самого ноутбука.

В период ожидания, в отличие от максимальной загрузки, нагрузка на ЦП и магнитное поле вблизи него нестабильны. На рисунке 3 представлена зависимость величины магнитного поля от модулирующей нагрузки.

В качестве модулирующей функции выбрана широтно-импульсная модуляция, где логическая «1» представлена более широким импульсом, а «0» — более коротким. Дополнительно скорость передачи данных может быть увеличена за счет кодирования пар или троек бит в импульсы различной ширины.

После выбора модулирующей функции, необходимо формализовать метод демодуляции — трансформацию аналогового сигнала, получаемого с датчика магнитного поля, обратно в цифровой при помощи математических преобразований.

Формулу скользящего среднего по n элементам из множества значений показаний P датчика магнитного поля для сглаживания шумов в выборке можно представить как

$$F_{cp}: \langle N_0, Q^n, N, P \rangle \rightarrow Q, F_{cp}(t) = \begin{cases} \frac{\sum_{i=0}^{n-1} w_i \cdot P_{t-i}}{\sum_{i=0}^{n-1} w_i}, & t \geq n, \\ p_0, & t < n; \end{cases} \quad (1)$$

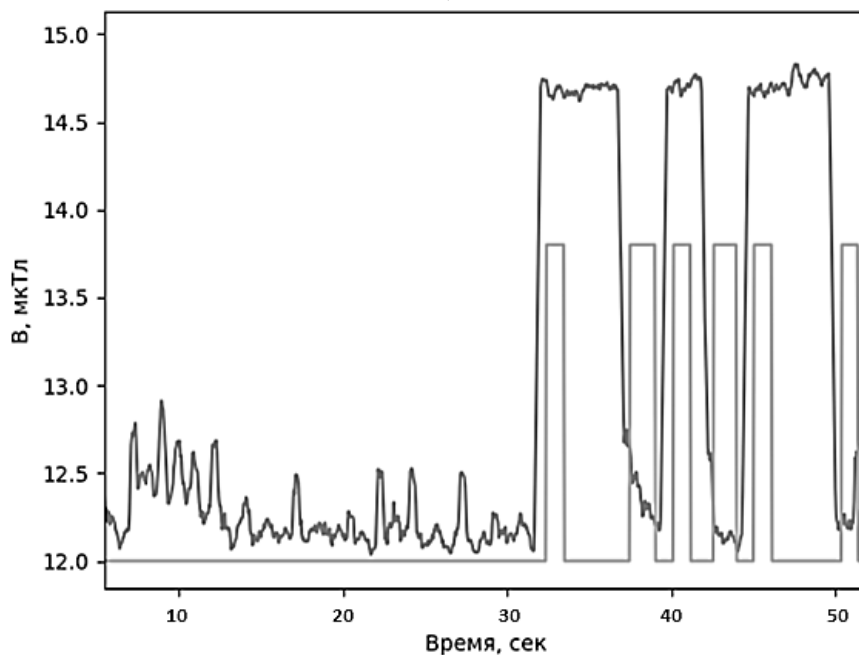


Рис. 4. Вид принимаемого сигнала до и после процедур фильтрации и декодирования.

где t — номер измерения от начала старта измерений,

p_i — i -й элемент из множества значений показаний Р датчика магнитного поля,

w_i — весовой коэффициент i -го значения из вектора весов W ,

n — размерность окна усреднения.

Для упрощения расчётов в (1) все весовые коэффициенты могут быть приняты за 1

$$F_{cp}(t) = \begin{cases} \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} p_{t-i}, & t \geq n - 1, \\ p_0, & t < n - 1. \end{cases} \quad (2)$$

В последующем единичный весовой вектор может быть заменен более подходящим в зависимости от статистических наблюдений.

После усреднения значений требуется выделить изменения магнитного поля, используемые для кодирования — отношение приращения функции ΔF_{cp} к приращению аргумента Δt . Для масштабирования результатов используется возведение в квадрат

$$F_{np}(t) = k \cdot \theta \left(\left(\frac{\Delta F_{cp}(t)}{\Delta t} \right)^2 - k \right), \quad (3)$$

где θ — функция Хевисайда;

k — пороговое значение детектирования изменения сигнала.

После преобразования входного сигнала необходимо повторно провести процедуру фильтрации шумовых импульсов для извлечения полезного сигнала

$$F_{рез} = \min_X F_{пр}, \quad (4)$$

где X — множество последовательных промежутков времени.

На рисунке 4 приведен график изменения формы сигнала до (синий цвет) и после его преобразования (оранжевый цвет).

Предлагаемая процедура декодирования сводится к детектированию промежутков времени между парами импульсов. Первая пара импульсов (между 30 и 40 секундами) кодирует значение «1», а следующая пара импульсов кодирует «0». Промежуток между этими парами импульсов в процедуре декодирования не участвует. Непосредственно перед передачей данных необходимо проводить калибровку принимающего устройства с использованием заранее известной последовательностью битов. За счет такой процедуры может быть достигнута универсальность относительно уникальных характеристик переходных процессов каждой ПЭВМ.

Рассмотренный метод демодуляции имеет несколько недостатков:

```
class burn_thread {
    std::mutex mutex_;
    std::unique_lock<std::mutex> lock;
public:
    burn_thread():lock(mutex_) {}
    void burn_cpu() {
        while (true) {
            cv.wait(lock);
            while (work) {
                int k = 123;
                volatile int data = 12345678;
                data /= (1234 + k);
            }
        }
    }
};
```

Рис. 5. Реализация потока для загрузки процессора ноутбука

```
void signals()
{
    while (true) {
        for (auto msg : message) {
            for (int j = 7; j >= 0; j--) {
                std::this_thread::sleep_for(std::chrono::milliseconds(DELAY));
                work = true;
                cv.notify_all();
                if (msg[j] == 1) {
                    std::this_thread::sleep_for(std::chrono::milliseconds(2 * DELAY));
                }
                else {
                    std::this_thread::sleep_for(std::chrono::milliseconds(DELAY));
                }
                work = false;
                cv.notify_all();
                std::cout << msg[j];
            }
            std::cout << std::endl;
        }
    }
}
```

Рис. 6. Реализация управляющего потока

```
148     if(one_tick == 0){
149         one_tick = time_values.get(0);
150         zero_tick = time_values.get(2);
151         if(Math.abs(one_tick-time_values.get(4)) > one_tick/5 ||
152             Math.abs(one_tick-time_values.get(8)) > one_tick/5 ||
153             Math.abs(one_tick-time_values.get(12)) > one_tick/5){
154             time_values.remove(0);
155             one_tick = 0;
156             zero_tick = 0;
157             return;
158         }
159         if(Math.abs(zero_tick-time_values.get(6)) > zero_tick/5 ||
160             Math.abs(zero_tick-time_values.get(10)) > zero_tick/5 ||
161             Math.abs(zero_tick-time_values.get(14)) > zero_tick/5){
162             time_values.remove(0);
163             one_tick = 0;
164             zero_tick = 0;
165             return;
166         }
167         if(Math.abs(zero_tick - one_tick) < zero_tick/5){
168             time_values.remove(0);
169             one_tick = 0;
170             zero_tick = 0;
171             return;
172         }
173         time_values.remove(0);
174         time_values.remove(0);
175         txtView.append("Started message\n");
176         return;
177     }
178     if(Math.abs(one_tick-time_values.get(14)) < one_tick/5){
179         data.add(true);
180         txtView.append("1");
181     }
182     else if(Math.abs(zero_tick-time_values.get(14)) < zero_tick/5){
183         data.add(false);
184         txtView.append("0");
185     }
```

Рис. 7. Фрагмент кода основного блока демодуляции

- ◆ трудность обнаружения сигнала близкого к уровню шума;
- ◆ сливание соседних пар импульсов, при более короткой паузе между модулирующими последовательностями;
- ◆ привязанность окна усреднения, порогового значения детектирования сигнала и других параметров к конкретной выборке данных.

Однако описанные недостатки компенсируются простотой реализации метода, а также минимальностью вычислительной нагрузки на принимающее устройство и независимостью от общего уровня магнитного поля.

Для управления генерацией модулирующей нагрузки на ЦП была разработана программа на C++. В качестве основного алгоритма нагрузки выбран бесконечный цикл с дополнительным вычислением произведения, суммы и деления (рис. 5).

Основную нагрузку в описанном алгоритме на центральный процессор оказывает операция цикла. Поскольку наиболее сложной для современных процессоров командой является операция ветвления, для частичной компенсации этой проблемы используется дополнительный механизм прогнозирования операций ветвлений (branch prediction).

Программа использует эту особенность для повышения энергопотребления процессора. Вследствие цикличности выполняемых операций, механизм предсказания ветвлений заполняет свободные ячейки конвейера, позволяя дополнительно загружать его повторяющимися операциями. Кроме того, эффект значительно усиливается благодаря отсутствию дополнительных точек прерывания выполнения программы в виде каких-либо операций чтения/записи или ожидания.

Описанные выше факторы позволяют операционной системе планировать запущенные потоки так, что ядро, используемое для вычислений, остается в активной фазе все время в процессе нагрузки.

Разработанная реализация алгоритма масштабируется на необходимое количество потоков и контролируется одним управляющим потоком, при помощи примитива синхронизации *condition_variable* (рис. 6).

В качестве базовой единицы модуляции используется константа времени DELAY. В процессе своей работы управляющий поток приостанавливается на соответствующее, кратное константе, время.

Реализация управляющей нагрузкой программы позволила автоматизировать генерацию модулирующих сигналов и абстрагироваться от платформы, поскольку выбранный язык программирования и его встроенные библиотеки являются кроссплатформенными.

В качестве устройства приема сигнала может быть использован мобильный телефон со встроенным датчиком магнитного поля, для доступа к которому в современных смартфонах на базе ОС Android не требуется специальных привилегий. Преимуществом возможности использования мобильного телефона в качестве принимающего устройства является обыденность расположения смартфонов вблизи ПЭВМ, что в свою очередь позволяет компенсировать ограниченное расстояние передачи информации.

Для приема и декодирования сигнала от ноутбука разработано приложение для смартфона на базе ОС Android. Алгоритм декодирования сигнала поступающего с датчика магнитного поля смартфона был реализован на основе описанной ранее модели демодулятора, параметры подобраны на основе выборки измерений магнитного поля нескольких ноутбуков в режиме ожидания и под модулирующей нагрузкой:

- ◆ выбрано окно усреднения $n=30$,
- ◆ количество последовательных измерений $X=15$,
- ◆ пороговое значение детектирования $k=150$.

Обработка данных с датчика магнитного поля происходит поэтапно. Собирается необходимое для усреднения количество измерений. Усредненные значения записываются в массив, который используется для вычислений отношения приращения аргумента к значению входных параметров. Поскольку частота магнитного датчика фиксированная, вместо времени используется привязка к количеству считываний, одно измерение принимается за условную единицу. В соответствии с моделью приращение возводится в степень и к результату применяется функция активации.

Фрагмент кода, реализующего функционал процедуры демодуляции представлен на рис. 7.

Скорость передачи данных в проводимом эксперименте составляла 1 бит/сек при удалении смартфона от ноутбука на 10 см.

Заключение

Подтверждено существование скрытого магнитного канала передачи данных путем манипуляции нагрузкой на ядра ЦП ноутбука и разработан прототип специального программно-аппаратного комплекса, моде-

лирующего реализацию данной угрозы. Разработано специализированное ПО на основе языка C++ с использованием вспомогательных библиотек для управления величиной загрузки ядер ЦП и на основе языка Java — для декодирования модулированного сигнала из принимаемой последовательности показаний магнитного датчика. Эффективность канала передачи данных путем регулирования величины нагрузки на ядра ЦП зависит от количества ядер ЦП, вида применяемой

манипуляции, непосредственно величины загрузки центрального процессора и чувствительности применяемого датчика, фиксирующего уровень изменений магнитного поля.

Представляется перспективным использование внешнего магнитного датчика с характеристиками, превышающими параметры магнитометра, встроенного в смартфон.

ЛИТЕРАТУРА

1. M. Guri. "Magneto: Covert channel between air-gapped systems and nearby smartphones via cpu- generated magnetic fields," *Future Generation Computer Systems*, vol. 115–2021 — pp. 115–125
2. M. Guri, B. Zadov, and Y. Elovici. "Odini: Escaping sensitive data from faraday-caged, air-gapped computers via magnetic fields," *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, vol. 15–2019. — pp. 1190–1203
3. Security Researcher Finds Facebook App Tracking iPhone Movements [Электронный ресурс]: <https://www.forbes.com/sites/zakdoffman/2021/10/23/apple-iphone-users-delete-facebook-app-after-new-tracking-warning/> (дата обращения: 09.07.2022).

© Васильев Андрей Савельевич (universe@mpei.ac.ru), Рыжиков Сергей Сергеевич (universe@mpei.ac.ru),
Агуреев Иван Александрович (universe@mpei.ac.ru), Загартдинов Булат Назимович (me@vaire.lt).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Национальный исследовательский университет «МЭИ»

АВТОМАТИЗАЦИЯ СОСТАВЛЕНИЯ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

AUTOMATION OF DRAWING UP A CALENDAR PLAN FOR THE PRODUCTION OF WORKS IN CONSTRUCTION

A. Koryakin

Summary. The purpose of this study is to write a program that allows you to automate the calculation of the calendar plan, and also includes a library of State Elemental Estimated Norms (GESN). This article studied the methodology for calculating the duration of construction work. Based on this study, a database was created and tested on a real construction site.

Keywords: Gantt chart, schedule, automation, calculation.

Корякин Алексей Владимирович

Преподаватель

Северо-Восточный федеральный университет

имени М.К. Аммосова

Якутск

al9997@mail.ru

Аннотация. Целью данного исследования является написание программы, позволяющей автоматизировать расчет календарного плана, а также включающую в себя библиотеку Государственных Элементных Сметных Норм (ГЭСН). В данной статье изучена методика расчета продолжительности строительных работ. На основании данного исследования создана база данных и протестирована на реальном строительном объекте.

Ключевые слова: диаграмма Ганта, календарный план, автоматизация, расчет.

В настоящее время, составление календарного плана производится вручную на бумаге или на предназначенных для этого программах, но существующие ПО требуют, чтобы пользователь сам вбивал все данные: коэффициенты, количество рабочих, единицу измерения и т.п., тем самым все они играют роль продвинутого калькулятора.

Тем не менее, календарные планы разрабатываются очень долго и наличие ошибок в расчетах приводит к частым затягиваниям сроков строительства.

Задачи:

1. Выявить методику расчета продолжительности строительных работ
2. Создать базу данных в соответствии с ГЭСН
3. Создать код, корректно обрабатывающий вводимые данные и выводящий ответы.
4. Создать GUI оболочку для программы
5. Протестировать на реальный строительный объект

Продолжительность работ. Рассчитывают сначала продолжительность механизированных работ по формуле, приведенной ниже, а потом уже работ, выполняемых вручную.

$$T_{\text{мех}} = N_{\text{м-см}} / (n_{\text{м}} * A * \alpha) \quad (1)$$

Где

$N_{\text{м-см}}$ - затраты труда механизации в маш.см;

$n_{\text{м}}$ — количество машин;

A — количество смен

α — коэффициент перевыполнения норм выработки (в пределах 1,05–1,25).

Продолжительность работ, выполняемых вручную

$$T_{\text{р}} = Q_{\text{р}} / (n_{\text{р}} * A * \alpha) \quad (2)$$

Где

$Q_{\text{р}}$ - затраты труда рабочих в чел.см;

$n_{\text{р}}$ — количество рабочих;

A — количество смен

α — коэффициент перевыполнения норм выработки (в пределах 1,05–1,25).

1. Оптимизация строительства

Определенная работа производится с участием механизации и ручной рабочей силы. Для ее оптимиза-


```
def yivod(self):
    naz = self.comboState.currentText()
    print(naz)
    a = (float(self.lineEdit_3.text()))
    b = (float(self.lineEdit.text()))
    c = (float(self.lineEdit_2.text()))
    Nm = round(a*c/8)
    Qp = b*c/8
    np = round(Qp/Nm)
    self.listWidget.addItem(naz+' '+' дней:'+str(Nm)+' рабочих:'+str(np))
```

Производится расчет:

- 1) $N_{м.см} = \frac{N_{м.ч.} * V}{8 \text{час.}}$
- 2) $Q_p = \frac{Q_{ч.ч} * V}{8}$
- 3) $n_p = \frac{Q_p * n_m}{N_{м.см}}$

Рис. 1. Добавление работ

	A	B	C	D
1		Task	Start	Finish
2	0	ЗР	2021-06-02 00:00:00	2021-06-07 00:00:00
3	1	СР	2021-06-07 00:00:00	2021-06-30 00:00:00
4	2	ОР	2021-07-01 00:00:00	2021-07-20 00:00:00
5	3	КР	2021-07-20 00:00:00	2021-08-04 00:00:00

```
df = pd.read_excel('./gxml1.xlsx')
tasks = df['Task']
start = df['Start']
finish = df['Finish']
complete = df['Complete']

fig = px.timeline(df, x_start=start, x_end=finish, y=tasks, color=complete, title='Task Overview')

fig.update_yaxes(autorange="reversed")
fig.update_layout(
    title_font_size=42,
    font_size=14,
    title_font_family='Times new roman'
)

fig = ff.create_gantt(df, group_tasks=True)
plotly.offline.plot(fig, filename='taskGant.html')
```

Рис. 2. вывод в формате.xlsx и.html

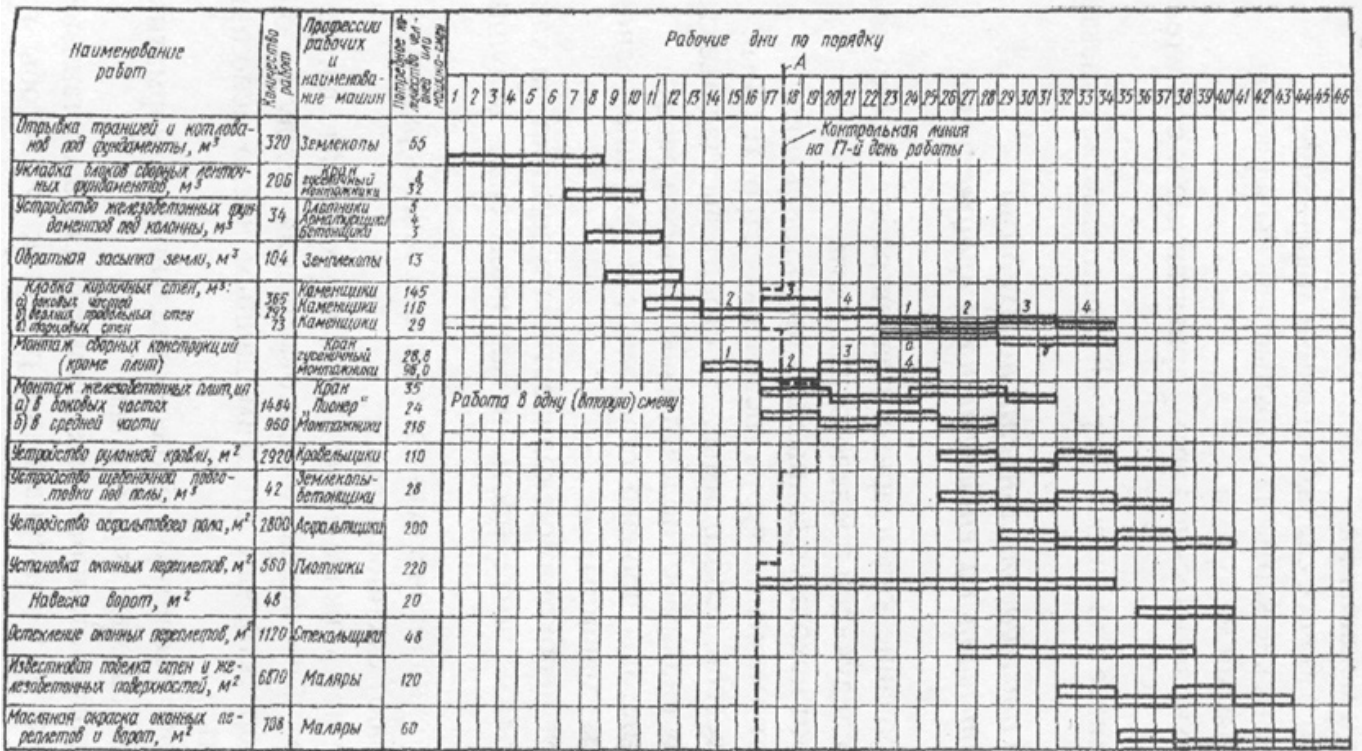


Рис. 3. Результат ручного расчета на бумаге

Таблица 4.3 - Трудоемкость и продолжительность СМР																
№ п/п	наименование работ	Обоснование	Объемы работ ед. изм.	потребность в механизмах				потребность механизмов		продолжительность, см	принятый состав, чел	Кол-во смен	Северный коэф.	Принятая продолжительность, дни		
				чел-ч	маш-ч	чел-ч	маш-ч	наименование машины	кол-во							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1. Земляные работы																
1	Планировка площадей механизированным способом, группа грунтов 2	E01-02-027-02	1000м2	5,63		0,67		0,47	бульдозер ДТ-75, Автогрейдер ДЗ-122	1		0,235	2	1	1,28	2
Итого по пункту 1																
2. Свайные работы																
2	Шнековое бурение станками типа СО-2 глубиной до 8 м. I группа грунта 2	E04-01-041-2	100 м	6,88	25,31	11,12	21,77	9,56	БКМ-2012	1	10	4	1	1,28	13	
3	Шнековое бурение станками типа СО-2 глубиной до 6 м. Группа грунта 2	E04-01-041-2	100 м	0,57	18,8	7,86	1,34	0,56								
4	Установка железобетонных свай в скважины краном (объем свай 1,6 м3)	E05-01-095-5	1м3	132,8	0,86	0,27	14,28	4,48	Автокран "Ивановец" КС-35715-10	1						
5	Установка железобетонных свай в скважины краном (объем свай 0,96 м3)	E05-01-095-05	1м3	8,72	1,29	0,4	1,41	0,44								
Итого по пункту 2																
3. Опилочка																
6	Устройство щебеночного основания под бетонную подготовку	E08-01-002-01	1м3	88,14	2,4	0,92	26,44	10,14	Трамбовка пневматическая КРТ-1 (FR-00)	1		14	6	1	1	14
8	Устройство бетонной подготовки толщиной 0,3м	E06-01-001	100м3	1,10	116,82	18,68	16,06	2,21	Автокран "Ивановец" КС-35715-10	1						
Итого по пункту 3																
4. Цокольное перекрытие																
10	Устройство фундаментных плит железобетонных плоских	E06-01-001-16	100м3	2,431	220,66	26,06	67,05	7,92	Кран башенный КБ-100	1	17	9	1	1,61	14	
11	Устройство опалубки (снизу) и поддерживающих ее конструкций для высоких ростерков	E06-01-012-1	100м2	1,07	95,92	0,34	12,83	0,05								
12	Устройства фундаментных железобетонных балок	E06-01-034-1	100м3	1,141	1309	58,43	186,70	8,33								
Итого по пункту 4																
5. Колонны																
14	Устройство колонн в деревянной опалубке	E06-01-026-05	100м3	0,47	1091,50	91,04	64,13	5,35	Кран башенный КБ-100	1	6	14	1	1,61	9	
Итого по пункту 5																

Рис. 4. Результат расчета на MS Excel

	Task	Start	Finish	Naim	Prod	Raboch
0	Земляные работы	2021-06-10	2021-06-11	Планировка площадей бу.	1	2
1	Свайные работы	2021-06-11	2021-06-21	Шнековое бурение скваж	10	2
2	Свайные работы	2021-06-21	2021-06-22	Шнековое бурение скваж	1	1
3	Свайные работы	2021-06-22	2021-06-26	Установка свай в скважинь	4	4
4	Свайные работы	2021-06-26	2021-06-27	Установка свай в скважинь	1	2
5	Отмостка	2021-06-27	2021-07-07	Щебеночное основание	10	3
6	Отмостка	2021-07-07	2021-07-10	Устройство бетонной подл	3	5
7	Цокольное перекрытие	2021-07-10	2021-07-18	Устройство фундаментны	8	8
8	Цокольное перекрытие	2021-07-18	2021-07-19	Устройство опалубки	1	3
9	Цокольное перекрытие	2021-07-19	2021-07-27	Устройство фундаментны	8	3
10	Колонны	2021-07-27	2021-08-01	Устройство колонн	5	13
11	Лестничная клетка	2021-08-01	2021-08-11	Лестничная клетка	10	4
12	Лестничная клетка	2021-08-11	2021-08-12	Устройство лестничных ма	1	4
13	Перекрытие и покрытие	2021-08-12	2021-08-29	устройство перекрытий	17	3
14	Стена	2021-08-29	2021-09-07	Кладка стен	10	10
15	Стена	2021-09-07	2021-09-08	Армирование кладки стен	5	5
16	Стена	2021-09-08	2021-09-09	Укладка перемычек	1	1
17	Перегородка	2021-09-09	2021-09-14	Устройство перегородок	10	4
18	Кровля	2021-09-14	2021-09-15	Устройство ц.п. стяжки	1	20
19	Кровля	2021-09-15	2021-09-25	Теплоизоляция пенополи	10	19
20	Кровля	2021-09-25	2021-10-01	Устройство рулонных кро	6	3
21	Заполнение проемов	2021-10-01	2021-10-02	Установка дверных проем	1	12
22	Заполнение проемов	2021-10-02	2021-10-04	Установка оконных проем	2	12
23	Полы	2021-10-04	2021-10-14	Устройство теплоизоляци	10	12
24	Полы	2021-10-14	2021-10-16	Устройство ц.п. стяжки	2	23
25	Полы	2021-10-16	2021-10-17	Устройство полов из плит	1	14
26	Полы	2021-10-17	2021-10-18	Устройство полов из досок	1	3
27	Полы	2021-10-18	2021-10-20	Устройство полов бетонн	2	9
28	Полы	2021-10-20	2021-10-22	Устройство полов из лино.	2	5
29	Отделка нар. стен	2021-10-22	2021-10-23	Устройство лесов	1	25
30	Отделка нар. стен	2021-10-23	2021-11-07	Теплоизоляция стен фасад	15	7
31	Отделка нар. стен	2021-11-07	2021-11-14	Отделка здания панелями	7	20
32	Отделочные работы	2021-11-14	2021-11-24	Высококачественная штук	10	8
33	Отделочные работы	2021-11-24	2021-11-25	Масляная окраска стен	1	25
34	Отделочные работы	2021-11-25	2021-12-09	Облицовка стен плитками	14	25
35	Отделочные работы	2021-12-09	2021-12-17	Окрашивание потолков	8	3
36	Отделочные работы	2021-12-17	2021-12-18	Устройство потолков из пс	1	2
37	Благоустройство	2021-12-18	2021-12-27	Основания асфальтовых д	9	6
38	Благоустройство	2021-12-27	2021-12-30	Покрытия асфальтовых до	3	8
39	Благоустройство	2021-12-30	2021-12-31	Устройство газонов	1	7

Рис. 5. Результат расчета на проектируемой программе

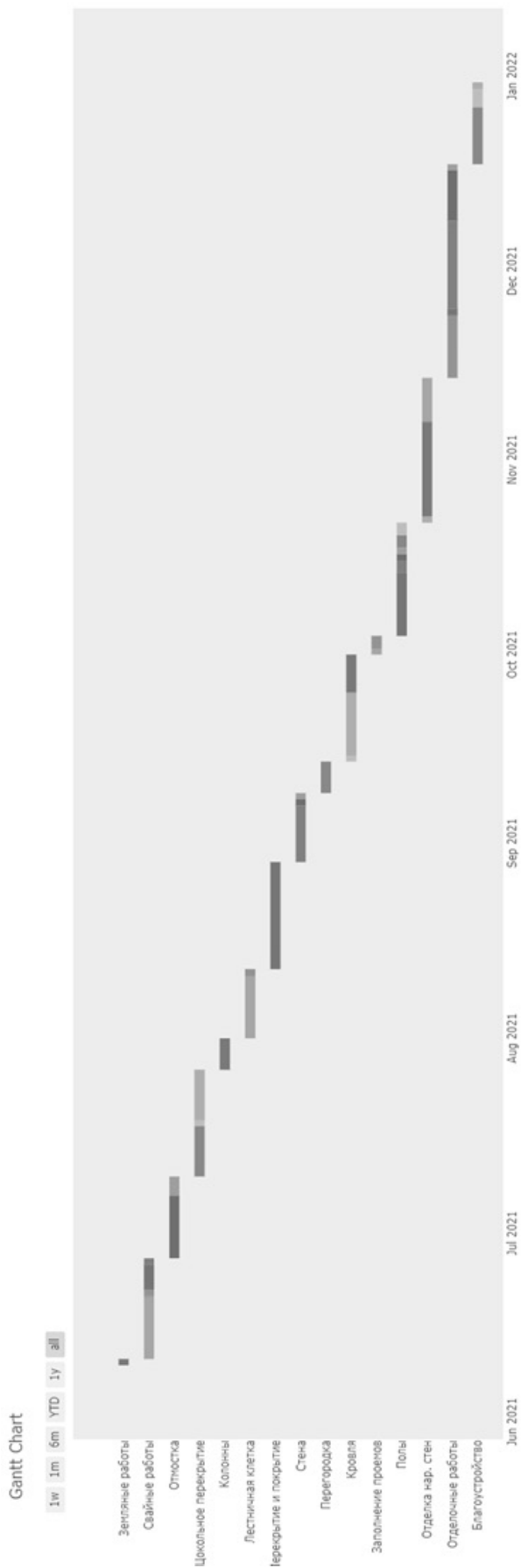


Рис. 6. Визуализация работ на календарном плане

ции, необходимо чтобы рабочие не отставали от ведущей работу машины.

Для этого уравниваются скорости производства данными видами работ.

Исходя из расчетов продолжительности механизированных и ручных работ, выводится формула расчета количества рабочих.

$$T_{\text{мех}} \quad (3)$$

$$\frac{N_{\text{м.см}}}{n_{\text{м}} * A * \alpha} = \frac{Q_{\text{р}}}{n_{\text{р}} * A * \alpha} \quad (4)$$

$$n_{\text{р}} = \frac{Q_{\text{р}} * n_{\text{м}}}{N} \quad (5)$$

Далее, используем библиотеку PyQt для языка программирования Python, формируем расчет вышеперечисленных формул самой программой (рис. 1).

Также необходим формула вывода рассчитанных работ для отдельных операций расчета (рис. 2).

2. Сравнение результатов методов расчета

Для примера, расчет одного строительного проекта и компоновка его строительного плана были произведены

Примерное время расчета:

1. Ручной — 4–5 часов
2. Excel — 2–4 часа
3. С помощью программы — 15–30 минут

Преимущества работы с программой:

- ◆ Нет необходимости искать показатели для каждой работы;
- ◆ Быстрый поиск по наименованию работы;
- ◆ Требуется меньшее количество активностей для заполнения всех процессов работ.
- ◆ Автоматический расчет продолжительности работ
- ◆ Доступна моментальная визуализация в диаграмме Ганта.

На сегодняшний день, программа имеет возможность работать с последовательно идущими работами. Вычисления, сделанные вручную и автоматически, одинаковы без учета коэффициента переработки и параллельности работ.

В дальнейшем, будет проведена работа над автоматическим выявлением параллельности работ.

Работа апробирована на общеуниверситетской конференции студентов и магистрантов СВФУ «АММОСОВ-2021»

Разработанное ПО внедрено в тестовом режиме в строительной компании ООО «СахаСпецМонтаж-95» и в компании по инженерным изысканиям ООО «БИМ НОРМАНДИ».

ЛИТЕРАТУРА

1. Кривцов А.М. Сетевое планирование и управление / А.М. Кривцов, В.В. Шеховцов — Москва; Издательство «Экономика», 1978;
2. Дуболазов В.А. Оперативное календарное планирование на промышленном предприятии. Санкт-Петербург, 2000;
3. Поляков Н.А. Управление Инновационными проектами / Н.А. Поляков, О.В. Мотовилов, Н.В. Лукашов. Москва; Издательство «Юрайт», 2019;
4. Толмачев Е.А. Экономика строительства / Е.А. Толмачев, Б.Е. Монахов, Учебное пособие — Москва; Издательство «Юриспруденция», 2003;
5. Мэттиз Эрик. Изучаем Python. Программирование игр, визуализация данных, веб-приложения / Э. Мэттиз. Библиотека программиста — Санкт-Петербург; Издательство «Питер», 2019;

© Корякин Алексей Владимирович (al9997@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИТЕРАЦИОННЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ РАЗРАБОТКИ НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО ДАННЫМ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН

**ITERATIVE ALGORITHM FOR SOLVING
THE MODEL FOR FORECASTING
DYNAMICS OF OIL AND GAS FIELD
DEVELOPMENT BASED ON WELL
OPERATION DATA**

**V. Kuntsev
P. Kozhevnikova
A. Dorogobed**

Summary. The article is dedicated to the development of an iterative method for solving a mathematical model of the hydrodynamic connection of an oil and gas field according to the history of well operation. After selection of the parameter vector, the model will be used for tomographic calculations and monitoring of the spatial distribution of the filtration resistance of the permeable formation. A computational scheme, a formula for calculating the relaxation parameter, residual control, and rules for stopping the iterative process are described. A software implementation of all computational schemes was completed, on which testing was carried out to verify the adequacy of the algorithm according to the experimental field data.

Keywords: mathematical model, iterative process, partial derivative, optimization parameters, oil and gas field, well flow rate.

Кунцев Виталий Евгеньевич

К.т.н

Ухтинский государственный технический
университет
vkuntsev@ugtu.net

Кожевникова Полина Валерьевна

К.т.н

Ухтинский государственный технический
университет
aira_dark@list.ru

Дорогобед Алена Николаевна

К.т.н

Ухтинский государственный технический
университет
ahudozhilova@ugtu.net

Аннотация. Работа посвящена разработке итерационного метода для решения математической модели гидродинамической связи нефтегазового месторождения по истории эксплуатации скважин. После подбора вектора параметров, модель будет применяться для томографических вычислений и мониторинге пространственного распределения фильтрационного сопротивления проницаемого пласта. Описана вычислительная схема, формула расчета параметра релаксации, контроль невязки и правила остановки итерационного процесса. Выполнена программная реализация всех вычислительных схем, на которой было проведено тестирование для проверки адекватности работы алгоритма по данным экспериментально-го месторождения.

Ключевые слова: математическая модель, итерационный процесс, частная производная, параметры оптимизации, нефтегазовое месторождение, дебит скважины

Введение

При мониторинге и планировании эксплуатации нефтегазовых месторождений, особенно на поздних стадиях разработки, возникает задача поиска пространственного распределения коэффициента фильтрационного сопротивления (пьезопроводности) движению флюидов, характеризующего пропускную способность продуктивного пласта [1]. Решение этой задачи может обеспечить метод гидродинамической томографии, основанный на гидродинамическом прослушивании скважин месторождения [2, 3]. Практическая реализация метода гидродинамической томографии основана на косвенных измерениях време-

ни распространения характерных точек кривых восстановления давления между парами скважин по анализу их истории разработки. Синтез необходимых томографических данных реализуется вычислительным экспериментом над построенной математической моделью эксплуатации месторождения в рамках гипотезы о характере ее основных компонентов.

Построение математической модели эксплуатации скважин нефтегазового месторождения основано на технологии емкостного моделирования [4, 5]. Технология емкостного моделирования позволяет определить свойства продуктивного пласта, используя такие данные из истории эксплуатации месторождения, как скорости

нагнетания и добычи жидкости по скважинам. Выполненные построения позволяют моделировать закачку жидкости по нагнетательным скважинам и регистрировать времена извлечения жидкости. Для моделирования используется многоскважинная система, в которой дебит скважины на рассматриваемом временном интервале рассчитывается на основе принципа суперпозиции нескольких отдельных физических факторов [6].

Цель исследования

Целью исследования является разработка алгоритма поиска оптимального вектора параметров для математической модели эксплуатации нефтегазового месторождения для последующего использования в методе гидродинамической томографии.

Алгоритм поиска оптимального вектора параметров

По имеющимся данным из истории эксплуатации месторождения, представляющей собой временной поток данных (дебитов: положительных — работа добывающих скважин, отрицательных — работа нагнетательных скважин) системы из N скважин, необходимо обеспечить возможность прогнозировать объемы дебита по математической модели (1). Подробное описание построения математической модели представлено в следующей работе [6, 7].

$$F[\bar{X}, \bar{\rho}] = \bar{Y}, \quad (1)$$

где F — оператор прогноза по математической модели эксплуатации месторождения и \bar{Y} — наблюдаемые данные из истории.

В качестве входных данных для модели прогноза служат и:

- ◆ \bar{X} — история штатной эксплуатации месторождения,
- ◆ $\bar{\rho}$ — вектор параметров, по которому осуществляется оптимизация (начальное приближение параметров модели).

На временном ряде t заданы значения дебитов работы скважин в виде временного ряда: $\bar{X} = \{G_i(t), W_j(t)\}, i = 1 \dots N_{int}, j = 1 \dots N_{out}, t = t_0 \dots t_n$. Здесь n — количество временных интервалов, на которые разделена история разработки. $G(t)$ и $W_j(t)$ — объемы работы (добыча и нагнетание) скважин в момент времени t . N_{out} и N_{int} — количество нагнетательных и добывающих скважин соответственно.

Количество параметров модели $\bar{\rho} = \{\alpha_{int}, \alpha_{out}, \lambda, \beta, \gamma, V\}$ зависит от числа скважин,

для которых рассчитывается модель. Смысл каждого параметра описан в работе [6].

Решение задачи состоит в подборе такого вектора параметров модели $\bar{\rho}^k$ при построении оператора F по выборке из всех, либо части предыдущих элементов из временного ряда данных истории разработки: $\{G_i(t), W_j(t)\}_z$, которые играют роль входного вектора параметров $\bar{X}(k)$. k — количество временных интервалов используемых в прогнозе ($k = 1 \div n$). Данные по интервалам, которые не были использованы, будут задействованы для проверки адекватности построенного решения.

Процесс оптимизации модели состоит в подборе параметра $\bar{\rho}^k$ для минимизации невязки:

$$\|\bar{Y} - F[\bar{X}(k), \bar{\rho}^k]\| \rightarrow \min \quad (2)$$

Оператор прогноза:

$$F[\bar{X}(k), \bar{\rho}^k] = \bar{Q}(t, k) \quad (3)$$

Уравнение (3) — результат реального вычисления по (1) с подобранными, исходя из (2), оптимизационными параметрами $\bar{\rho}^k$ для выборки из истории разработки $\bar{X} = \{G(t, k), W(t, k)\}$. $\bar{Q}^\delta(t, k)$. соответствует с уровнем $y(t)$ погрешности $\delta(k)$:

$$\delta(k) = \|\bar{Q}(t, k) - \bar{Y}(t)\|_{R^N}$$

Величина $\delta(k)$ характеризует предельно достигаемую динамику ошибки при уменьшении или наращивании временного интервала данных t по глубине одновременно используемых временных данных при прогнозе очередного шага временной последовательности k .

Следует построить и адаптировать модель (подобрать параметры $\bar{\rho}^k$) к реальным данным истории эксплуатации месторождения.

Итерационный метод построения решения для задачи:

$$\begin{cases} F[\bar{X}(k), \bar{\rho}^k] = \bar{Q}(t, k) \\ \|\bar{Q}(t, k) - \bar{Y}(t)\|_{R^N} \rightarrow \min \end{cases}$$

состоит в нахождении на очередной итерации z вектора приращения по параметрам и проверки погрешности модели с новым вектором параметров:

$$\rho^{z+1} = \rho^z + \alpha^z F'^*[\bar{X}, \rho^z] \varphi^z,$$

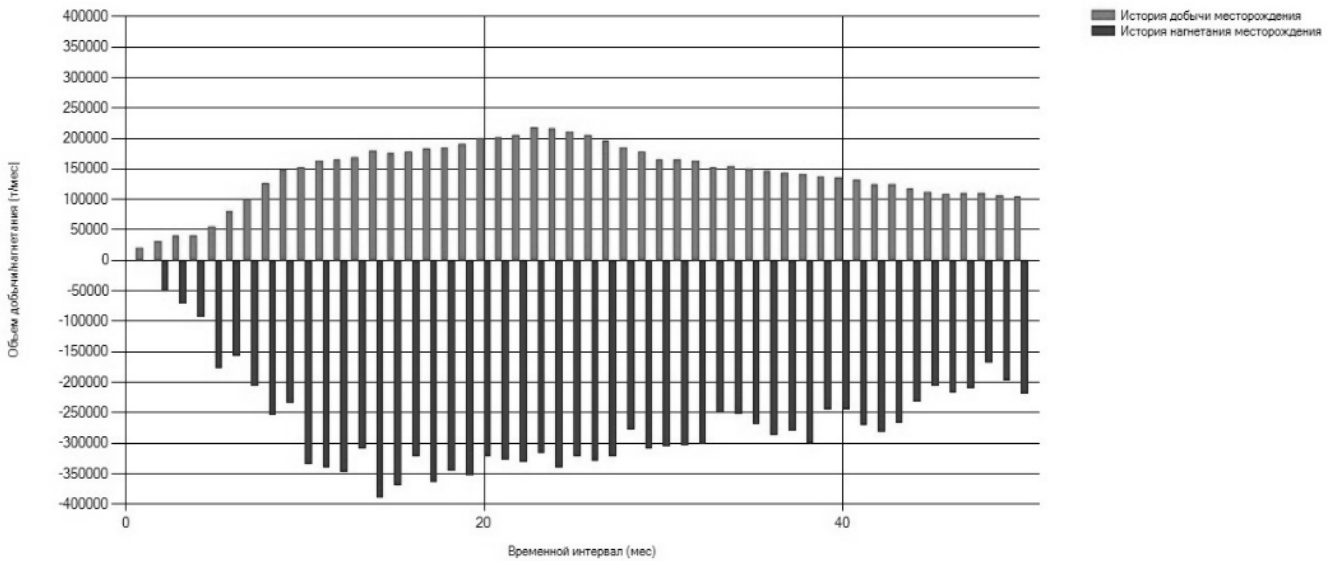


Рис. 1. История эксплуатации месторождения (красный график — добыча, синий — нагнетание)

где φ^z — разница между модельными (рассчитанными) дебитами и данными из истории штатной эксплуатации скважин (месторождения):

$$\varphi^z = F[X, \rho^z] - Y.$$

Коэффициент α^z — параметр релаксации, подбираемый на каждом шаге расчетов так, чтобы итерационный процесс сходился [8]:

$$\alpha^z = \frac{\|F'^*[X, \xi^z]\varphi^z\|^2}{\|F'[X, \rho^z]F'^*[X, \rho^z]\varphi^z\|^2}$$

$$F'[X, \rho^z] = \begin{pmatrix} \frac{\partial F^1[X, \rho^z]}{\partial \rho_1^z} & \frac{\partial F^1[X, \rho^z]}{\partial \rho_2^z} & \dots & \frac{\partial F^1[X, \rho^z]}{\partial \rho_K^z} \\ \frac{\partial F^2[X, \rho^z]}{\partial \rho_1^z} & \frac{\partial F^2[X, \rho^z]}{\partial \rho_2^z} & \dots & \frac{\partial F^2[X, \rho^z]}{\partial \rho_K^z} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial F^M[X, \rho^z]}{\partial \rho_1^z} & \frac{\partial F^M[X, \rho^z]}{\partial \rho_2^z} & \dots & \frac{\partial F^M[X, \rho^z]}{\partial \rho_K^z} \end{pmatrix}$$

Здесь:

- ♦ $F'[X, \rho^z]$ — матрица $\{M \times K\}$ обратного оператора A в частных производных по параметрам ρ ;
- ♦ $F'^*[X, \rho^z]$ — сопряженная к матрице обратного оператора $\{K \times M\}$.

Для математической модели, описывающей характер разработки месторождения, состоящего из 4 скважин (по 2-е добывающие и нагнетательные), F^* представляет собой матрицу размерностью (16×2) , где количество столбцов ($M = 2$) — количество добываю-

щих скважин и количество строк матрицы ($K = 16$) — количество параметров модели:

$$F'^*[X, \xi^z] = \begin{pmatrix} \frac{\partial F^1[X, \rho^z]}{\partial \alpha_{int}} & \frac{\partial F^2[X, \rho^z]}{\partial \alpha_{int}} \\ \frac{\partial F^1[X, \rho^z]}{\partial \alpha_{out}} & \frac{\partial F^2[X, \rho^z]}{\partial \alpha_{out}} \\ \frac{\partial F^1[X, \rho^z]}{\partial \lambda_1} & \frac{\partial F^2[X, \rho^z]}{\partial \lambda_2} \\ \frac{\partial F^1[X, \rho^z]}{\partial \beta_{13}} & \frac{\partial F^2[X, \rho^z]}{\partial \beta_{23}} \\ \frac{\partial F^1[X, \rho^z]}{\partial \beta_{14}} & \frac{\partial F^2[X, \rho^z]}{\partial \beta_{24}} \\ \frac{\partial F^1[X, \rho^z]}{\partial \gamma_{12}} & \frac{\partial F^2[X, \rho^z]}{\partial \gamma_{21}} \\ \frac{\partial F^1[X, \rho^z]}{\partial A^1[X, \rho^z]} & \frac{\partial F^2[X, \rho^z]}{\partial A^1[X, \rho^z]} \\ \frac{\partial F^1[X, \rho^z]}{\partial V_{13}} & \frac{\partial F^2[X, \rho^z]}{\partial V_{23}} \\ \frac{\partial F^1[X, \rho^z]}{\partial V_{14}} & \frac{\partial F^2[X, \rho^z]}{\partial V_{24}} \\ \frac{\partial F^1[X, \rho^z]}{\partial V_{12}} & \frac{\partial F^2[X, \rho^z]}{\partial V_{21}} \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Процесс заканчивается, когда разница между реальным и модельным дебитами φ^z принимает удовлетворительно малое значение, либо не удалось получить новый вектор ρ^z .

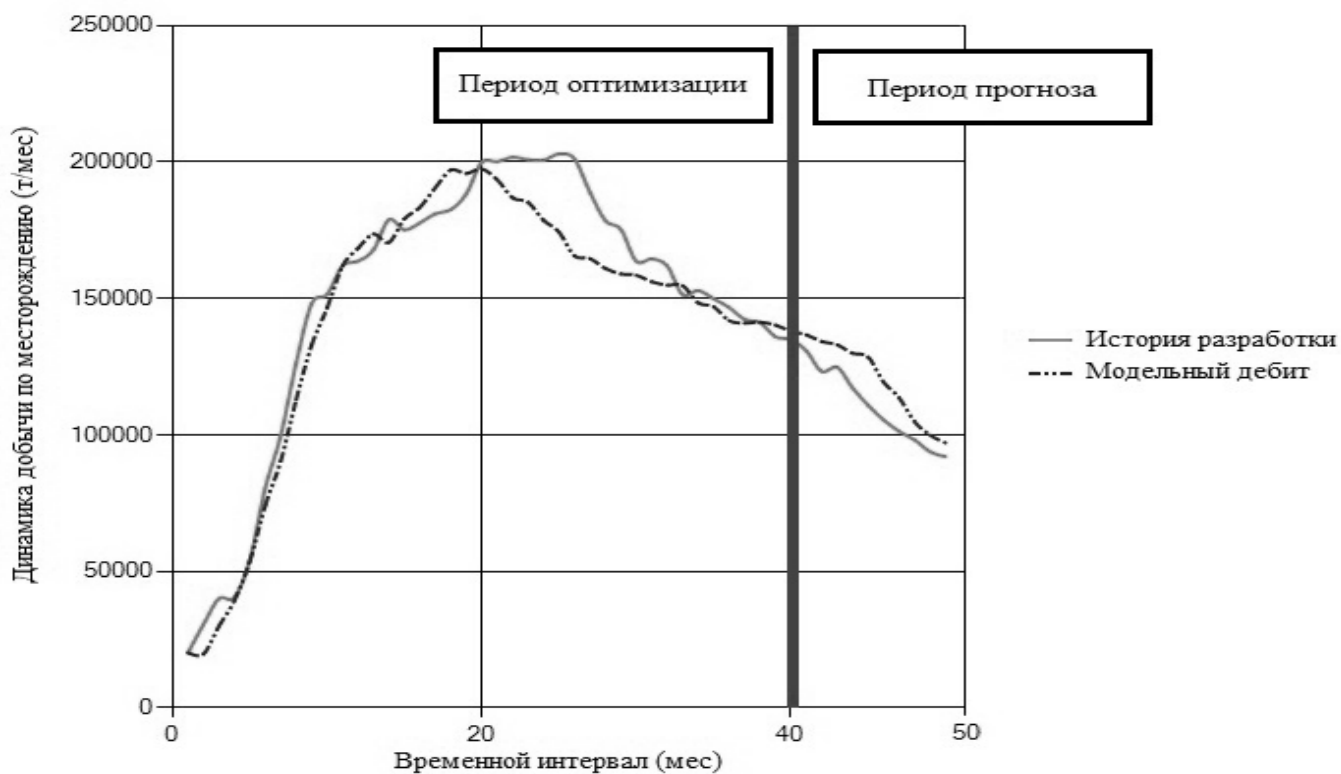
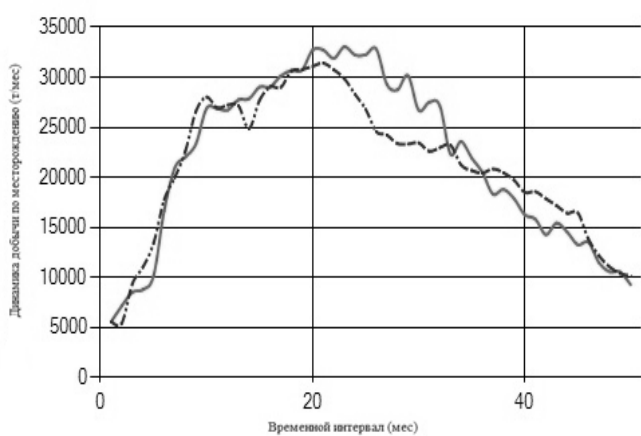
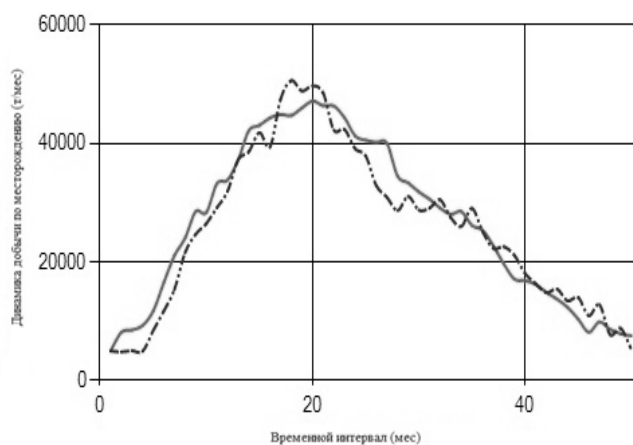


Рис. 2. Сравнение результатов оптимизации модели с данными по экспериментальному месторождению



а) скважина № 1



б) скважина № 4

Рис. 3. Сравнение результатов оптимизации модели с данными по отдельным скважинам

Результаты исследования и их обсуждение

В качестве примера для проверки адекватности поведения модели были использованы данные по эксплуатации экспериментального месторождения, состоящего из 12 скважин, среди которых 7 добывающих и 5 нагнетательных. По каждой скважине была история эксплуатации (рисунок 1), выраженная в скорости добычи и закачки жидкости (т/мес) на рассматриваемом интервале времени ($t = 50$).

Все расчеты производились в программе, разработанной авторами на языке программирования C#. По результатам решения оптимизационной задачи для экспериментального месторождения модельные дебиты приблизились к дебитам из истории с относительной погрешностью 11,1%. Временной интервал разработки был разделен на две части. 40 месяцев было выделено на настройку модели, поэтому период прогноза составил 10 оставшихся месяцев. На основе рассчитанных модельных параметров был определен дебит по скважинам на определенный период прогноза. На графиках

представлены результаты расчетов итерационного процесса для математической модели в целом по всему месторождению (рисунок 2), так и в отдельности по двум добывающим скважинам (рисунок 3).

Заключение

Относительная погрешность прогноза по двум представленным скважинами составила 10,7% и 11,6% соответственно. Погрешность в расчетах по остальным пяти добывающим скважинам находилась в диапазоне между 9,8% и 12,1%. Такие результаты расчетов показывают, что предложенный итерационный алгоритм может быть использован для подбора вектора параметров для математической модели, которая в свою очередь будет применяться для томографических вычислений путем моделирования депрессии в нагнетательных скважинах и регистрации отклика на эту депрессию в добывающих скважинах. В следующих работах будет необходимо внимательно исследовать динамику погрешности при различных временных интервалах разработки на основе, которых будут подбираться параметры модели с целью выбора оптимального временного окна для оптимизации модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щелкачев В.Н. Основы и приложения теории неустановившейся фильтрации: Ч. 1, 2. М.: Нефть и газ, 1995. 586 с.
2. Кобрунов А.И. Математическая модель томографии на давлениях при контроле за разработкой нефтяных месторождений // Известия Коми научного центра Уро РАН. 2012. Выпуск 4(12). С. 8286.
3. Кобрунов А.И. Теоретические основы гидродинамической томографии // Геофизический журнал. — 2015. Выпуск 2. — С. 2734
4. Краснов В.А., Иванов В.А., Хасанов М.М. Помехоустойчивый метод оценки связности пласта по данным эксплуатации месторождений // Российская техническая нефтегазовая конференция и выставка SPE по разведке и добыче (Москва, 16–18 октября 2012 года). — SPE. — 162053.
5. Jong S. Kim, Larry W. Lake, Thomas F. Edgar. Integrated Capacitance-Resistance Model for Characterizing Waterflooded Reservoirs // Proceedings of the 2012 IFAC Workshop on Automatic Control in Offshore Oil and Gas Production (May 31/June 1, 2012). Norwegian University of Science and Technology, Trondheim. 2012. P. 1924.
6. Кобрунов А.И., Кунцев В.Е., Мотрюк Е.Н. Технология оценки связности скважин на основе модели эксплуатации месторождения // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 6–3. — С. 452–456.
7. Кунцев В.Е., Кожевникова П.В., Дорогобед А.Н. Математическая модель гидродинамической томографии // Современные наукоемкие технологии. — 2021. — № 4. — С. 64–69.
8. Кобрунов А.И. Математические основы теории интерпретации геофизических данных: учебное пособие. — Ухта: УГТУ, 2007. — 286 с.: ил

© Кунцев Виталий Евгеньевич (vkuntsev@ugtu.net),

Кожевникова Полина Валерьевна (aira_dark@list.ru), Дорогобед Алена Николаевна (ahudozhilova@ugtu.net).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ РАБОТНИКА В ЦЕЛЯХ ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

APPLICATION OF METHODS FOR STUDYING A CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK FOR PEOPLE WITH LIMITED EMOTIONS FOR THE PURPOSE OF BEHAVIORAL INFORMATION SECURITY

**I. Mandritsa
V. Kopytov
A. Chernyshev
A. Makarov
D. Reznikov**

Summary. The behavior of an employee of an organization in the field of information security must comply with the adopted information security policy in it. A stable working «state» changes to a problematic «unstable» state, and with a high probability leads to information threats to the organization, in the form of information leaks, or irreversible information threats. The emotions of a person (employee) always have a digital «footprint» and are present on the face. This “trace” fills in the metadata for the mathematical model of the organization’s information security, where the excess of the calculated probability level determines the «access» of this employee to the organization’s business process. For recognition emotion, a neural network consisting of 152 layers is used, with an output layer of 7 neurons, one for each emotion. During the training, a dataset of 28,000 full-face images of people’s faces was used, expressing 7 emotions: anger, disgust, fear, happiness, sadness, surprise, calmness. The neural network is written in Python using the PyTorch library.

Keywords: neural network training, emotion recognition, behavioral information security.

Мандрица Игорь Владимирович

Доктор экономических наук, доцент
Северо-Кавказский федеральный университет
d_artman@mail.ru

Копытов Владимир Вячеславович

Доктор технических наук, профессор
Северо-Кавказский федеральный университет
v.kopytov@infocom-s.ru

Чернышев Александр Борисович

Доктор технических наук, доцент
Пятигорский институт (филиал) Северо-Кавказского федерального университета
achernyshev@ncfu.ru

Макаров Анатолий Михайлович

Доктор технических наук, профессор
Пятигорский государственный университет
mellin_22@mail.ru

Резников Дмитрий Константинович

Северо-Кавказский федеральный университет

Аннотация. Поведение работника организации в области информационной безопасности должно соответствовать принятой политике информационной безопасности в ней. Стабильное рабочее «состояние» меняется на проблемное «нестабильное» состояние, и с большой вероятностью ведет к информационным угрозам для организации, в виде утечек информации, или необратимых информационных угрозам. Эмоции человека (работника) всегда имеют цифровой «след», и присутствуют на лице. Этот «след» наполняет метаданные для математической модели информационной безопасности организации, где превышение уровня расчетной вероятности определяет «доступ» данного работника к бизнес-процессу организации. Для распознавания эмоций применяется нейронная сеть, состоящая из 152 слоев, с выходным слоем из 7 нейронов, по одному на каждую эмоцию. В ходе обучения применялся датасет из 28000 изображений лиц людей анфас, выражающих 7 эмоций: гнев, отвращение, страх, счастье, грусть, удивление, спокойствие. Нейронная сеть написана на языке Python, с использованием библиотеки PyTorch.

Ключевые слова: обучение нейронной сети, распознавание эмоций, поведенческая информационная безопасность.

Поведенческая информационная безопасность позволяет выявлять случаи непреднамеренного совершения ошибок работниками организации в обращении с информационными ресурсами фирмы [1]. Одной из причин информационной угрозы для организации является негативные действия сотрудника

фирмы как результат воздействия на него различных эмоциональных отклонений, вызванные реакцией на внешние факторы. Зная набор этих факторов и степень их воздействия, можно проводить предположительный анализ психоэмоционального состояния и как следствие возможного типа поведения информацион-

Сбор метаданных в автоматическом режиме (наполовину) с помощью известных API-request запросов - ежедневно

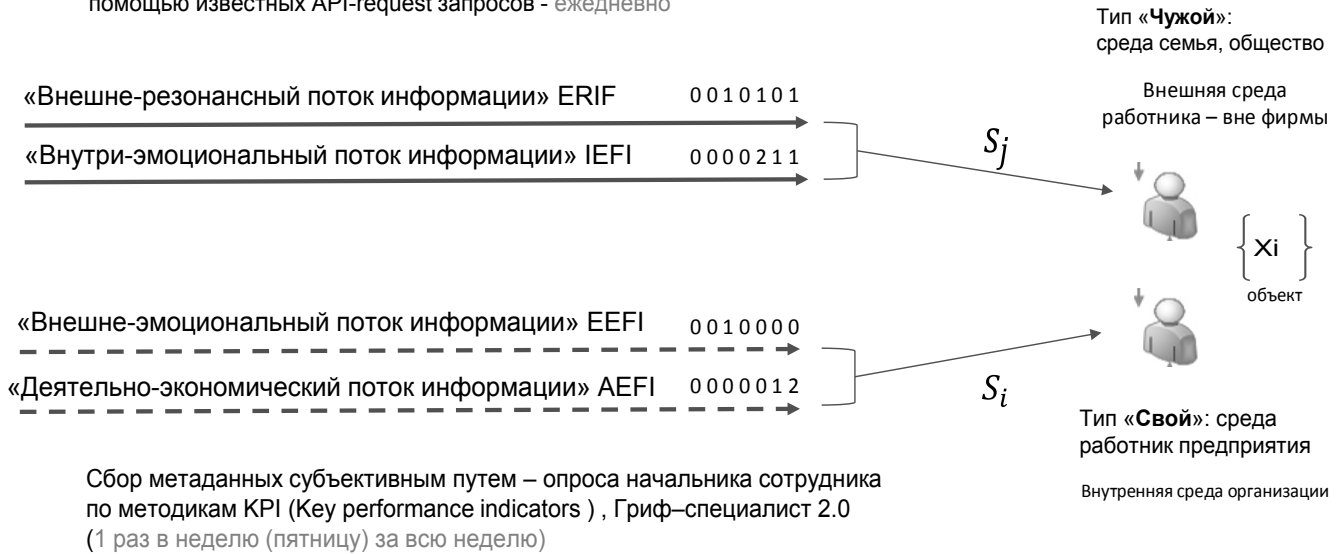


Рис. 1. Сбор метаданных о работнике организации из открытых и закрытых источников информационного пространства

ной безопасности работника в обращении с информацией организации, для этого и составляется следующая математическая модель внутреннего нарушителя, отражающая спектр негативных эмоциональных состояний человека и расчет вероятности что «субъект-работник» станет утечкой (инсайдером) (рисунок 1).

Метаданные раскрывают сведения о признаках и свойствах, характеризующих какие-либо сущности, позволяющие автоматически искать и управлять ими в больших информационных потоках. Для целей поставленной задачи — контроля психоэмоционального состояния работника в виде эмоций на его лице в компиляции с подтвержденными фактами его внешней среды проживания и внутри организации создание и накопление метаданных о работнике может проходить как в ручном, так и в автоматическом режиме. Из разного рода источников как открытых, так и «сливов» информации из закрытых источников (баз данных должников, баз данных о правонарушениях на дорогах и т.п.) формируются потоки данных о человеке, его материальном обеспечении, возможных проблемах с законом. Метаданные для математической модели по нижеперечисленным факторам (таблица 1) берутся из открытых источников с помощью API request запросов и затем они компилируются с обработкой видеопотока эмоций данного работника внутри организации (фирмы) [2].

Одно подтвержденное событие из внешней среды возвращает значение 0 в 1 (таблица 1), что важно для расчета вероятности, значит — есть факт некой доли

(веса) информационно-психологического воздействия данного потока информации на X_i — работника до последующего подтверждения факта.

После всех этапов модели, в конце алгоритма необходимо будет рассчитать вероятностные состояния «Свой» — S_i или «Чужой» — S_j от количества инцидентов $Q(X_i)$ воздействующих на него «извне», как показано на рисунке 1 – декомпозиция этапов модели в виде алгоритма расчета вероятности состояния работника «Чужой».

Соответственно на данном рисунке отражена гипотеза расчета полной вероятности ρ_j от наблюдаемого воздействия инцидентов на состояние $S_j(X_i)_{ext}$ работника X_i — «Чужой» по обобщенной формуле Байеса [6, 7]

$$P\left(\frac{D_{X_i}}{K^{S_j}}\right) = P(D_{X_i}) * P\left(\frac{K^{S_j}}{D_{X_i}}\right) / P(K^{S_j}) \tag{1}$$

где $P\left(\frac{D_{X_i}}{K^{S_j}}\right)$ —

полученная полная вероятность по состоянию S_j — «Чужой»; $P(D_{X_i})$ — предварительная предельная вероятность (гипотеза порога) неудовлетворенности работника X_i .

Для целей задачи информационной безопасности организации для контроля психоэмоционального состояния авторы предлагается использование нейро-сетевых технологий распознавания эмоций работника

Таблица 1. Метаданные из «внешней среды жизни» работника с помощью API request запросов для последующего расчета вероятности резонансного психоэмоционального состояния работника [3]

№ пп	Для каждого Xi работника из состава персонала имеющих доступ к коммерческой информации	Одна неделя жизни работника Xi (частота наблюдений 2 раза в день)						
	ВРЕМЯ СБОРА ДАННЫХ	Понед.	Втор.	Среда	Четв.	Пятн.	Субб.	Воскр.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ИТОГ Машинный сбор информации API-запросы — ежедневные= [СУММ(ERIF)+СУММ(IEFI)] (стр.2+стр.10)	0	1	0	0	0	3	1
2	Внешне-резонансный поток информации СУММ(ERIF) (стр.3: стр.9)	0	0	0	0	0	1	1
3	Чужие штрафы	0	0	0	0	0	0	0
4	Чужие долги	0	0	0	0	0	0	0
5	Чужие кредиты	0	0	0	0	0	0	0
6	Чужие болезни	0	0	0	0	0	1	1
7	Чужие угрозы	0	0	0	0	0	0	0
8	Чужие аварии и ущербы	0	0	0	0	0	0	0
9	Чужие проблемы от связей	0	0	0	0	0	0	0
10	Внутри-эмоциональный поток информации СУММ(IEFI) (стр.11: стр.17)	0	1	0	0	0	2	0
11	Свои штрафы	0	0	0	0	0	0	0
12	Свои долги	0	0	0	0	0	0	0
13	Свои кредиты	0	0	0	0	0	0	0
14	Свои болезни	0	0	0	0	0	0	0
15	Свои ссоры в семье	0	1	0	0	0	1	0
16	Свои аварии и ущербы	0	0	0	0	0	0	0
17	Свои депрессии	0	0	0	0	0	1	0
1	ИТОГ Ручной сбор информации ЭКСПЕРТНЫ-Е-запросы — раз неделю= [СУММ(ERIF)+СУММ(EEFI)] (стр.2+стр.10)	0	3	2	0	3	0	0
2	Внешне-эмоциональный поток информации СУММ(EEFI) (стр.3: стр.8)	0	2	1	0	2	0	0
3	Факты конфликтов с коллегами	0	1	1	0	0	0	0
4	Факты ссор и агрессии	0	0	0	0	0	0	0
5	Факты выгорания и слабой мотивации	0	0	0	0	1	0	0
6	Факты ругательств в адрес руководства	0	1	0	0	0	0	0
7	Факты избыточного любопытства, занудства	0	0	0	0	0	0	0
8	факты эмпатии и ненависти	0	0	0	0	1	0	0
9	Внутри-эмоциональный поток информации СУММ(AEFI) (стр.10: стр.14)	0	1	1	0	1	0	0
10	Факты прогулов и лености	0	0	0	0	0	0	0
11	Факты снижения качества работы	0	0	1	0	1	0	0
12	Факты халатности и ошибок и вранья	0	0	0	0	0	0	0
13	Факты снижения производительности труда	0	0	0	0	0	0	0
14	Факты хищений и ущербов	0	1	0	0	0	0	0

TOP 5 CRIME TYPE COMPARISON⁴

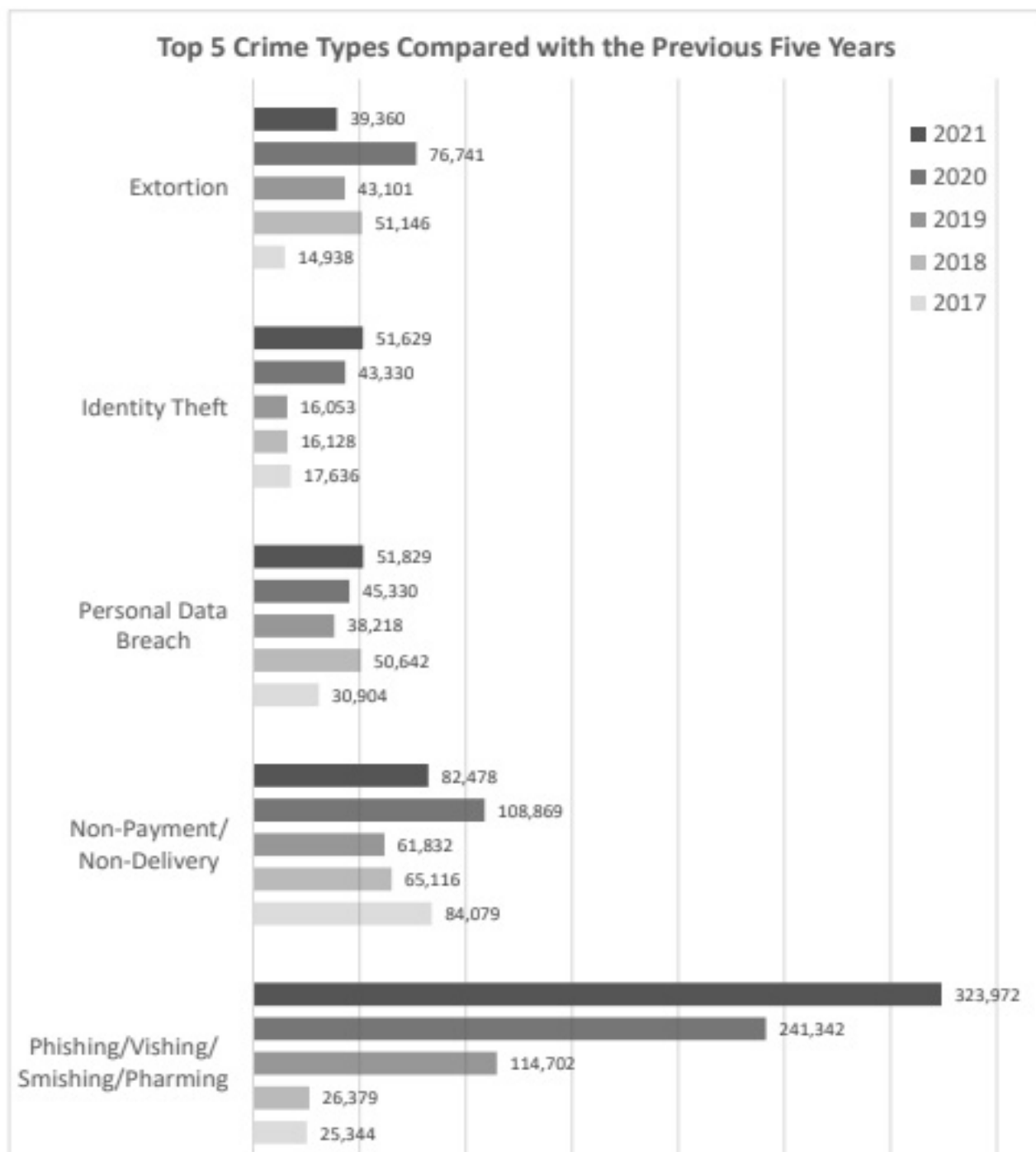


Рис. 2. Число самых распространенных киберпреступлений в динамике за 5 лет [9]

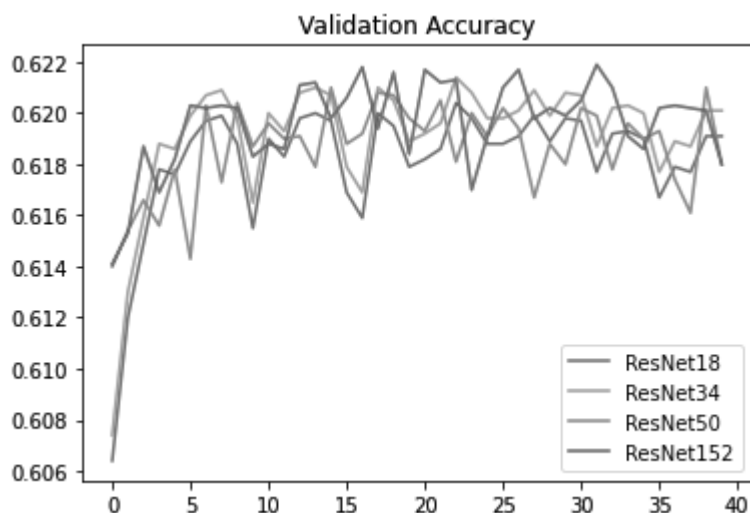


Рис. 3. Точность моделей на валидации в ходе тренировки нейросети по эпохам

внутри организации. Для чего можно использовать данные СКУД организации и ее системы внутреннего видеонаблюдения, свидетельствующие о перемещениях человека внутри объекта, его эмоциях на различных стадиях бизнес-процесса фирмы.

Сбор и анализ метаданных проходит в режиме реального времени. Используя API запросы с различных веб-сервисов, геолокации, видеопотока с камер видеонаблюдения, будет осуществляться в автоматическом режиме. Данные поступают на вход различных алгоритмов машинного обучения, которое определяет принадлежность и вес данных, исходя из присвоенной им важности, метаданным присваивается численный эквивалент, в последствии используемый в вычислении контрольной суммы вероятностей.

С вероятностью 1 не могут совпасть два не идентичных кадра (поток разбивается на отдельные кадры, для распознавания выбираются кадры с определенной периодичностью, для снижения нагрузки), поэтому экспертным путем определяется допустимое значение совпадения. Так же существует возможность совместно с «отпечатком» и временем его обнаружения сохранять ряд кадров не опознанных лиц, для того, чтоб в будущем, при увеличении качественных показателей работы алгоритма по распознаванию, сохранялась возможность повторного распознавания лица (или при переходе на новый алгоритм).

В результате в базу данных о каждом работнике вносятся появления на камере определенного работника и время появления, так же можно отслеживать перемещения этого работника по территории предприятия, тем самым отслеживая возможность длительного на-

хождения в отделах, в которых у работника нет задач к выполнению.

Распознавание эмоционально-психологического состояния в перспективе может применяться в различных сферах жизни человека, в медицине, отрасли услуг, маркетинге и рекламе, а в рамках информационной безопасности организации при получении допусков ее персонала к ответственным этапам бизнес-процесса или функциональным обязанностям в бюджетной организации, при допуске к коммерческой или государственной тайне. На сегодня вообще распознавание эмоций как информационная задача уже достаточно разработано на программном уровне, и известны Пермская программа IT-компании New Vizion [4], программа которой называется «Гибридная нейро-экспертная система экспресс-диагностики характера и эмоционального состояния человека в видеопотоке». Ее принято считать особой видео-аналитикой, в которой не просто происходит распознавание человека в видеопотоке и идентификация личности, а происходит распознавание его психоэмоционального состояния. Если отдел безопасности в отчетах видеоналитики видит, что каждый день в течение недели у сотрудника систематически наблюдается результирующая эмоция «агрессия», или «депрессия», то аналитик понимает, что работник находится в некой группе информационного риска.

Рассматривая ежегодную статистику совершенных киберпреступлений (рисунок 2), можно увидеть, что большую часть из них составляет, так называемый «фишинг». Внешние информационные атаки проводятся персонально на работников фирм (организаций), имеющих доступ к ценной информации (коммерческой,

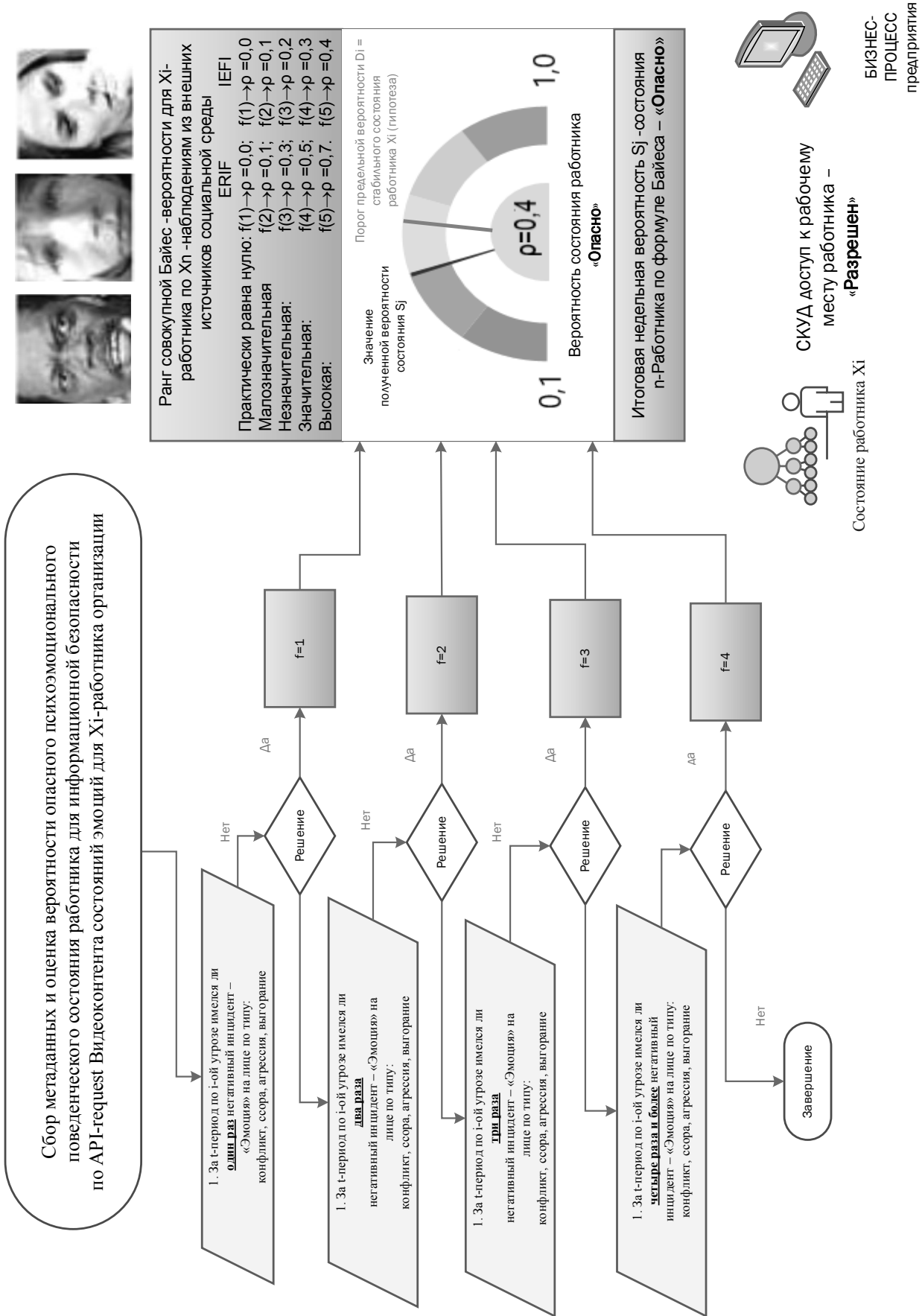


Рис. 4. Алгоритм определения доступа работника к бизнес-процессу фирмы через эмоцию как подтверждения воздействия на него психоэмоциональных факторов внешней среды

торговой, бизнес-информации или государственной тайне).

Осуществляться они могут по средствам спам-рассылки писем с несуществующими ссылками, мошенничество с использованием известных брендов, ложные антивирусы и программы обеспечения безопасности, телефонный фишинг. Такие атаки не требуют серьезных технических знаний уязвимостей различных информационных частей, а только базовые знания работы компьютерных сетей и веб-сервисов. Именно число фишинговых атак растет наибольшими темпами: от 25 тыс. в 2017 году возросло до 323 тыс. в 2021, то есть более чем в 13 раз.

Сотрудник коммерческой фирмы, имеющий средний доступ к информации фирмы, как правило неограничен на просмотр, копирование, перемещение и изменение данных, находящихся в 10 миллионах файлов, в это же время около 1000 конфиденциальных файлов открыты для доступа любого сотрудника фирмы. Такие выводы содержатся в отчете составленном Varonis [4]. Отчет содержит сведения и о использовании паролей с истекшими сроками действия, обнаруженные в 59% организаций, подвергшихся анализу.

Распознавание эмоций для информационной безопасности является только лишь частью комплексной задачи по обеспечению внутренней службой безопасности, так называемой превентивной мерой и вытекает из работ [3, 4], как совокупный механизм обнаружения внутреннего потенциального злоумышленника организации посредством математической модели обработки 23 факторов в виде ежедневного потока метаданных собираемых о каждом работнике организации. Распознавание эмоций по средствам нейронной сети в данной работе полагается на мимические проявления эмоций. Стоит отметить, что в силу физиологических особенностей человеческих организмов, не все эмоции поддаются однозначному распознаванию, при этом одинаковые эмоции могут проявляться у разных людей в разной степени искажения лица.

Распознавание состоит из пропускания через нейронную сеть изображения лица, с вынесением результата в виде вероятности. Эмоция определяется наибольшим значением вероятности. Предварительно датасет был подготовлен для обучения: изображения приведены в черно-белый формат, размер изображения приведен к 224*224 пикселей. В эксперименте на примере лиц известных личностей для распознавания эмоций была выбрана сверточная нейронная сеть архитектуры ResNet, с выходным слоем, состоящим из 7 нейронов, для каждой эмоции, с функцией потерь — перекрестной энтропией и алгоритмом оптимизации Адама [5, 13, 14].

В ходе экспериментальных тренировок на батчах различного размера, наилучшие результаты сетями из 18 и 34 слоев, были установлены на батчах, состоящих из 18 изображений [16]. Для сети из 50 слоев технически отсутствовала возможность использовать батч размером 18 изображений, поэтому число было снижено до 12, идентично для сети из 152 слоев, батч состоял из 9 изображений. Размер батча не стал фактором, снизившим точность классификации сети 50 и 152 слоев. Разница в точности после 10 эпох обучения между ResNet150 и ResNet34 составляла 5–7%, между ResNet150 и ResNet152–4–7%. Сети ResNet18 и ResNet34 показывали соизмеримую точность ± 0.02 . Точность классификации сетью ResNet150 составляла 0.45. Для дальнейшего обучения была выбрана сеть с 150 слоями, т.к. показала наибольшую точность классификации. Тренировочный датасет был разбит на 4 равных части, после чего тренировка проходила по 10 эпох на каждой части последовательно. В случае начала перетренировки модель сбрасывалась до более оптимального состояния, со сменой на новую часть датасета, в результате точность после тренировки составила 0.51. С целью повышения точности, изображения пришлось предобработать снова: обрезан фон, частично волосы головы, в автоматическом режиме, с помощью встроенной функции библиотеки Matplotlib. Датасет был разбит на равные части.

Для тренировки на полученном датасете была взята не обученная сеть ResNet150, обучение было как описано выше. В добавок скорость обучения занижена с $1e-3$ до $1e-4$. В результате после тренировки на всем датасете прирост точности 10–15%, т.е. результирующая точность составила 0.62 (точность на тестовом датасете), что отражено на рисунке 3 [15, 17].

В результате сбора, анализа полученных метаданных с помощью математической модели (1) и компиляции совокупных вероятностей психоэмоционального состояния от двух потоков метаданных система информационной безопасности организации в полуавтоматическом режиме будет определять доступ каждого работника к бизнес-процессу организации через совокупную вероятность «поведенческой» информационной безопасности работника будет определять математически уровень доступа работника по типу «Разрешен» или «В доступе отказано», как показано на рисунке 4.

В результате компилируя двумя вероятностями, но в рамках совокупной вероятности по Байесу равной 1, система доступа работника к бизнес-процессу (к рабочему месту) станет триггером — регулятором доступа и соответственно повысит информационную безопасность организации от возможных угроз и ущербов от работника.

ЛИТЕРАТУРА

1. (Merrill Warkentin & Robert Willison (2009) Behavioral and policy issues in information systems security: the insider threat, *European Journal of Information Systems*, 18:2, 101–105, DOI: 10.1057/ejis.2009.12),
2. Стратегическое управление развитием информационной безопасности социально-экономических систем на основе умных технологий: Монография / Л.М. Борщ, С.В. Герасимова, А.Р. Жарова [и др.]. — Симферополь: Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2022. — 392 с. — ISBN978–5–6047624–5–5. — EDN ZPEZJF.
3. Концепция динамической модели обнаружения внутреннего нарушителя (инсайдера) коммерческой организации / И.В. Мандрица, А.П. Жук, В.И. Петренко [и др.] // Проблемы информационной безопасности социально-экономических систем: VIII Всероссийская с международным участием научно-практическая конференция, Симферополь — Гурзуф, 17–19 февраля 2022 года. — Симферополь: Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2022. — С. 19–23. — EDN ZEBZYU.
4. Звонарев, С.В. «Основы математического моделирования: учебное пособие / С.В. Звонарев. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. — 112 с. — режим доступа https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/68494/1/978–5–7996–2576–4_2019.pdf
5. Мартынов Е.А. Возможность выявления инсайдера статистическими методами // Системы и средства информатики. — 2017. — Т. 27, № 2. — С. 41–47;
6. Системно-динамическое моделирование информационных воздействий на социум / В.А. Минаев [и др.] // Вопросы радиоэлектроники. 2017. № 11. С. 35–43.
7. Медведев В.И., Ларина Е.А. Борьба с внутренними угрозами. Выявляем инсайдера — «Актуальная бухгалтерия», февраль 2014 — режим доступа <https://kvftroubleshooterblogger.wordpress.com/борьба-с-внутренними-угрозами-выявля/>
8. Щеглов А.Ю., Щеглов К.А. Математические модели и методы формального проектирования систем защиты информационных систем. Учебное пособие. — СПб: Университет ИТМО, 2015. — 93 с.
9. Строгалев В.П., Толкачева И.О. Имитационное моделирование. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008;
10. Deep Residual Learning for Image Recognition [Electronic resource]. — <https://arxiv.org/pdf/1512.03385.pdf>
11. Neural Networks and Deep Learning [Electronic resource]. — <http://neuralnetworksanddeeplearning.com/>
12. FER-2013 dataset with 7 emotion types [Electronic resource]. — <https://www.kaggle.com/datasets/ananthu017/emotion-detection-fer>
13. Вероятностно-статистические методы принятия решений: Теория, примеры, задачи: учебное пособие / А.П. Науменко, И.С. Кудрявцева, А.И. Одинец; Минобрнауки России, ОмГТУ. — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2018, ISBN978–5
14. Ивановский, Л.И. Использование глубокого обучения и сверточных нейронных сетей для анализа выражения лица / Л.И. Ивановский, О.А. Степанова, В.В. Хрящев // DSPA: Вопросы применения цифровой обработки сигналов. — 2018. — Т. 8. — № 4. — С. 170–173. — EDN YPVPVZ.
15. Estimation of Light Commercial Vehicles Dynamics by Results of Road Tests and Simulation / A.V. Tumasov, A.M. Groshev, R.A. Musarsky [et al.] // *Journal of Communication and Computer*. — 2014. — Vol. 11. — No 5. — P. 412–422. — DOI 10.17265/1548–7709/2014.05002. — EDN QCRJWD.
16. Ахметшин, Р.И. Распознавание эмоций человека на изображениях / Р.И. Ахметшин, А.П. Кирпичников, М.П. Шлеймович // Вестник Технологического университета. — 2015. — Т. 18. — № 11. — С. 160–163. — EDN UBLMEV.
17. Кирпичников, А.П. Автоматизированная система моделирования параметров быстропротекающих процессов / А.П. Кирпичников, С.А. Ляшева, О.Т. Шипина // Вестник Казанского технологического университета. — 2014. — Т. 17. — № 13. — С. 349–351. — EDN SNWZCJ.

© Мандрица Игорь Владимирович (d_artman@mail.ru), Копытов Владимир Вячеславович (v.kopytov@infocom-s.ru),
Чернышев Александр Борисович (achernyshev@ncfu.ru), Макаров Анатолий Михайлович (mellin_22@mail.ru),
Резников Дмитрий Константинович (mellin_22@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНСУЛЬТА И ЕЁ РЕАЛИЗАЦИЯ НА БАЗЕ ГИБРИДНОГО НЕЙРОСЕТЕВОГО АЛГОРИТМА РЕКУРРЕНТНОГО ТИПА

MATHEMATICAL MODEL OF AN INTELLIGENT STROKE PREDICTION SYSTEM AND ITS IMPLEMENTATION BASED ON A HYBRID NEURAL NETWORK ALGORITHM OF RECURRENT TYPE

V. Maslennikov

Summary. The task of binary classification based on the use of a connected complex of recurrent neural networks with a modified architecture of LSTM (Long Short-Term Memory) and GRU (Gated Recurrent Units) is considered in order to predict the possibility of a stroke in the human brain. The aim of the work is to obtain mathematical algorithms that determine the principles of functioning of neural network modules to search for patterns in data containing information about patients who have been diagnosed for stroke, as well as the software implementation of neural network modules as a single intelligent system. Obtaining mathematical algorithms is carried out on the basis of a conceptual analysis of experimental studies on the development of binary classifiers using recurrent algorithms for intelligent prediction, and individual structural and parametric aspects of artificial neural networks of a recurrent type. The software implementation is performed using the TensorFlow machine learning library. Mathematical algorithms of neural network modules are obtained in the form of systems of equations that model the concept of internal short-term memory to find the correlation in data between the values of quantitative and categorical variables. The results of the software implementation of an intelligent system using training, validation and test samples, formed on the basis of a set from a machine learning data repository, are presented.

Keywords: artificial intelligence, mathematical modeling, deep learning, recurrent neural networks, stroke prediction, binary classifier.

Масленников Владимир Владимирович

Институт информационных технологий
Российский технологический университет МИРЭА
Москва
vldmsn@yahoo.com

Аннотация. Рассматривается задача бинарной классификации на основе применения связанного комплекса рекуррентных нейронных сетей с модифицированной архитектурой LSTM (Long Short-Term Memory) и GRU (Gated Recurrent Units) с целью прогнозирования возможности возникновения инсульта в головном мозге человека. Целью работы является получение математических алгоритмов, определяющих принципы функционирования нейросетевых модулей для поиска закономерностей в данных, содержащих информацию о пациентах, у которых проводилась диагностика на наличие инсульта, а также программная реализация нейросетевых модулей в виде единой интеллектуальной системы. Получение математических алгоритмов осуществляется на основе концептуального анализа экспериментальных исследований по разработке бинарных классификаторов с применением рекуррентных алгоритмов интеллектуального прогнозирования, и отдельных структурно-параметрических аспектов искусственных нейронных сетей рекуррентного типа. Программная реализация выполняется при помощи библиотеки машинного обучения TensorFlow. Получены математические алгоритмы нейросетевых модулей в виде систем уравнений, моделирующих концепцию внутренней краткосрочной памяти, для нахождения корреляционной зависимости в данных между значениями количественных и категориальных переменных. Приведены результаты программной реализации интеллектуальной системы с использованием обучающей, валидационной и тестовой выборок, сформированных на основе набора из репозитория данных машинного обучения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, математическое моделирование, глубокое обучение, рекуррентные нейронные сети, прогнозирование инсульта, бинарный классификатор.

Введение

С начала 90-х годов и по настоящее время продолжается новая эпоха искусственного интеллекта, характеризующаяся отклонением от идеи реализации мышления человека за счёт применения технических методов и сосредоточением на самостоятельных направлениях, например, как искусственные нейронные сети, компьютерное зрение, распознавание

и синтез речи, обработка естественного языка. Также термин «искусственный интеллект» заменяется на более конкретные: интеллектуальные системы, машинное обучение, глубокий анализ данных, генетические алгоритмы, конечные автоматы и другие понятия [1]. Стремительное развитие машинного обучения, увеличение массивов данных разного типа и появление технологий, предоставляющих возможность обеспечивать хранение, доступность и обработку этих данных, спо-

способствовали возникновению нового специализированного направления, которое ориентировано на создание и использование интеллектуальных систем в сфере здравоохранения [2, 3]. На текущий момент одним из немаловажных вопросов является разработка системы для решения задачи прогнозирования инсульта.

Инсульт, как острое нарушение кровоснабжения головного мозга, представляет собой одно из самых распространённых и опасных заболеваний. По статистике в мире ежегодно регистрируется около 15 миллионов подобных случаев, из которых более 5 миллионов заканчиваются смертельным исходом, а остальные — инвалидностью различной степени тяжести [4, 5], в том числе с патологией речи, когнитивными нарушениями, психическими расстройствами или проявлением тетраплегии [6]. При этом восстановительным лечением не всегда удаётся достигнуть ожидаемых положительных результатов ввиду того, что в процессе реабилитации важную роль играют не только назначенный курс терапии в зависимости от степени поражения головного мозга, но и возраст самого пациента, поскольку это один из основных критериев, влияющих на возможность регенерации организма. По этим причинам встаёт острая необходимость в узкоспециализированном медицинском программном средстве раннего предупреждения о риске возникновения инсульта.

С точки зрения машинного обучения, прогнозирование любого заболевания — это задача бинарной или мультиклассовой классификации, то есть задача отнесения каждого объекта набора данных (в частности, пациента) к одной из заданных категорий на основе значений его признаков (в частности, показателей состояния здоровья). В настоящем исследовании используется подход бинарной классификации с выходным результатом в виде двух взаимоисключающих классов, определяющих либо наличие склонности к инсульту, либо её отсутствие.

Для установления класса объекта существует множество готовых алгоритмов и методов, например: метод опорных векторов, дерево решений и случайный лес, наивный байесовский метод, метод k -ближайших соседей и другие [7–9]. Однако стандартные алгоритмы и методы не всегда эффективны вследствие получения неточного прогноза, что обуславливается существованием характерных для каждого алгоритма недостатков. В частности, при использовании наивного байесовского метода не учитывается статистическая зависимость случайных величин, фигурирующих в выражении для апостериорной вероятности принадлежности объекта к классу, метка которого зафиксирована в целевом признаке. Чтобы решить эту проблему, требуется проведение дополнительных преобразований векторов

признаков в вид, позволяющий снизить влияние их зависимости на точность получаемых результатов.

Для нивелирования влияния недостатков перечисленных алгоритмов и методов на количество ложноположительных и ложноотрицательных прогнозов, в данной работе предлагается комбинированный нейросетевой алгоритм, основанный на объединении долгой краткосрочной памяти и стробируемых рекуррентных единиц, а также на добавлении отдельного модуля полносвязной рекуррентной нейронной сети.

Таким образом, взаимодействие с искусственными нейронными сетями рекуррентного типа позволит не только значительно снизить склонность к переобучению, уменьшить число ошибок в классификационных решениях, чувствительность к выбросам и пропускам в данных, но и повысить при этом процент прогностической значимости результатов предсказаний, то есть увеличить процент предсказаний с истинно положительным или истинно отрицательным результатами.

1. Теоретическая часть

1.1. Теоретические аспекты разведочного анализа данных

Разведочный анализ — это процесс предварительного изучения данных, основная задача которого заключается в определении свойств и выявлении общих закономерностей анализируемой информации. Такое исследование помогает выполнять углублённый анализ данных, выдвигать гипотезы, уточнять возможности применения каких-либо математических методов и моделей.

К фундаментальным методам проведения разведочного анализа относятся: корреляционный анализ с целью поиска коэффициентов, превышающих по величине некоторые пороговые значения, анализ распределений переменных, визуализация количественных данных и другие.

Любой набор данных возможно представить в качестве табличной структуры — датафрейма, столбцы которого являются количественными (численными) или категориальными признаками.

Если говорить о количественных признаках, стоит отметить, что в данных этого вида могут содержаться выбросы — значения, которые сильно отличаются от большинства в наборе, то есть выходят за рамки общей тенденции, присутствующей в данных. Идентификация такого рода артефактов критически необходима, так как они не только влияют на общую стандартную ва-

риацию и распределение данных, но и, например, указывают на наличие ранее неизвестного явления, искажают статистические показатели ввиду существенной чувствительности описательной статистики к выбросам, а также мешают обучению алгоритма и, как следствие, вызывают смещение в оценке точности модели [10]. По этим причинам обработка выбросов позволяет предотвратить ошибки при предварительном анализе информации и повысить точность результатов исследования.

Для оценки степени линейной связи количественных признаков наиболее часто применяется метод параметрической корреляции Пирсона. Такой подход позволяет проводить глубокий анализ и использовать полученные результаты при проверке гипотез. Согласно работе [11], для заданных выборок $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ и $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ из генеральной совокупности некоторой предметной области коэффициент корреляции Пирсона вычисляется как:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{cov(x, y)}{\sigma_x \sigma_y},$$

$$r_{xy} \in [-1, 1], \quad (1)$$

где \bar{x}, \bar{y} — выборочные средние;
 σ_x, σ_y — стандартные отклонения для x и y .

При этом выборки x, y считаются линейно зависимыми, если $|r_{xy}| = 1$, и линейно независимыми в случае $|r_{xy}| = 0$.

Чем ближе значение коэффициента корреляции Пирсона по модулю к единице, тем качественнее и достовернее линейная модель. Однако в действительности феномен полной взаимосвязи двух признаков практически невозможен. Наоборот, в большинстве случаев значение коэффициента корреляции Пирсона может быть как значительно меньше единицы, так и приблизительно равно нулю. Последнее прослеживается в контексте слабой ассоциации, что в соответствии с [12] указывает на регрессию к среднему.

Оценить взаимозависимость категориальных признаков можно, применив критерий согласия Пирсона [13]. Данный непараметрический метод позволяет установить статистическую значимость различий между относительными характеристиками двух признаков. Критерий представляется формулой:

$$\chi_c^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}, \quad (2)$$

где O_i — реальное значение признака;
 E_i — ожидаемое значение признака.

Также немаловажным этапом разведочного анализа является определение взаимосвязи бинарных категориальных и количественных признаков. В тех случаях, когда одно значение признака измеряется в номинальной дихотомической шкале, а другое в шкале интервалов и отношений, используется точечно-бисериальный коэффициент корреляции [14]. Поскольку в данном виде корреляции дихотомия отражает подлинную природу дискретного признака, знак её коэффициента определяется произвольно и лежит в диапазоне от -1 до $+1$. Точечно-бисериальная корреляция вычисляется как:

$$r_{pbis} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_0}{\sigma_x} \sqrt{\frac{n_1 n_0}{n(n-1)}}, \quad r_{pbis} \in [-1, 1], \quad (3)$$

где \bar{x}_1 — среднее значение признаков, у которых номинальный признак у равен 1;

\bar{x}_0 — среднее значение признаков, у которых номинальный признак у равен 0;

σ_x — стандартное отклонение всех значений по x ;

n_1 — количество признаков, у которых номинальный признак у равен 1;

n_0 — количество признаков, у которых номинальный признак у равен 0;

n — объём выборки.

1.2. Теоретическое описание модели интеллектуальной системы автоматического прогнозирования инсульта

Рассматриваемая далее математическая архитектура системы автоматического прогнозирования инсульта опирается на специфику построения и параметризации искусственных нейронных сетей рекуррентного типа [15–17]. Рекуррентные нейронные сети RNN (Recurrent Neural Networks) являются классом сетей с внутренней памятью, где связи между элементами образуют направленную последовательность. RNN основываются на концепции реализации краткосрочной памяти в нейронных сетях, когда на вход нейрона вместе с информацией о текущем состоянии системы подаётся информация о предыдущем состоянии этого нейрона. Данное решение исходит из предположения о том, что значение на выходе нейрона учитывает влияние всех факторов, включая предыдущее состояние нейрона, и на следующем шаге передаётся с накопленными «знаниями» в будущее состояние нейрона. При этом срок действия такой памяти и её влияние на текущее состояние нейрона зависит строго от ве-

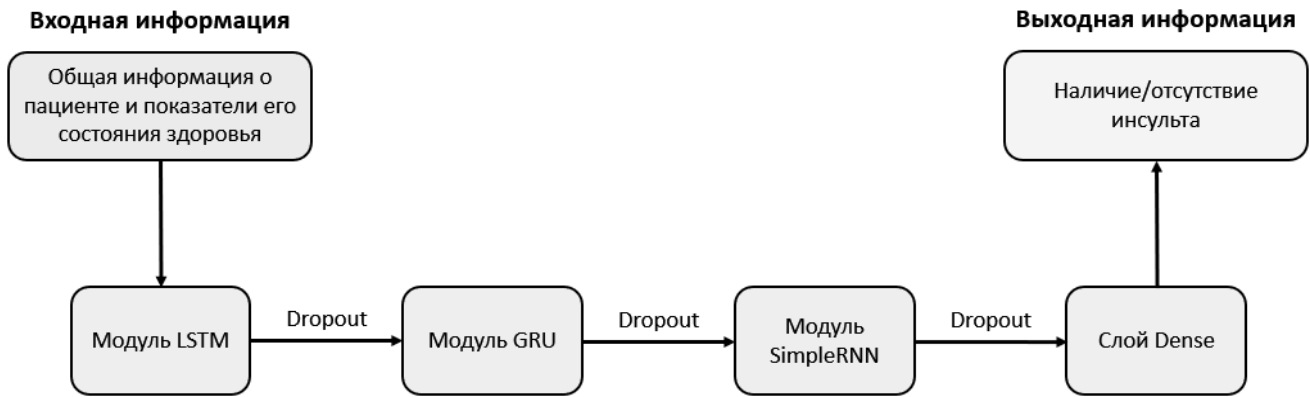


Рис. 1. Структурная схема интеллектуальной системы автоматического прогнозирования инсульта

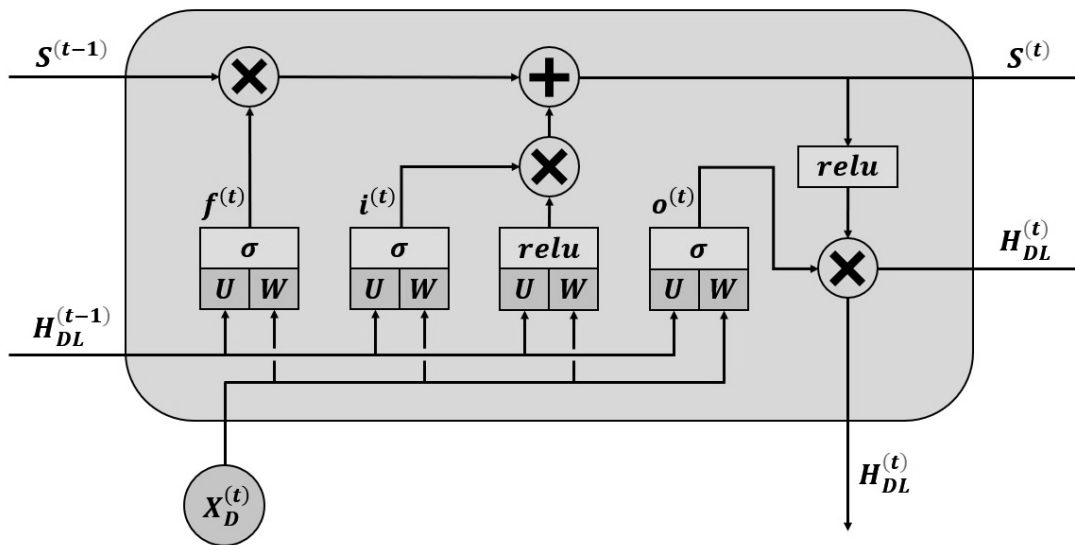


Рис. 2. Структурная схема модуля LSTM-сети с вентилями забывания

совых коэффициентов. В работе [15] отмечается, что подобный подход обладает негативной особенностью в виде проблемы исчезающего (взрывного) градиента, при которой сохранение памяти осуществляется лишь на коротком временном отрезке и, как следствие, происходит быстрая потеря информации — цикличность умножения сигнала на значение коэффициента меньше 1 и применение функции активации нейрона приводит к постепенному затуханию сигнала с ростом количества этих циклов.

Для моделирования интеллектуальной системы предлагается использование гибридной конфигурации нейронной сети, состоящей из последовательно расположенных модулей долгой краткосрочной памяти LSTM (Long Short-Term Memory), стробируемых рекур-

рентных единиц GRU (Gated Recurrent Units), простой полносвязной сети SimpleRNN и выходного полносвязного слоя Dense (рисунок 1). Кроме того, дополнительно применяется метод Dropout, реализующий регуляризацию нейронных сетей.

Традиционная LSTM-сеть с вентилями забывания является нейронной сетью с тремя входными и выходными каналами [18], два из которых предназначены для обмена данными в формате «вход-выход», а остальные замкнуты попарно для циклического обмена данными (рисунок 2). Внутри модуля LSTM содержится два потока информации, связанные между собой четырьмя полносвязными нейронными сетями. Каждый нейронный слой обладает одинаковым количеством нейронов, равным размеру выходного потока и потока памяти.

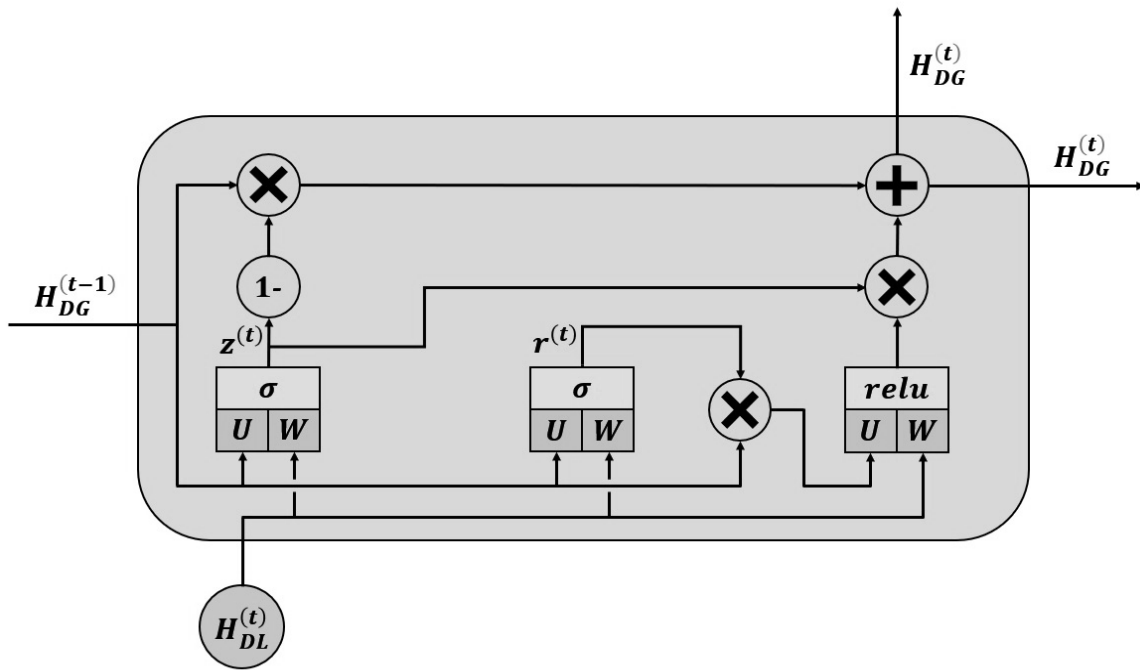


Рис. 3. Структурная схема модуля GRU-сети

На вход LSTM-сети подаётся набор векторов $(X_n^{(1)}, X_n^{(2)}, \dots, X_n^{(n)})$ при $X_D^{(n)} = (x_1, x_2, \dots, x_m)$, где x_i ($i = 1, m$) — признак набора данных. Тогда формальное описание модуля с обнулением компонент внутреннего состояния $S^{(t-1)}$ можно задать следующей совокупностью уравнений:

$$Net_{LSTM} = \begin{cases} f^{(t)} = \sigma(W^{(f)} X_D^{(t)} + U^{(f)} H_{DL}^{(t-1)} + b_f) \\ i^{(t)} = \sigma(W^{(i)} X_D^{(t)} + U^{(i)} H_{DL}^{(t-1)} + b_i) \\ o^{(t)} = \sigma(W^{(o)} X_D^{(t)} + U^{(o)} H_{DL}^{(t-1)} + b_o) \\ S^{(t)} = i^{(t)} \odot \phi(W^{(s)} X_D^{(t)} + U^{(s)} H_{DL}^{(t-1)} + b_s) + f^{(t)} \odot S^{(t-1)} \\ H_{DL}^{(t)} = o^{(t)} \odot \phi(S^{(t)}) \end{cases}, \quad (4)$$

при

$$\sigma(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}}, \quad (5)$$

где $X_D^{(t)}$ — входной вектор;
 $S^{(t)}$ — вектор состояний;
 $H_{DL}^{(t)}$ — выходной вектор;
 $f^{(t)}$ — вектор вентиля забывания;
 $i^{(t)}$ — вектор входного вентиля;
 $o^{(t)}$ — вектор выходного вентиля;
 W, U — матрицы параметров;
 \odot — произведение Адамара;
 b — вектор смещения;

t — номер шага;

σ — функция активации на основе сигмоиды;

ϕ — функция активации на основе линейного выпрямителя ReLU;

z — взвешенная сумма входов нейрона.

В LSTM и последующих модулях, в дополнение к рекуррентной сигмоидной активационной функции, для уменьшения физического времени обучения нейронных сетей за счёт использования меньшего объёма вычислительных ресурсов и инактивации некоторых нейронов применяется линейный выпрямитель ReLU:

$$\phi(z) = \begin{cases} z, & z \geq 0 \\ 0, & z < 0 \end{cases} \quad (6)$$

Реализация сети стробируемых рекуррентных единиц GRU, изображённой на рисунке 3, исходит из принципов построения предыдущего модуля, но с меньшим числом параметров и операций для вычисления $H_{DG}^{(t)}$, поскольку данный механизм характеризуется отсутствием выходного вентиля $o^{(t)}$.

Для Net_{GRU} целесообразно ввести описание дополнительных фильтров обновления $z^{(t)}$ и сброса состояния $r^{(t)}$. Вектор вентиля обновления принимает вид:

$$z^{(t)} = \sigma(W^{(z)} H_{DL}^{(t)} + U^{(z)} H_{DG}^{(t-1)} + b_z) \quad (7)$$

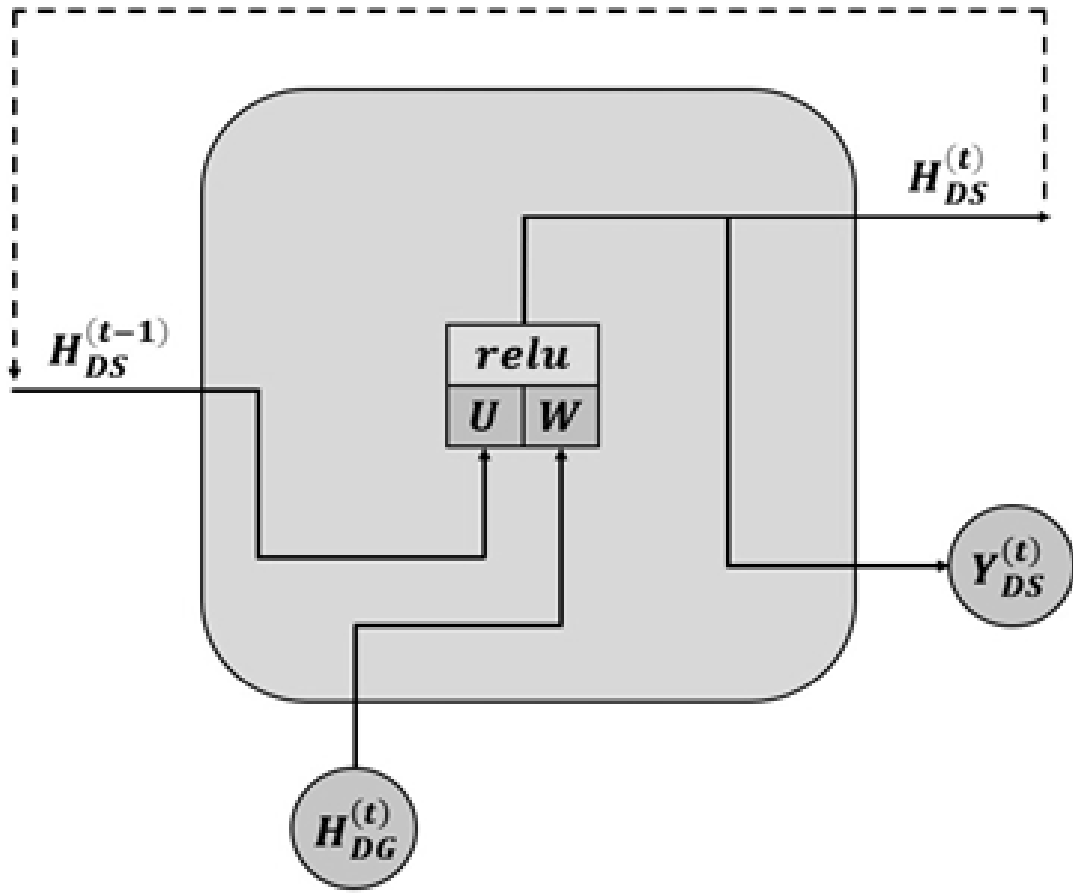


Рис. 4. Структурная схема модуля простой рекуррентной сети Элмана

В аналогичном виде записывается вектор вентиля сброса:

$$r^{(t)} = \sigma \left(W^{(r)} H_{DL}^{(t)} + U^{(r)} H_{DG}^{(t-1)} + b_r \right) \quad (8)$$

Выходное значение $H_{DG}^{(t)}$ вычисляется на основе промежуточного значения $\tilde{H}_{DG}^{(t)}$, которое при помощи вентиля сброса состояния (8) определяет условия исключения значений предыдущего шага $H_{DG}^{(t-1)}$:

$$\tilde{H}_{DG}^{(t)} = \phi \left(W^{(H)} H_{DL}^{(t)} + U^{(H)} (r^{(t)} \odot H_{DG}^{(t-1)}) + b_H \right) \quad (9)$$

Исходя из предложенных уравнений векторов $z^{(t)}$, $r^{(t)}$ и промежуточного значения $\tilde{H}_{DG}^{(t)}$ (7) — (9), общую формулировку расчёта выходного вектора модуля Net_{GRU} можно представить в качестве системы:

$$Net_{GRU} = \begin{cases} z^{(t)} = \sigma \left(W^{(z)} H_{DL}^{(t)} + U^{(z)} H_{DG}^{(t-1)} + b_z \right) \\ r^{(t)} = \sigma \left(W^{(r)} H_{DL}^{(t)} + U^{(r)} H_{DG}^{(t-1)} + b_r \right) \\ \tilde{H}_{DG}^{(t)} = \phi \left(W^{(H)} H_{DL}^{(t)} + U^{(H)} (r^{(t)} \odot H_{DG}^{(t-1)}) + b_H \right) \\ H_{DG}^{(t)} = (1 - z^{(t)}) \odot H_{DG}^{(t-1)} + z^{(t)} \odot \tilde{H}_{DG}^{(t)} \end{cases}, \quad (10)$$

где $H_{DL}^{(t)}$ — входной вектор;
 $H_{DG}^{(t)}$ — выходной вектор;
 $z^{(t)}$ — вектор вентиля обновления;
 $r^{(t)}$ — вектор вентиля сброса;
 W, U — матрицы параметров;
 \odot — произведение Адамара;
 b — вектор смещения;
 t — номер шага;
 σ — функция активации на основе сигмоиды;
 ϕ — функция активации на основе линейного выпрямителя ReLU.

Заключительный модуль является простой рекуррентной сетью Элмана [19], состоящей из трёхслойной нейронной сети с дополнительным набором специализированных контекстных блоков. Скрытый слой соединяется с контекстными блоками с единичным весом. В соответствии с заданными правилами обучения на каждом временном шаге на вход сети подаётся информация, проходящая напрямую к выходному слою, при этом предыдущие значения скрытого слоя сохраняются в контекстных блоках фиксированными обратными связями, что позволяет сети сохранять своё текущее состояние. С учётом вектора

$H_{DG}^{(t)}$, полученного при обработке данных в модуле GRU, в общем виде вышесказанное интерпретируется как:

$$Net_{SRNN} = \begin{cases} H_{DS}^{(t)} = \phi \left(W^{(H)} H_{DG}^{(t)} + U^{(H)} H_{DS}^{(t-1)} + b_H \right), \\ Y_{DS}^{(t)} = W^{(Y)} H_{DS}^{(t)} + b_Y \end{cases}, \quad (11)$$

где $H_{DG}^{(t)}$ — вектор входного слоя;
 $H_{DS}^{(t)}$ — вектор скрытого слоя;
 $Y_{DS}^{(t)}$ — вектор выходного слоя;
 W, U — матрицы параметров;
 b — вектор смещения;
 ϕ — функция активации на основе линейного выпрямителя ReLU.

Модуль простой рекуррентной сети Элмана с указанием векторов для входного и скрытого слоёв представлен на рисунке 4.

В процессе обучения нейронных сетей на вход каждого нейрона подаётся большое число признаков, что оказывает воздействие на повышение сложности оценки влияния каждого из них. Это приводит к эффекту «совместной адаптации признаков», когда ошибки одних нейронов сглаживаются правильными значениями других, в результате чего ошибки накапливаются на выходе сети и обучение останавливается в локальном минимуме с достаточно большой ошибкой.

Для снижения влияния указанного эффекта применяется исключение (Dropout) некоторой части нейронов за счёт регуляризации нейронных сетей, уменьшающей переобучение предотвращением сложных коадаптаций отдельных нейронов на тренировочной выборке данных во время обучения.

Нейроны исключаются из сети с вероятностью p (т.е. происходит выключение нейрона). Следовательно, вероятность того, что нейрон останется в сети, равна $q = 1 - p$. Исключение нейрона означает, что при любых данных, подающихся на вход, или параметрах, возвращается 0. Также стоит отметить, что вероятность выключения каждого нейрона всегда одинакова. По этой причине при условии того, что $h(\mathbf{z}) = W\mathbf{z} + b$ есть линейная проекция входного τ -мерного вектора \mathbf{z} на u -мерное пространство выходных значений и $a(h)$ — функция активации, то использование исключения к данной проекции на этапе обучения представляется в форме изменённой функции активации:

$$f(h) = Da(h), \quad (12)$$

где D в общем виде определяет $(X^{(1)}, X^{(2)}, \dots, X^{(v)})$ как v -мерный вектор случайных величин $X^{(i)}$, распределённых в соответствии с законом Бернулли.

Учитывая все возможные выходные значения k , распределение вероятностей $X^{(i)}$ представляется в виде:

$$f(k; p) = \begin{cases} p, k = 1 \\ 1 - p, k = 0 \end{cases} \quad (13)$$

Если нейроны исключаются из сети с вероятностью $p = P(k = 1)$, а в ином случае остаются рабочими, то при условии $p = P(X^{(i)} = 0)$ применение метода Dropout к i -му нейрону можно описать как:

$$O^{(i)} = X^{(i)} \frac{a \left(\sum_{k=1}^{\tau} W^{(k)} \mathbf{z}^{(k)} + b \right)}{q} = \begin{cases} \frac{a \left(\sum_{k=1}^{\tau} W^{(k)} \mathbf{z}^{(k)} + b \right)}, X^{(i)} = 1 \\ 0, X^{(i)} = 0 \end{cases}, \quad (14)$$

где $X^{(i)}$ — случайная величина, распределённая по закону Бернулли;

\mathbf{z} — входной вектор;
 W — матрица параметров;
 b — вектор смещения;
 q — вероятность включённого нейрона;
 a — функция активации.

Так как на этапе обучения нейрон остаётся в сети с вероятностью q , то на этапе тестирования требуется эмулировать поведение ансамбля нейронных сетей, использованного в обучении. Чтобы избавиться от периодического изменения сети для проведения тестирования, в (14) применяется подход «обратного исключения», позволяющий одновременно описать модель и запускать обучение с тестированием, изменяя только коэффициент Dropout. В данном случае функция активации умножается на коэффициент только на этапе обучения сети, где коэффициент равен обратной величине вероятности того, что нейрон останется активным $1/(1 - p) = 1/q$. Исходя из вышесказанного, применение метода Dropout на этапе тестирования отражается формулой:

$$O^{(i)} = a \left(\sum_{k=1}^{\tau} W^{(k)} \mathbf{z}^{(k)} + b \right), \quad (15)$$

\mathbf{z} — входной вектор;
 W — матрица параметров;
 b — вектор смещения;
 a — функция активации.

Таблица 1. Описание признаков исходного датафрейма

Признак	Описание
gender	пол пациента
age	возраст пациента
hypertension	наличие/отсутствие гипертонии
heart_disease	наличие/отсутствие заболевания сердца
ever_married	пациент состоит/не состоит в браке
work_type	вид занятости
residence_type	место проживания
avg_glucose_level	средний уровень глюкозы в крови
bmi	индекс массы тела (body mass index)
smoking_status	статус курения пациента
stroke	пациент перенёс/не переносил инсульт

Заключительным компонентом в структуре системы является полносвязный слой Dense, состоящий из нейронов, соединённых синапсами с элементами входного тензора [20] по его последнему индексу. При условии того, что размерность индекса равна dim , а параметры обучения задаются матрицей W и вектором b , то внутри слоя выполняется линейное преобразование:

$$m_{...j} = \sum_{i=0}^{dim-1} M^{int}_{...i} W_{ij} + b_j, \quad (16)$$

где M^{int} — промежуточная входная матрица.

Предлагаемый подход математического моделирования отражает ключевые принципы и параметрические аспекты функционирования системы прогнозирования инсульта на уровне составных элементов и межмодульного взаимодействия. При этом необходимо отметить, что данный подход в полной мере основывается на фундаментальной концепции работы нейросетевых алгоритмов, ориентированных на решение задач в области аналитики и бинарной прогностики. Отличительная особенность подхода заключается в использовании линейного выпрямителя, существенно повышающего скорость сходимости стохастического градиентного спуска ввиду линейного характера и отсутствия насыщения функции. Дополнительное введение промежуточных слоёв исключения после каждого модуля позволяет устранить возникновение эффекта переобучения нейронной сети.

2. Экспериментальная часть

Экспериментальные исследования в области проведения разведочного анализа данных, а также реализации и тестирования модели интеллектуальной системы выполнены в среде разработки Jupyter Notebook и с применением высокоуровневого языка программирования Python версии 3.10.

2.1. Разведочный анализ экспериментального набора данных

Обеспечение прогноза высокой точности требует наличия большого объёма систематизированной и корректно обработанной информации, соответствующей тематике решаемой задачи.

В рамках исследования имеется предварительно подготовленный датафрейм [21], представляющий собой генеральную совокупность из 5110 объектов с набором признаков, указанных в таблице 1. Каждый признак представляет собой количественное, либо категориальное значение с общей информацией о пациенте или показателе его состояния здоровья. Зависимость между признаками объекта однозначно определяет принцип получения истинно положительного/отрицательного теста на инсульт. Следует отметить, что данное утверждение не всегда подразумевает существование закономерности между всеми признаками и может ограничиваться лишь их частью.

Основу набора данных составляют категориальные признаки «gender», «hypertension», «heart_disease», «ever_married», «work_type», «residence_type», «smoking_status» и показатель (индикатор) инсульта «stroke». Поскольку при построении модели машинного обучения все признаки должны быть числовыми, в датафрейме значения категориальных признаков кодируются в соответствующий формат. Признаки «age», «avg_glucose_level», «bmi» являются количественными непрерывными переменными.

Визуализация характеристики распределения данных реализуется при помощи диаграммы размаха. На рисунке 5 изображены диаграммы, отражающие результаты проверки количественных признаков исходного набора данных на наличие выбросов. При этом сверху каждой диаграммы приведено название

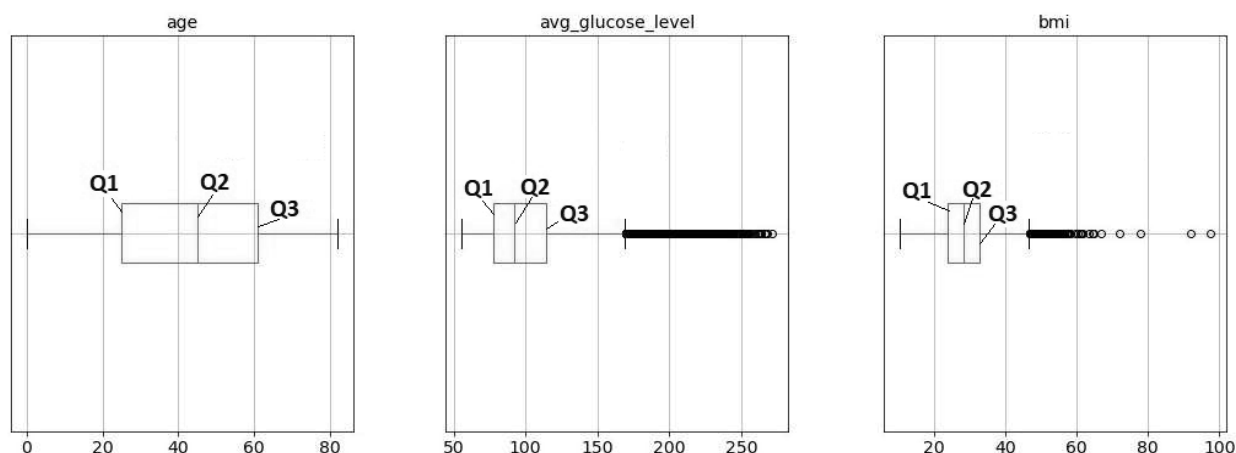


Рис. 5. Результаты проверки данных на наличие выбросов, представленных на диаграммах размаха

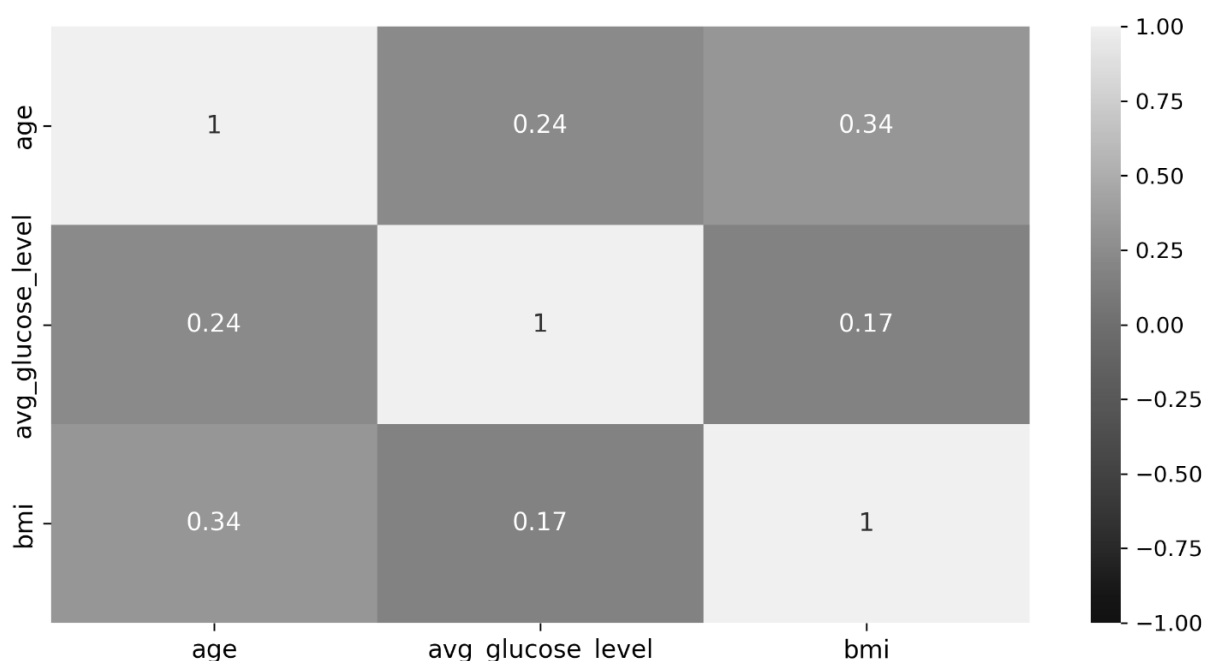


Рис. 6. Тепловая карта матрицы параметрической корреляции Пирсона

признака, а снизу по оси x показан диапазон значений признака.

Каждая диаграмма демонстрирует разбиение данных на несколько частей: слева от первого квартиля $Q1$ располагается первая четверть значений (25% элементов), слева от второго квартиля $Q2$ или медианы располагается ровно половина значений (50% элементов) и слева от третьего квартиля $Q3$ располагается три четверти значений (75% элементов). Видно, что со стороны правого «уса», равного 1.5 межквартильного размаха, на средней и нижней диаграммах точками отмечены

искомые артефактные значения, но не все из них считаются выбросами. Причиной тому являются диапазоны допустимых значений в контексте рассматриваемых показателей. Например, среднее содержание глюкозы в плазме крови может достигать около 300 мг/дл, в то время как максимальный уровень по диаграмме «avg_glucose_level» равен 272 мг/дл. Однако для индекса массы тела «bmi» два крайних правых значения 92 кг/м² и 98 кг/м² заметно отличаются от общего диапазона значений, располагающихся до 80 кг/м², что указывает на отсутствие совпадения с реальными данными. В связи с этим их следует исключить из исходного набора.

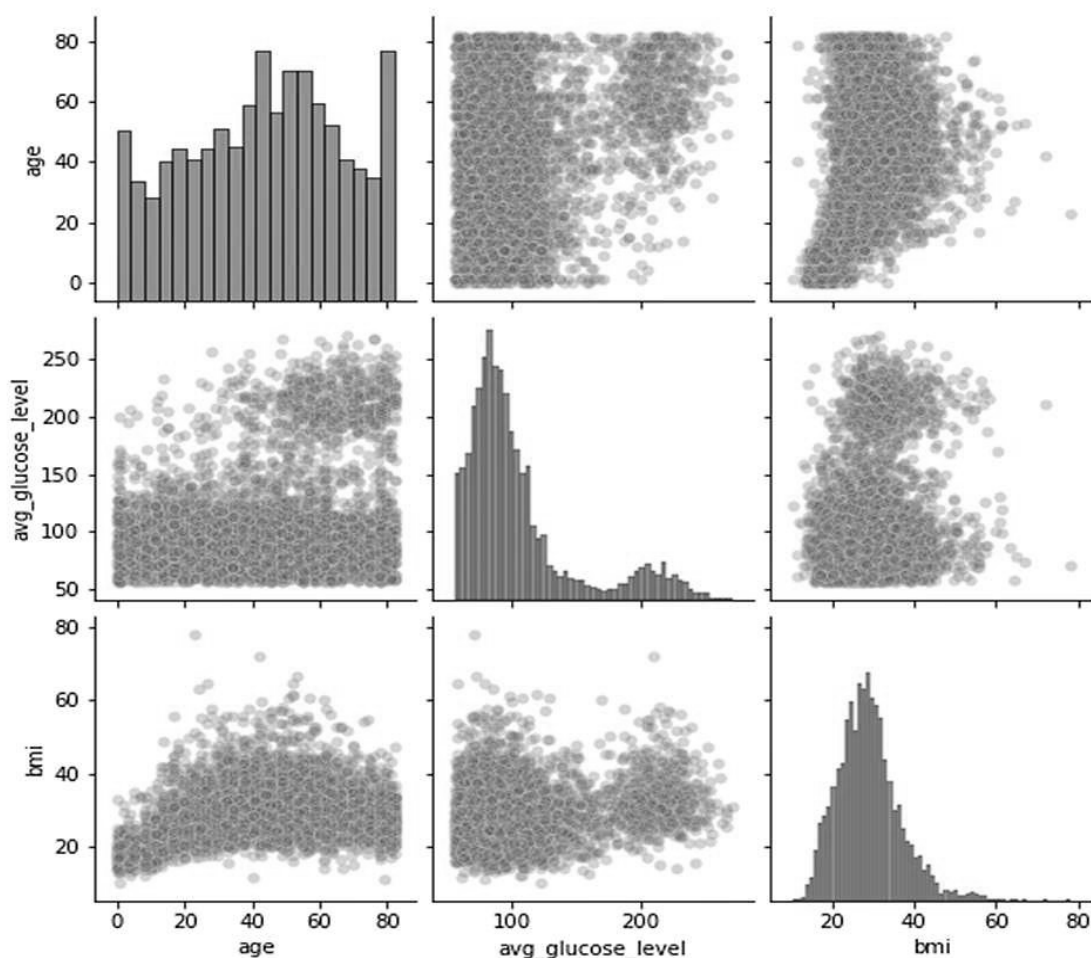


Рис. 7. Иллюстрация попарных отношений и общего распределения данных количественных признаков в матричном представлении

При вычислении значений коэффициента корреляции Пирсона (1) для нескольких случайных величин итоговые значения заносятся в двумерную матрицу и в целях удобства восприятия визуализируются в форме тепловой карты.

На рисунке 6 приведена тепловая карта для количественных признаков рабочего датафрейма.

Матрица, представленная на рисунке 6, показывает, что ни одно из вычисленных значений коэффициента корреляции Пирсона не превышает значение 0.5. Интерпретация этого явления по шкале Чеддока [22] указывает на слабую прямую линейную зависимость между средним уровнем глюкозы и возрастом, индексом массы тела и средним уровнем глюкозы, а также умеренную прямую линейную зависимость между индексом массы тела и возрастом обследуемого. Действительно, на сегодняшний день в медицине отсутствует аргументированное доказательство влияния возраст-

ной когорты и индекса массы тела на степень содержания глюкозы в плазме крови человека. Вместе с тем последняя из трёх перечисленных связей частично подтверждается на практике в исследовании [23], где отмечается тенденция небольшого роста индекса массы тела у молодых поколений.

Для проверки полученных выше выводов используется определение статистической значимости [24] с целью оценки того, происходит ли событие вследствие случайности. Статистическая значимость является ключевым результатом проверки гипотезы и количественной оценки надёжности связи. Если результат статистически значим, то его получение за счёт случайных событий или флуктуаций маловероятно. Нахождение уровня значимости основывается на применении статистического критерия [25], включающего в себя формулу расчёта, правило определения числа степеней свободы, теоретическое распределение степеней свободы и правило соотнесения эмпирического значе-

Таблица 2. Значения показателя статистической значимости для каждой комбинации категориальных признаков выборки, рассчитанные по критерию согласия Пирсона

	gender	hypertension	heart_disease	smoking_status	stroke
gender	0	0.299	0	0	0.789
hypertension	0.299	0	0	0	0
heart_disease	0	0	0	0	0
smoking_status	0	0	0	0	0
stroke	0.789	0	0	0	0

Таблица 3. Значения коэффициента точечной бисериальной корреляции для каждой комбинации числовых и бинарных категориальных признаков выборки

	hypertension	heart_disease	ever_married	residence_type	stroke
age	0.276	0.263	0.679	0.014	0.245
avg_glucose_level	0.121	0.113	0.104	-0.012	0.088
bmi	0.162	0.049	0.344	0.002	0.041

Таблица 4. Значения показателя статистической значимости для каждой комбинации числовых и бинарных категориальных признаков выборки, рассчитанные на основе значений коэффициента точечной бисериальной корреляции

	hypertension	heart_disease	ever_married	residence_type	stroke
age	0	0	0	0.311	0
avg_glucose_level	0	0	0	0.366	0
bmi	0	0	0	0.859	0.002

ния критерия для определения достоверности вероятности альтернативной гипотезы. В соответствии с [25] вводится пороговый уровень значимости $\alpha = 0.05$. Результат статистически значим только тогда, когда показатель значимости p -value ниже порогового значения, то есть p -value $< \alpha$.

Итоговые расчёты показывают следующее:

- ♦ для пары признаков «avg_glucose_level» и «age»: p -value = $9.068235083797374e-67 < \alpha$;
- ♦ для пары признаков «bmi» и «avg_glucose_level»: p -value = $7.327012032075809e-38 < \alpha$;
- ♦ для пары признаков «bmi» и «age»: p -value = $1.940754919910037e-140 < \alpha$.

Как видно, значения показателя значимости p -value во всех случаях очень малы, поэтому нет оснований утверждать, что между этими признаками нет статистически подтверждённой взаимосвязи. Факт того, что корреляция Пирсона $r \leq 0.34$ оказалась значима, может быть обоснован работой с выборкой большого объёма.

Рассмотренные выше зависимости наглядно продемонстрированы на парном графике рисунка 7, где диагональные графики являются гистограммами распре-

делений признаков, а остальные представляют собой диаграммы рассеяния для указанных пар признаков.

Результаты расчётов значений показателя значимости на основании критерия согласия Пирсона (2) приведены в таблице 2. Значения показателя значимости p -value для выбранных категориальных признаков в большинстве случаев также не превышают стандартный уровень значимости $\alpha = 0.05$, что подтверждает статистическую связь категориальных признаков.

В таблице 3 и таблице 4 приведены результаты вычисления точно-бисериального коэффициента корреляции r_{pbis} (3) между числовыми и бинарными категориальными значениями признаков, а также показателя значимости p -value.

По обеим таблицам видно, что несмотря на достаточно низкую корреляционную зависимость большей части признаков, показатель p -value $< \alpha$, что доказывает статистическую значимость их соотношения.

Наблюдения, полученные эмпирическим методом в ходе проведения разведочного анализа на основе оценки корреляционно-статистических показателей

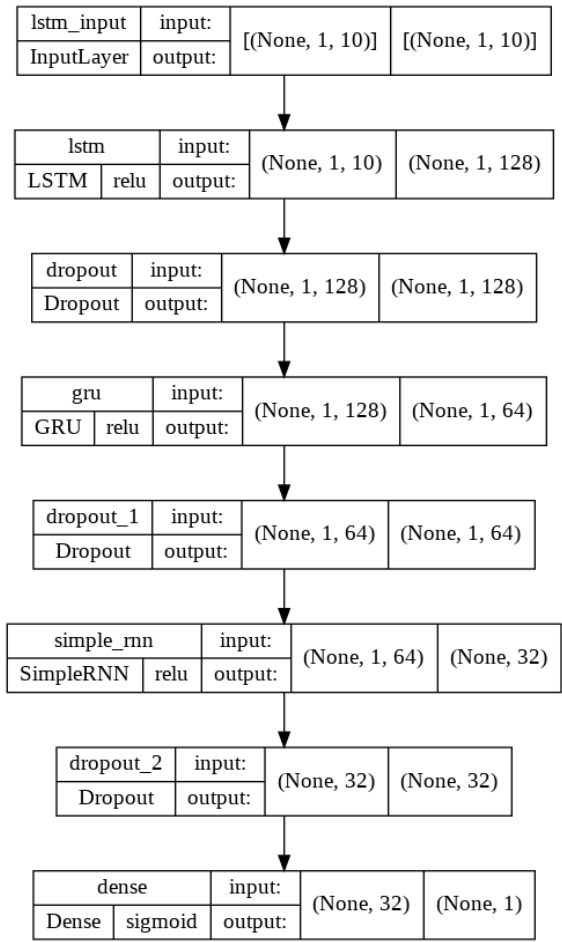


Рис. 8. Структурная схема скомпилированной нейросетевой модели

зависимости признаков датафрейма, позволяют сделать заключение о целесообразности и актуальности применения полного набора признаков в процессах обучения, валидации и тестирования разрабатываемого нейросетевых алгоритма машинного обучения, ориентированного под решение рассматриваемой классификационной задачи. При этом необходимо отметить, что вероятность возникновения инсульта не может определяться исключительно единичным влиянием на организм какого-либо из вышеперечисленных факторов, ввиду рассмотренных статистико-математических особенностей данных и основополагающих закономерностей методов поиска оптимальных решений с помощью искусственного интеллекта, и должна рассчитываться с учётом комплексного воздействия их исчерпывающей совокупности.

18.2.2. Программная реализация и тестирование модели интеллектуальной системы с использованием экспериментального набора данных

При рассмотрении математической модели с точки зрения её программной реализации следует ак-

центировать внимание на возможностях библиотеки TensorFlow с позиции объединения вычислительной алгебры методов оптимизации для упрощённого вычисления математических выражений, а именно:

- ◆ наличие функции для определения, оптимизации и вычисления математических выражений при помощи тензоров;
- ◆ поддержка программирования глубоких нейронных сетей и методов машинного обучения;
- ◆ использование масштабируемой функции вычислений для работы с наборами данных разного типа;
- ◆ формирование динамического графа вычислений с отслеживанием изменения данных и поддержкой автоматического дифференцирования в процессе выполнения операций с тензорами.

Архитектура интеллектуальной системы формируется на базе модуля Keras из библиотеки TensorFlow. Основополагающим элементом представляемой структуры является предопределённый класс последовательной модели «Sequential», представляющей

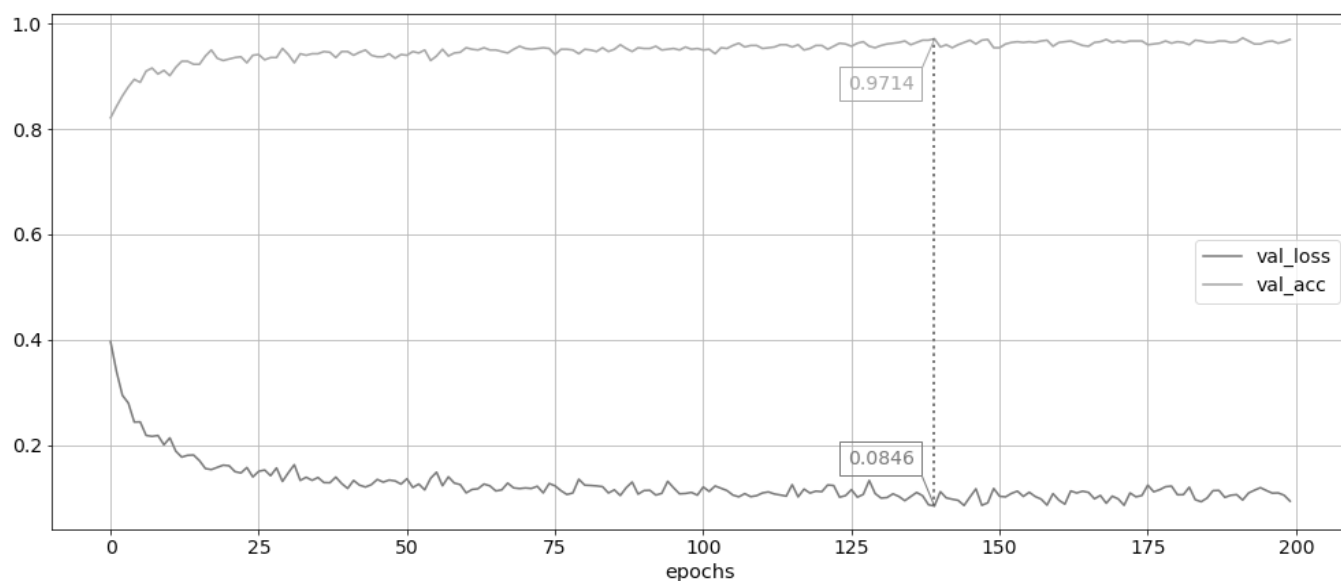


Рис. 9. Графики оценки функции потерь и точности на валидационной выборке

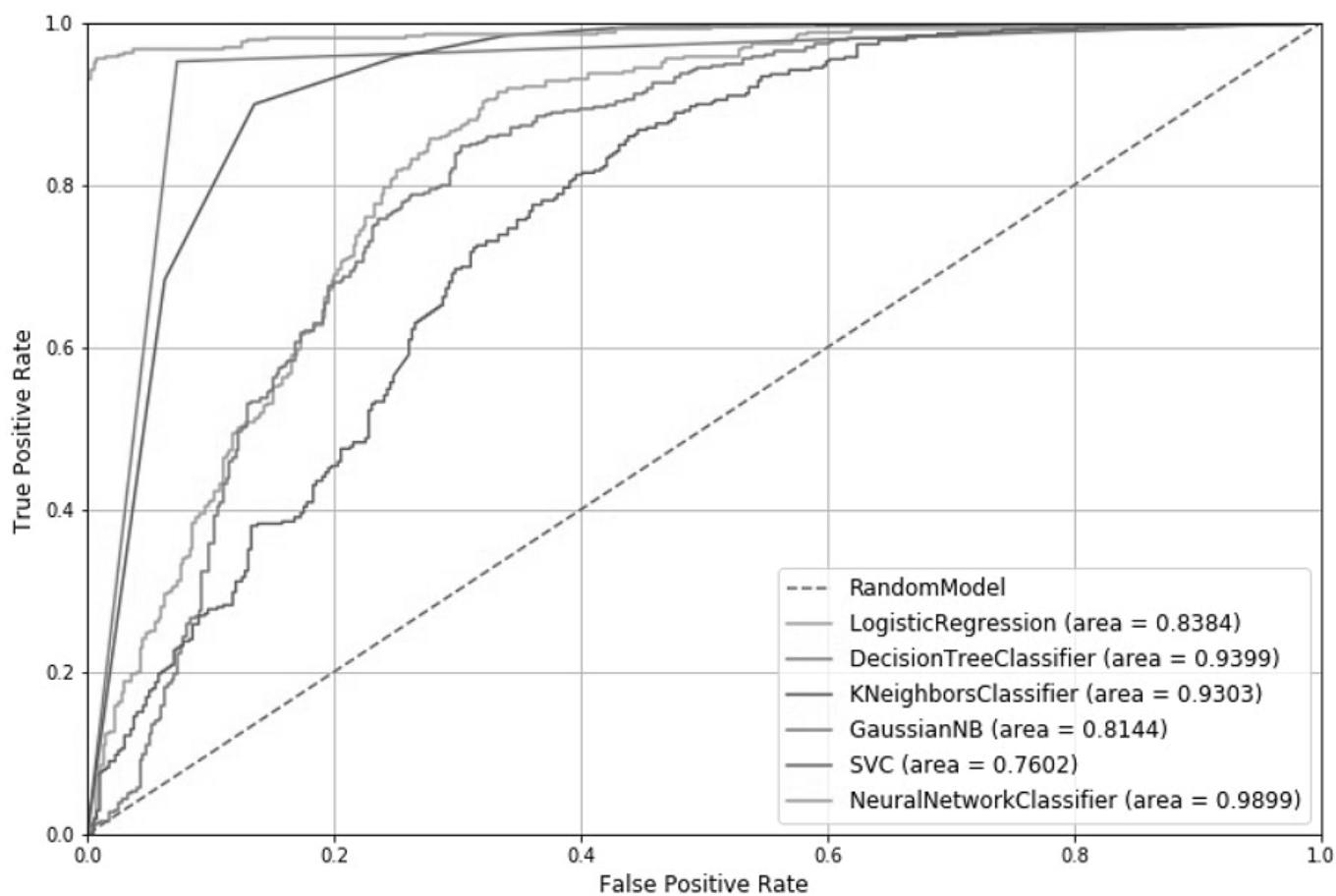


Рис. 10. ROC-кривые для разных моделей машинного обучения на этапе валидации

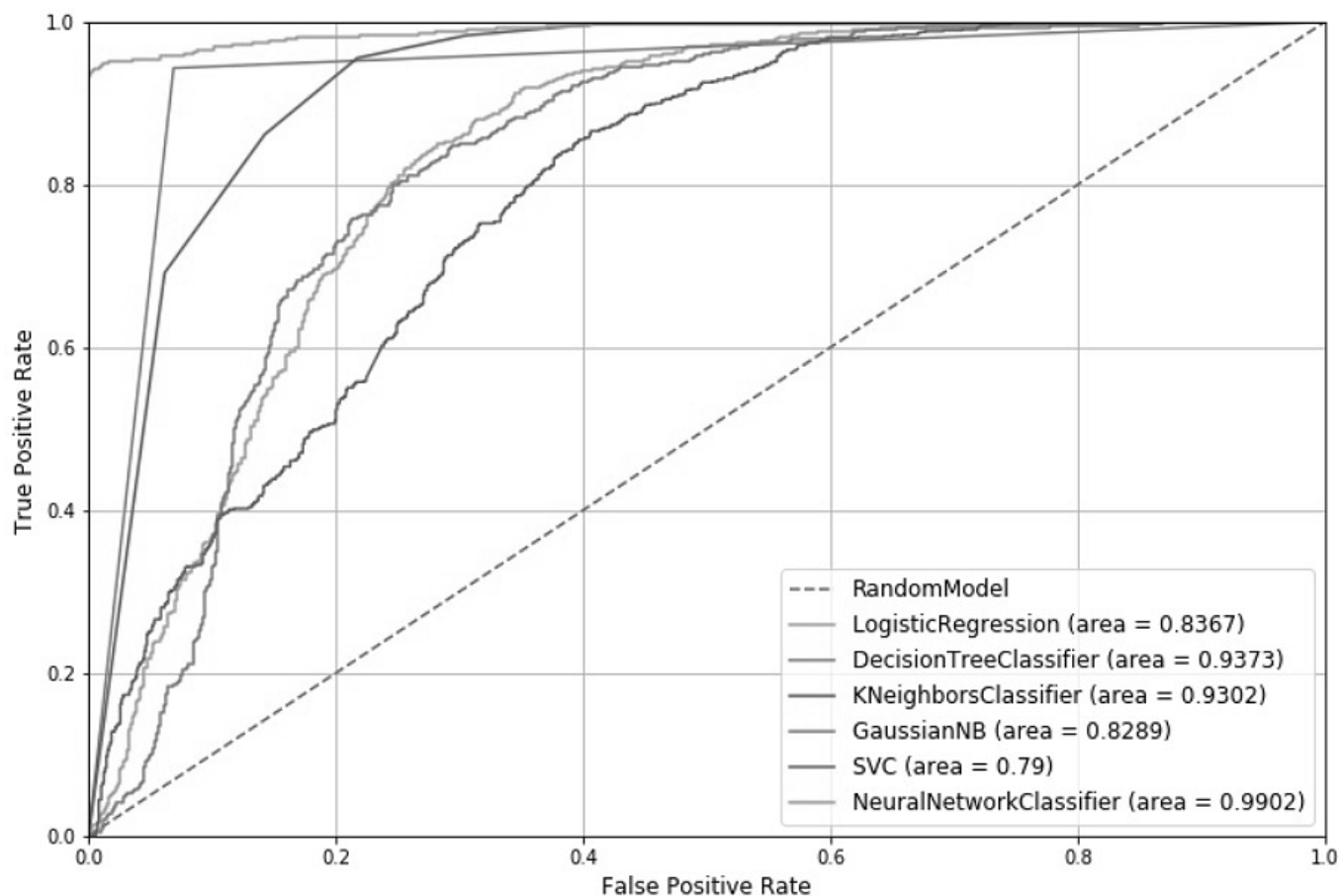


Рис. 11. ROC-кривые для разных моделей машинного обучения на этапе тестирования

собой линейный стек различных слоёв. Поскольку модели необходимо иметь строгое понимание того, какую размерность данных ожидать на входе, первый слой LSTM-сети предполагает получение информации о размерности данных через аргумент *input_shape*. Также дополнительно указывается размерность выходного пространства *units = 128* и функция активации *activation = 'relu'*.

Далее следует чередование слоя исключения Dropout (с долей входных блоков, равной 0.2) со слоями GRU и SimpleRNN. При этом размерность выходного пространства на уровне стробируемых рекуррентных единиц в два раза меньше, чем у первого слоя, а на уровне полносвязной рекуррентной нейронной сети в два раза меньше, чем у предыдущего слоя. Функция активации во всех случаях остаётся неизменной.

Размерность выходного пространства полносвязного слоя Dense равна единице. В качестве аргумента активации передаётся сигмоидная логистическая функция *activation = 'sigmoid'*.

Перед компиляцией модели инстанцируется оптимизатор «Adam». Коэффициент скорости обучения *learning_rate* устанавливается равным 0.002. С целью уменьшения влияния произвольности выбора начальных весов на результаты для функции потерь *loss* аргументом передаётся бинарная перекрёстная энтропия [26].

Структурная схема скомпилированной нейросетевой модели с указанием числа нейронов и функции активации для каждого слоя изображена на рисунке 8.

Обучение модели проводится в течение 200 эпох с количеством образцов на обновление градиента, равным 32. Параметр для преждевременной остановки обучения не задаётся. Графики, представленные на рисунке 9, показывают, что лучшие оценки по метрике точности и функции потерь на валидационной выборке данных достигаются на 140 эпохе, в частности, значение потерь составляет 0.0846, а значение точности — 0.9714.

Определение качества работы нейросетевой модели осуществляется путём построения ROC-кривой и вычисления площади под кривой AUC-ROC, которые сравнива-

ются с такими же характеристиками качества бинарной классификации стандартных алгоритмов машинного обучения (рисунки 10 и 11). На графиках обоих рисунков видно, что рассчитанная площадь для дерева решений приблизительно соответствует площади для метода k-ближайших соседей. Данное наблюдение также прослеживается для логистической регрессии и гауссовского наивного байесовского алгоритма. Метод опорных векторов показывает самое низкое качество — площадь под кривой на этапе валидации составляет 0.7602, а на этапе тестирования — 0.79. При этом результаты оценки работы предлагаемой нейросетевой модели значительно превышает качество стандартных классификаторов и достигает значения около 0.99 на каждом из этапов.

Заключение

В настоящем исследовании представлена разработанная автором модель специализированной системы раннего предупреждения о риске возникновения инсульта у человека. Функциональные возможности

системы основаны на применении интеллектуального анализа данных и прогностического подхода в условиях бинарной классификации, реализация которых достигается благодаря использованию совокупности алгоритмических особенностей искусственных нейронных сетей рекуррентного вида, что позволило снизить степень предрасположенности к переобучению и значительно повысить процент прогностической значимости результатов предсказаний модели.

В перспективе дальнейшего исследования возможна модификация системы, допускающая внедрение в исходную архитектуру дополнительного блока, отвечающего за решение задачи прогнозирования вероятности возникновения заболевания сердца, в результате чего в исходную генеральную совокупность данных добавится новый признак. Такое усовершенствование позволит взаимодействовать с этим признаком как с ключевым фактором при принятии решения системой относительно инсульта и последующей постановке на основе данного решения окончательного диагноза врачом-неврологом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марголин, И.Д. Основные этапы развития искусственного интеллекта / И.Д. Марголин, Н.П. Дубовская // Молодой ученый. — 2018. — № 20 (206). — С. 23–26.
2. Куракова, Н.Г. Технологии искусственного интеллекта в медицине и здравоохранении: позиции России на глобальном патентном и публикационном ландшафте / Н.Г. Куракова, Л.А. Цветкова, О.В. Черченко // Врач и информационные технологии. — 2020. — № 2. — С. 81–100. — DOI 10.37690/1811-0193-2020-2-81-100.
3. Мелдо, А.А. Искусственный интеллект в медицине: современное состояние и основные направления развития интеллектуальной диагностики / А.А. Мелдо, Л.В. Уткин, Т.Н. Трофимова // Лучевая диагностика и терапия. — 2020. — № 1(11). — С. 9–17. — DOI 10.22328/2079-5343-2020-11-1-9-17.
4. World Stroke Organization. [Электронный ресурс]: <https://www.world-stroke.org/> (дата обращения: 04.09.2022).
5. World Health Organization | Regional Office for the Eastern Mediterranean. [Электронный ресурс]: <http://www.emro.who.int/index.html> (дата обращения: 04.09.2022).
6. Шамаева, В.С. Личностный профиль пациента с тетраплегией / В.С. Шамаева, Ф.С. Васильева // Человеческий капитал. — 2021. — № 5(149). — С. 139–145. — DOI 10.25629/НС.2021.05.14.
7. Musin, K. Machine learning algorithms in the prediction of conflicts in clinical classification of genetic variants / K. Musin, A. Gaidel // CEUR Workshop Proceedings: 6, Samara, 26–29 мая 2020 года. — Samara, 2020. — P. 179–182.
8. Label self-advised support vector machine (LSA-SVM)-automated classification of foot drop rehabilitation case study / S.A. Abboud, S.H. Abdullah, A. Al-Jumaily [et al.] // Biosensors. — 2019. — Vol. 9. — No 4. — P. 114. — DOI 10.3390/bios9040114.
9. Application of Computer simulation results and machine learning in the analysis of microwave radiothermometry data / M.V. Polyakov, I.E. Popov, A.G. Losev, A.V. Khoperskov // Mathematical Physics and Computer Simulation. — 2021. — Vol. 24. — No 2. — P. 27–37. — DOI 10.15688/mpcm.jvolsu.2021.2.3.
10. Лютикова, Л.А. Обнаружение выбросов в данных машинного обучения / Л.А. Лютикова // Актуальные проблемы информатизации образования: опыт, проблемы, перспективы развития: Сборник материалов международной научно-практической конференции, Черкесск, 24–25 января 2020 года. — Черкесск: Библиотечно-издательский центр Северо-Кавказской государственной академии, 2020. — С. 93–98.
11. Comparison of pearson correlation coefficient and distance correlation in correlation power analysis on digital multiplier / J. Kundrata, A. Baric, D. Fujimoto, Y. Hayashi // 2020 43rd International Convention on Information, Communication and Electronic Technology, MIPRO 2020 — Proceedings: 43, Opatija, 28 сентября — 02 2020 года. — Opatija, 2020. — P. 146–151. — DOI 10.23919/MIPRO48935.2020.9245325.
12. Mental Models // FS.Blog. [Электронный ресурс]: <https://fs.blog/regression-to-the-mean> (дата обращения: 16.09.2022).
13. Мещерякова, Т.В. Статистическая обработка эмпирических данных функционирования автоматизированных систем / Т.В. Мещерякова, М.Е. Фирюлин // Охрана, безопасность, связь. — 2019. — Т. 3. — № 4(4). — С. 110–116.
14. Баврина, А.П. Современные правила применения корреляционного анализа / А.П. Баврина, И.Б. Борисов // Медицинский альманах. — 2021. — № 3(68). — С. 70–79.

15. Jabir, B. RNN- and CNN-based weed detection for crop improvement: an overview / B. Jabir, L. Rabhi, N. Falih // Foods and Raw Materials. — 2021. — Vol. 9. — No 2. — P. 387–396. — DOI 10.21603/2308–4057–2021–2–387–396.
16. Masalimov, K.A. Application of LSTM neural networks for diagnostics of the state of nodes of metal-cutting machines / K.A. Masalimov, R.A. Munasypov // Системная инженерия и информационные технологии. — 2021. — Vol. 3. — No 2(6). — P. 26–34. — DOI 10.54708/26585014_2021_32626.
17. Study on Prediction Model of HIV Incidence Based on GRU Neural Network Optimized by MHP50 / X. Li, J. Wang, J. Li [et al.] // IEEE Access. — 2020. — Vol. 8. — P. 49574–49583. — DOI 10.1109/ACCESS.2020.2979859.
18. Нейросети — это просто (Часть 4): Рекуррентные сети // MQL5. [Электронный ресурс]: <https://www.mql5.com/ru/articles/8385> (дата обращения: 26.09.2022).
19. Elshamy, M.M.M. Evaluation of the elastic modulus of pavement layers using different types of neural networks models / M.M.M. Elshamy, A.N. Tiraturyan, E.V. Uglova // Advanced Engineering Research. — 2021. — Vol. 21. — No 4. — P. 364–375. — DOI 10.23947/2687–1653–2021–21–4–364–375.
20. ML: Тензоры в Keras // QuData. [Электронный ресурс]: https://qudata.com/ml/ru/NN_Base_Keras.html (дата обращения: 03.10.2022).
21. Kaggle. [Электронный ресурс]: <https://www.kaggle.com/fedesoriano/stroke-prediction-dataset> (дата обращения: 08.10.2022).
22. Попова, А.М. Исследование экономических задач с помощью элементов теории корреляции / А.М. Попова // Вопросы педагогики. — 2021. — № 1–1. — С. 200–203.
23. Аистов, А.В. Динамика индекса массы тела российских мужчин и женщин: возраст-период-когорта / А.В. Аистов, Е.А. Александрова, Ф.Г. Гарипова // Демографическое обозрение. — 2021. — Т. 8. — № 1. — С. 44–80. — DOI 10.17323/demreview.v8i1.12393.
24. Di Leo, G. Statistical significance: p value, 0.05 threshold, and applications to radiomics-reasons for a conservative approach / G. Di Leo, F. Sardanelli // European Radiology Experimental. — 2020. — Vol. 4. — No 1. — P. 18. — DOI 10.1186/s41747–020–0145-y.
25. Ekström, Joakim., On Statistical Criteria: Theory, History, and Applications., 2012.
26. TensorFlow. [Электронный ресурс]: https://www.tensorflow.org/api_docs/python/tf/keras/losses/BinaryCrossentropy (дата обращения: 20.10.2022).

© Масленников Владимир Владимирович (vldmsn@yahoo.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



МИРЭА — Российский технологический университет

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОССИИ

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF MACROECONOMIC INDICATORS IN RUSSIA

*A. Paramonov
V. Kuzmin*

Summary. The analysis of the patterns of macroeconomic indicators of Russia from the beginning of the First World War to the present has been carried out. The main periodic components of the process associated with solar activity and Kondratiev cycles are identified. Medium-term predictive assessments of crises are made. This analysis was based on data on gross domestic product (GDP) and indicators of foreign economic activity — imports and exports from 1918 to the present.

Keywords: nonlinear dynamics, economics, data analysis.

Парамонов Александр Александрович

Аспирант

МИРЭА — Российский технологический

университет

paramonov_a_a99@mail.ru

Кузьмин Виктор Иванович

Профессор

МИРЭА — Российский технологический

университет

vik271935@yandex.ru

Аннотация. Проведён анализ закономерностей макроэкономических показателей России с начала Первой мировой войны по настоящее время. Выявлены основные периодические компоненты процесса, связанные с солнечной активностью и циклами Кондратьева. Сделаны среднесрочные прогнозные оценки кризисов. За основу такого анализа были взяты данные о валовом внутреннем продукте (ВВП) и показателям внешнеэкономической деятельности — импорте и экспорте с 1918 г. по настоящее время

Ключевые слова: нелинейная динамика, экономика, анализ данных.

Прошедшее столетие было для России периодом жестоких экономических и политических преобразований. Происходившие в это время процессы и определяют, как современное развитие России, так и его перспективы. Отсюда интерес к рассмотрению закономерностей формирования динамики стадий экономического развития России после 1917 г.

Известно, что экономическое развитие на уровне стран, регионов и мира в целом характеризуется периодическим чередованием кризисов, представленных «большими циклами конъюнктуры» — волнами Н.Д. Кондратьева [7] с длительностью около 60 лет. Периодизация процессов на Земле по А.Л. Чижевскому [8] по экономическим, политическим и военным факторам определяется солнечной активностью, представленной её максимумами с средним периодом 11 лет, составляющим половину полного солнечного цикла — 22 года.

Представляется интересным сопоставить периодизацию стадий экономического развития России с мировыми закономерностями развития социально-экономических и политических структур. Это особенно значимо в связи с тем, что основная часть рассматриваемого процесса приходилась на период, когда в России

развитие было реализовано в рамках принципиально новой социально-экономической и политической структуры.

Н.Д. Кондратьев «большие циклы конъюнктуры» выделил, решая задачу о разделении движений, т.е. анализируя полученные после исключения тренда колебания. Характеристики выделялись им произвольно, что было основой для уничтожающей критики результатов. Полученные после исключения тренда Н.Д. Кондратьев сглаживал для исключения «коротких» периодов колебаний около 11 лет, что позволило уверенно выделить «большие циклы».

Задача о разделении движений, решенная И. Ньютоном, предполагала знание траектории «среднего движения» — тренда. Когда тренд не известен, его надо задать, как это делал Н.Д. Кондратьев, либо найти способы исключения тренда при не известной его структуре

Методы исключения тренда при не известной его структуре были разработаны и их эффективность представлена в [5]. После исключения тренда периодические компоненты, в ряде случаев, проявляются, как очевидные, либо почти-периодический анализ позво-

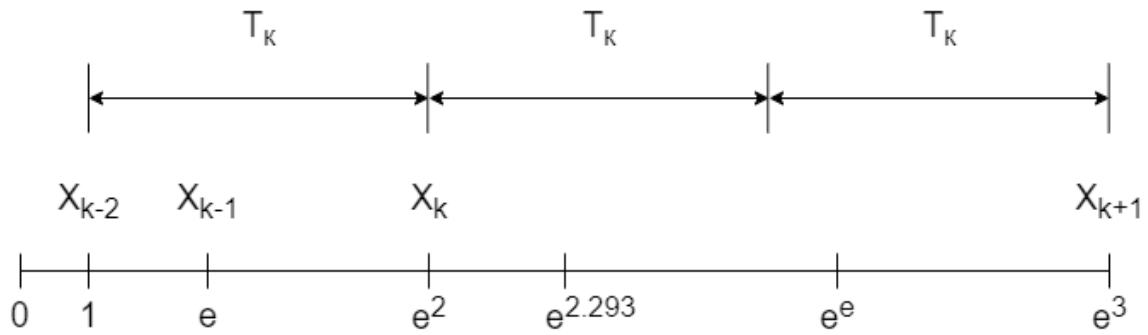


Рис. 1. Ячейка развития

ляет определить значения, наиболее близкие к периодам — почти-периоды.

Для исключения тренда рассмотрим 3 точки $y_{t-\Delta t}$, y_t , $y_{t+\Delta t}$ находящиеся на равных расстояниях по аргументу от средней точки, т.е. от y_t , по которым на основе средней геометрической пропорции построим показатель

$$P(t, \Delta t) = \ln \left(\frac{y_{t-\Delta t} * y_{t+\Delta t}}{y_t^2} \right), \tag{1}$$

который при варьировании Δt показывает динамику колебаний после исключения тренда, т.е. относительно нуля.

Для выявления почти-периодов будем отталкиваться от естественного свойства периода функции: $f(t+\tau) - f(t) = 0$. При этом, поскольку мы имеем дело с реальными данными, где колебания, как правило, нелинейные, из-за чего чистые периоды встречаются достаточно редко, то мы будем искать значения, наиболее близкие к периодам. Такие значения и будем называть почти-периодами. Тогда для дискретного случая функции $f(t)$, заданной экспериментальными значениями, получаем функцию, носящее название сдвиговой функции и имеющей вид:

$$a(\tau) = \frac{1}{n-\tau} * \sum_{t=1}^{n-\tau} |f(t+\tau) - f(t)| \tag{2}$$

Здесь τ — почти-период, $f(t)$ — исследуемый временной ряд, n — общее число отсчётов функции $f(t)$ ^[5]. Задача по определению почти-периодов состоит в поиске наиболее глубоких локальных минимумов сдвиговой функции $a(\tau)$.

Последовательность почти-периодов определяет арифметическую прогрессию равномерных интервалов в динамике анализируемых данных.

В характеристиках природных и рукотворных, как и экономических, процессов реализована структура,

называемая ячейкой развития (рис. 1). Сами процессы расширенного воспроизводства представлены законом сложных процентов, т.е. геометрической прогрессией.

Ячейка развития представляет собой взаимосвязь между равномерными интервалами арифметической прогрессии и членами геометрической прогрессии с модулем e , и определяется синхронизацией их рубежей в соответствии с соотношением:

$$X_k = \frac{2e}{e-1} T_k, \tag{3}$$

где T_k — равномерные единичные такты арифметической прогрессии (почти-периоды), X_k — рубеж геометрической прогрессии с модулем e .

В качестве макроэкономических показателей рассмотрим сначала данные по ежегодному ВВП, импорту и экспорту России с 1918 года по 2020 год. Источником данных являются сборники экономических показателей [1–2], в книге Федоренко Н.П. «Россия: уроки прошлого и лики будущего» [3]. Стоимость ВВП, импорта и экспорта считается в рублях.

Поскольку за исследуемый период стоимостные характеристики претерпели серьёзные изменения, из-за чего, данные обладают разным порядком, то для того, чтобы провести качественную оценку, потребуется свести данные к масштабу, где данные больших и малых значений макроэкономических показателей могли оцениваться одинаково. Для этого, воспользуемся логарифмическим масштабом по оси ординат и рассмотрим зависимости вида $\ln(y) \sim t$, где y — исходные данные, t — время.

На рис. 2 представлены данные в полулогарифмическом масштабе.

При сравнении объёма ВВП, импорта и экспорта в стоимостном выражении, можем сказать, что после

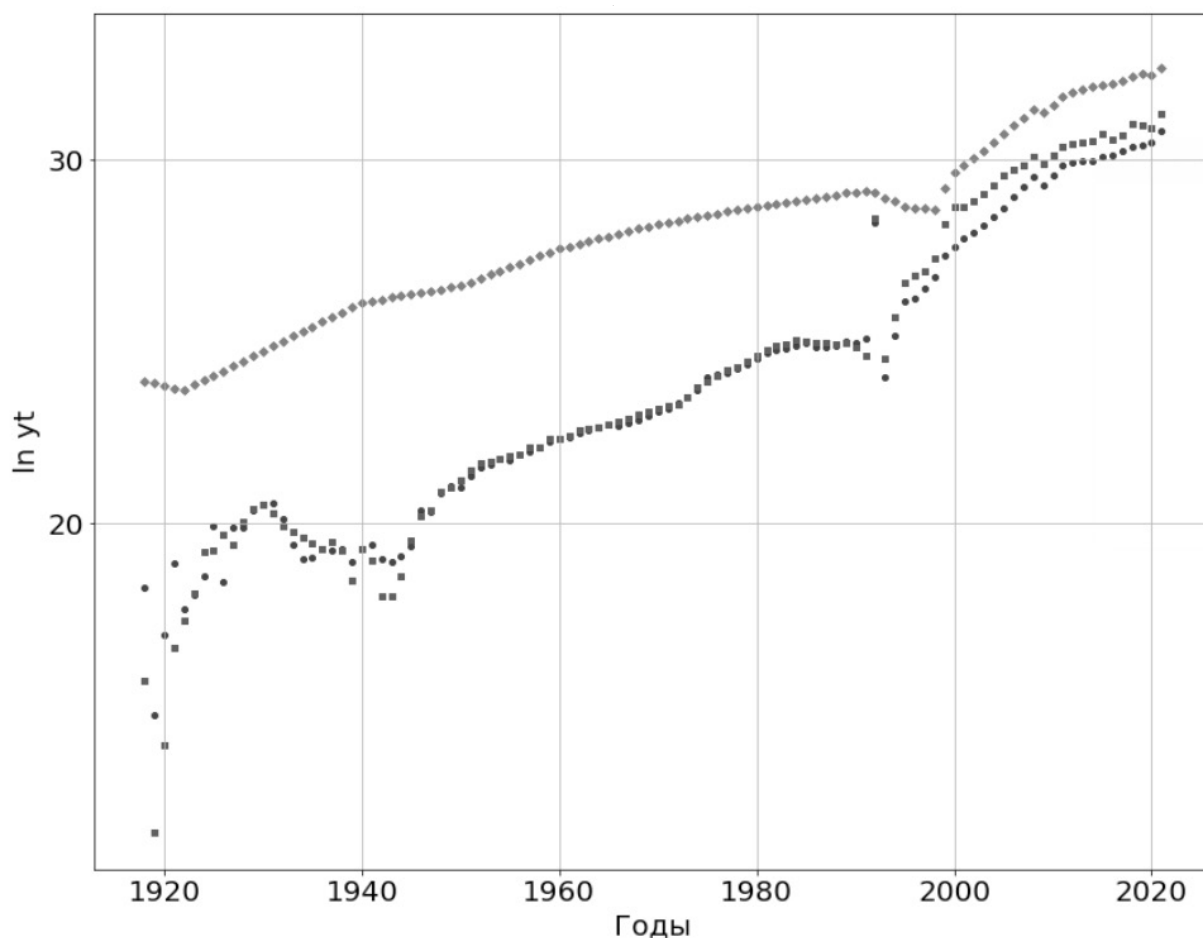


Рис. 2. Данные по импорту и экспорту России в координатах $\ln(y) \sim t$.
 ◆ — ВВП, ● — Импорт, ■ — Экспорт.

1945 года, конца Второй мировой войны, и до 1992–1993 годов, времени перестройки в СССР, страна характеризовалась одинаковым уровнем импорта и экспорта.

После перестройки, в России экспорт стал превышать импорт, из-за чего страна стала экспортёром. Теперь приступим к анализу представленных макроэкономических показателей, при помощи ранее описанных методов.

Известно, что в период кризисов наблюдаются большие колебания показателей развития относительно тренда. По соотношению (1) из исходных данных исключим тренд, взяв за Δt значение равное 5 годам, рис. 3.

Можем заметить, что рубежи особо сильных колебаний в данных с исключённым трендом идут в интервале 60 лет. Этот интервал соответствует основному циклу китайского календаря и при этом известен как большой цикл конъюнктуры Н.Д. Кондратьева.

Для детализации внутренней структуры процесса, в соответствии со структурой ячейки развития (рис. 1), считая $T_k = 60$ лет, получим почти-период в e раз мень-

ший $T_{k-1} = \frac{60}{e} \approx 22$ года. Стоит отметить, что данный период соответствует периоду солнечного цикла, проявление которого было рассмотрено в монографии Чижевского А.Л. «Земное эхо солнечных бурь»^[7].

Сдвиговая функция (2) показывает наличие почти-периода в 22 года (рис. 4).

На основе почти-периода в 22 года построим ячейку развития, согласно синхронизации арифметической и геометрической прогрессий с модулем e (3) результат построения представлен на рис. 5.

Характерные рубежи были получены следующие: значению нуля соответствует 1914 год, значению единицы соответствует 1918 год, значению e — 1924 год, значению

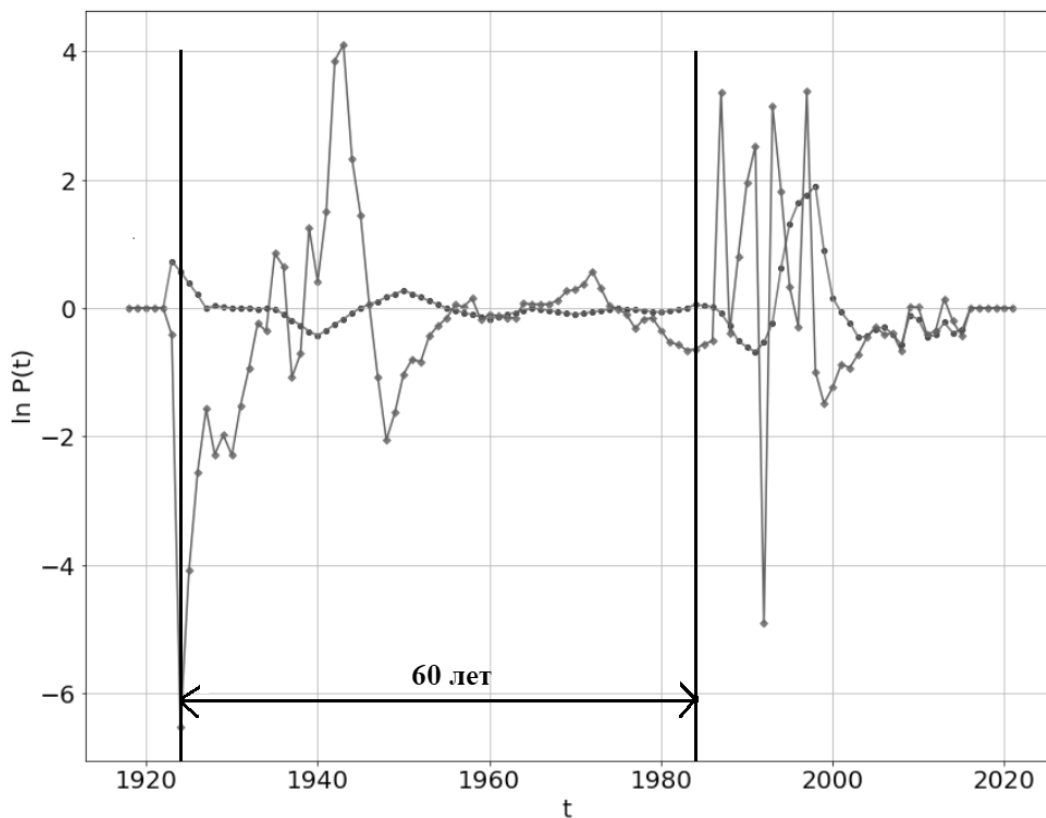


Рис. 3. Исключение тренда для данных при $\Delta t = 5$.
 ◆ — Экспорт, ● — ВВП.

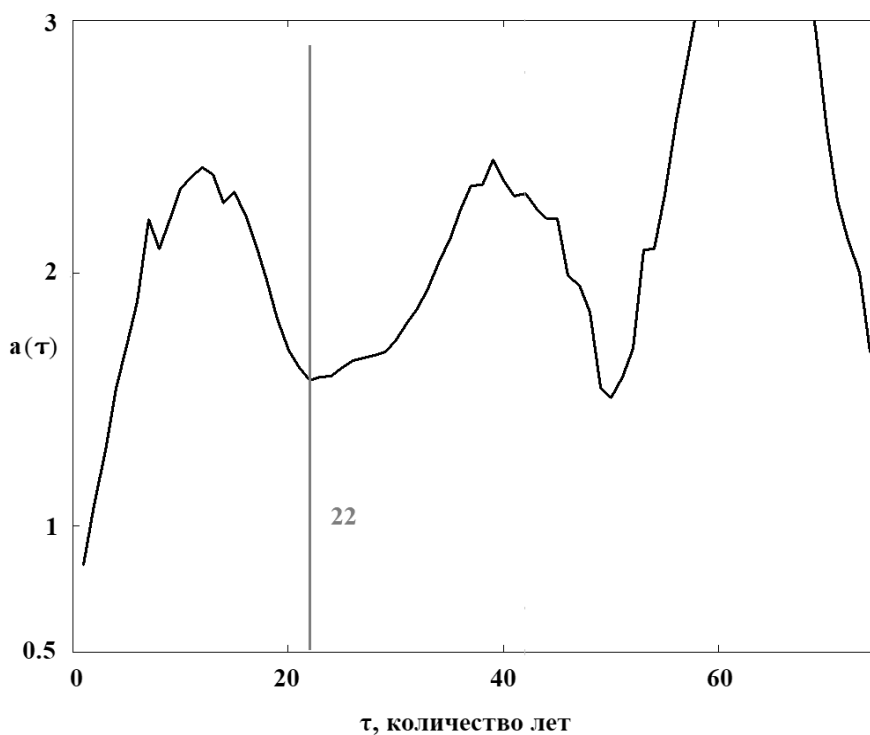


Рис. 4. Сдвиговая функция для данных по экспорту.

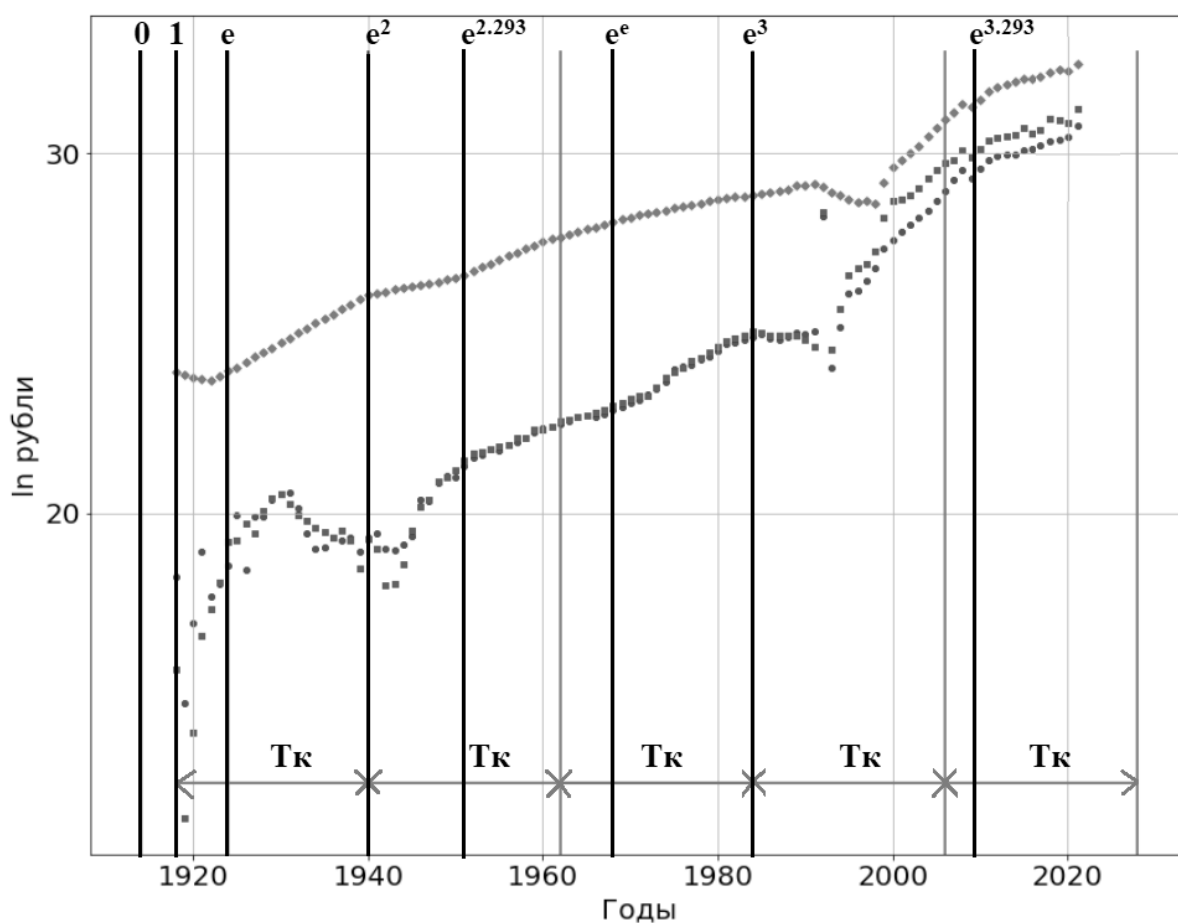


Рис. 5. Ячейка развития на основе почти-периода в 22 года.

◆ — ВВП, ● — Импорт, ■ — Экспорт.

e^2 –1940 год, конец второго почти-периода приходится на 1962 год, значению $e^{2.293}$, он же $e^3/2$, соответствует 1951 год, значению e^e — 1968 год, значению e^3 –1984 год. В выделенных рубежах можно наблюдать смену тенденций поведения представленных макроэкономических процессов. Отложив ещё 2 почти-периода получим значение равное 2006 году и прогнозную оценку на 2028 год, в котором ожидается очередная смена структуры в экономике России. Дополнительно, стоит отметить, что на 2009 приходится критический уровень $e^{3.293}$.

Выявленные рубежи являются значимыми в истории развития России. 1914 год, характеризуется началом Первой мировой войны. 1918 год знаменует окончанием Первой мировой войны и революцией в стране. В 1924 году началась индустриализация в СССР, а в 1940 году — начало активного развития Второй мировой войны. 1951 год характеризовался окончательным восстановлением страны после Второй мировой войны. 1968 год — начальный рубеж периода застоя в СССР, а начиная с 1984 года, начался процесс распада СССР.

Отложенные рубежи после построенной ячейки развития характеризуют собой восстановление страны после распада СССР. Рубеж, приходящийся на 2009 год, знаменует собой окончательное восстановление страны после распада и укрепление экономических позиций.

В результате анализа данных макроэкономических показателей России было выявлено характерное значение почти-периода при помощи сдвиговой функции, связанное с солнечной активностью и циклами Кондратьева. Проявленность найденного значения почти-периода была продемонстрирована на исследуемых данных, а также построена на его основе ячейка развития, критические рубежи которой совпали со значимыми для страны событиями.

На основе полученных оценок ячейки развития с выявленным почти-периодом, были сделаны среднесрочные прогнозные оценки кризисов макроэкономических показателей России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исторические материалы. [Электронный ресурс] — Режим доступа: — <http://istmat.info/statistics> (дата обращения 14.10.2022)
2. TrendEconomy [Электронный ресурс] — Режим доступа: — <https://trendeconomy.ru> (дата обращения 10.10.2022)
3. Федоренко Н.П. Россия: уроки прошлого и лики будущего. — М.: ЗАО «Издательство “Экономика”», 2000. — 489 с.
4. A.A. Paramonov, V.I. Kuzmin and R.I. Dzerjinsky. Analysis of almost-periodic and almost-proportional characteristics of a representative sample local minima time series. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2020. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1047 012045
5. Кузьмин В.И., Самохин А.Б. Почти периодические функции с трендом. — М.: «ВЕСТНИК МГТУ МИРЭА» № 4 2015 Том II, 2015.
6. Кузьмин В.И., Тытик Д.Л., Гадзаов А.Ф. Дискретность и непрерывность в свойствах физико-химических систем. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014
7. Кондратьев Н.Д. Проблемы экономической динамики. М.: ЭКОНОМИКА, 1989
8. Чижевский А.Л. Космический пульс жизни. М.: МЫСЛЬ, 1995
9. Zhirmunsky A.V., Kuzmin V.I. Critical Levels in the Development of Natural System. Berlin ets. Springer-Verlag, 1988
10. Кузьмин В.И., Гадзаов А.Ф. Математические методы анализа периодических компонент нелинейных процессов и прогнозирования динамики ограниченного роста на их основе. — М.: «ВЕСТНИК МГТУ МИРЭА» № 4 2015 Том II, 2015.

© Парамонов Александр Александрович (paramonov_a_a99@mail.ru), Кузьмин Виктор Иванович (vik271935@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



РАЗРАБОТКА ЧАТ-БОТА ДЛЯ ИГРЫ В МОНОПОЛИЮ «В КОНТАКТЕ»

DEVELOPMENT OF A CHATBOT FOR THE MONOPOLY GAME VKONTAKTE

A. Pimanov

Summary. Chatbots are already an important part of the daily life of many services. For the financial sector, these are usually bots taking on the role of consultants, in social networks, bots carry entertainment and interactive functions.

This article discusses the implementation of a chatbot for the social network "In Contact", which organizes the Monopoly gameplay in group chats, through the use of the PHP scripting language and interaction with the VK API. Analytical work was carried out to identify the advantages and disadvantages of the implemented project, as well as the possibilities of its modification were evaluated.

This code can be integrated into other chatbot projects in order to expand their functionality, which can subsequently lead to attracting an active audience.

Keywords: chatbot, script, VK API, PHP, JSON, Monopoly, VKontakte.

Пиманов Андрей Евгеньевич

Технический институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова" в г. Нерюнгри

Аннотация. Чат-боты уже являются важной частью повседневной жизни многих сервисов. Для финансовой сферы — это как правило боты, берущие на себя роль консультантов, в социальных сетях боты несут развлекательную и интерактивную функции.

В данной статье рассмотрена реализация чат-бота для социальной сети «В Контакте», организующего игровой процесс Монополии в групповых чатах, посредством использования скриптового языка PHP и взаимодействия с VK API. Проведена аналитическая работа по выявлению преимуществ и недостатков реализованного проекта, а также оценены возможности его модификации.

Данный код возможно интегрировать в другие проекты чат-ботов с целью расширения их функционала, что впоследствии может привести к привлечению активной аудитории.

Ключевые слова: чат-бот, скрипт, VK API, PHP, JSON, Монополия, ВКонтакте.

Монополия — классическая настольная игра о торговле недвижимостью для двух и более человек. Цель игры — рационально используя стартовый капитал остаться единственным игроком, избежавшим банкротства.

Реализация уже существующей Монополии является абсолютно не тривиальной задачей, ведь данная игра обладает богатым набором механик и правил, которые не позволят при разработке избежать противоречащих друг другу участков кода. К тому же такие фрагменты являются многочисленными и нарушаемые между ними взаимоотношения зачастую запутаны. Усложняет задачу так же факт того, что итоговая реализация должна быть уместна в чат-боте. Вследствие данных факторов, по мере продвижения разработки необходимо расширять набор инструментов, включаемых в проект.

Так как целью проекта являлась разработка именно чат-бота, для реализации был выбран скриптовый язык общего назначения PHP. Благодаря чему взаимодействие с социальной сетью было максимально упрощено. Связь с «В Контакте» удалось реализовать с помощью VK API. VK API — это интерфейс, который позволяет

получать информацию из базы данных vk.com с помощью http-запросов к специальному серверу.

В основе проекта заложен объектно-ориентированный подход. Все функции были сгруппированы по их назначению и перенесены в методы соответствующих классов. На рисунке 1 изображена схема исполняемых файлов проекта, отображающая взаимодействие между файлами.

Файлы config.php, vk.php и monopoly.php описывают классы, в то же время файл script.php является скриптом, в котором сосредоточена вся логика проекта. Класс Config содержит константы для взаимодействия с VK API, такие как версия API, токен сообщества и строку для подтверждения сервера. Класс VK описанный в файле vk.php содержит методы для взаимодействия с VK API. Данный класс использует константы из класса Config и содержит следующие методы: конструктор для подтверждения сервера и сбора информации из входящего JSON запроса; метод отправки ответа в формате JSON; метод для отправки сообщения; метод для загрузки изображений на сервера «В Контакте»; метод для получения url адреса по которому необходимо будет загрузить изображения; метод для сохранения изо-

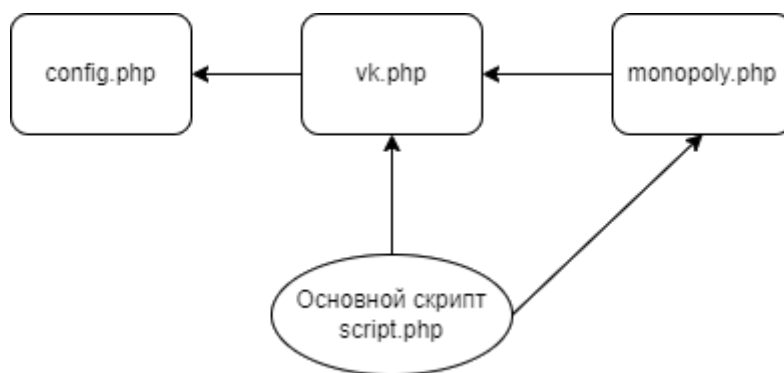


Рис. 1. Схема проекта

бражения на серверах «В Контакте». Класс Monopoly объединил в себе методы затрагивающие реализацию любых игровых механик, при этом его методы обращаются к методам класса VK. Класс Monopoly содержит следующие методы: прорисовка игрового стола; размещение элементов на игровом столе; размещение фишек на игровом столе; сбор баланса игроков; селектор цвета; определение текущего хода; передача хода; проверка нарушения игровых условий.

Скрипт script.php, взаимодействующий со всеми перечисленными классами посредственно и непосредственно, не способен реализовать эффективную работу с множеством игровых сессий, не прибегая к СУБД. По этой причине была создана база данных monopoly, содержащая следующие таблицы: vk_donut; sample_map; sample_game_parameters; information_about_fields.

Таблица vk_donut состоит из одного естественного первичного ключа целочисленного типа. Поле предназначено для хранения идентификаторов пользователей, которые смогут начать игру в Монополию. Такое ограничение позволяет сэкономить вычислительные ресурсы.

Таблица sample_map состоит из суррогатного первичного ключа целочисленного типа, столбца name типа varchar для названия игрового поля, целочисленных полей recruiter и level для хранения информации о владельце поля и количестве звёзд для каждой франшизы. Посредством копирования данной таблицы, получается новая таблица, хранящая информацию о всех игровых полях в сессии. Созданная таким образом таблица будет носить название {\$peer_id}_map, где {\$peer_id} идентификатор беседы.

Таблица sample_game_parameters состоит из суррогатного первичного ключа целочисленного типа, столбца parameters типа varchar для хранения названия

параметров и целочисленного столбца value для значения параметров. Посредством копирования данной таблицы, получается новая таблица, хранящая информацию о игровой сессии и действующей в них правилах. Созданная таким образом таблица будет носить название {\$peer_id}_game_parameters. Данная таблица включает следующие игровые параметры:

Таблица information_about_fields состоит из: суррогатного первичного ключа целочисленного типа; столбцов name и franchise типа varchar хранящих имена игровых полей и названий сегментов рынка; столбца rent типа JSON содержащего размеры арендных плат для полей в зависимости от количества построенных филиалов; так же из целочисленных столбцов field_cost, field_deposit, field_redemption и purchase_of_a_branch хранящих информацию о стоимости поля, вознаграждения за залог поля, размера выкупа поля и стоимости поля соответственно; столбцов coordinates_for_chips, coordinates_for_field_colors, coordinates_for_stars и coordinates_for_text типа JSON для хранения координат наложения фишек, цветов полей, звёзд и текста поверх заготовленного изображения. Данная таблица хранит неизменяемую в процессе информацию об игровых полях, которую нет необходимости дублировать в таблице sample_map и всех от неё производных.

При формировании игровой сессии создаётся ещё одна таблица. Своей структурой, она не повторяет уже существующую, а имеет свою независимую. Эта же таблица необходима для сохранения информации о каждом игроке. Она носит имя {\$peer_id}_players и состоит из следующих столбцов: суррогатного первичного ключа целочисленного типа; целочисленных столбцов user_id и color для хранения идентификатора пользователя в социальной сети и номера цвета игрока соответственно; столбец money типа float для хранения денежной суммы доступной игроку; целочисленные столбцы cell, refused_the_auction, arrest для хранения информации о номере поля на котором стоит игрок, статусе

Таблица 1

Название параметра	Значение по умолчанию	Описание параметра
type_game	2	Определяет формат игры из следующих вариантов: 2 — два игрока; 3 — три игрока; 4 — четыре игрока; 5 — командная игра 2 на 2;
current_move	1	Определяет номер цвета игрока, которому принадлежит текущий ход
waiting_for_a_move	0	Выступает в роли ограничителя, не позволяющего выполнить команды не по месту их назначения
building_a_branch	1	Указывает на возможность строительства филиалов
field_participating_in_auction	0	Указывает на то, что поле разыгрывается на аукционе
cost_of_the_field_at_auction	0	Описывает текущую стоимость поля на аукционе
current_move_auction	0	Определяет номер цвета игрока, которому принадлежит текущий ход на аукционе
fine	0	Определяет размер текущего штрафа
duplicate	0	Указывает количество выброшенных дублей подряд
load_game	0	Указывает на то, что игра была сформирована и начата

участника аукциона и количестве ходов проведённых игроком в тюрьме соответственно; два столбца типа JSON — `jackpot` для хранения выбранных чисел игроком находящимся на поле Джепот и столбец `deal` для хранения объектов сделки осуществляющейся между игроками.

На данном этапе для скрипта `script.php` описаны все классы и некоторые инструменты для начала работы. Сначала в скрипт подключается класс `VK` и создаётся его объект `vk`, следующим этапом инициализируется подключение к базе данных. Далее необходимо проверять тип пришедшего события, и если оно соответствует `message_new` тогда скрипт должен приступить к извлечению идентификатора беседы, автора сообщения и его содержимого. После подключается класс `Monopoly` и инициализируется его объект, присваиваются полям класса объекты `vk` и `mysqli`. Из таблицы `vk_donut` запрашивается идентификатор пользователя, совпадающий с идентификатором автора сообщения. Если идентификатор автора сообщения присутствует в таблице, он сможет начать игру и выбрать её режим. Пользователи, которые не входят в данный список, таким функционалом не владеют, но могут присоединиться к сформированной игре. После формирования игры в базе данных появятся 3 новые таблицы, описанные ранее и начинающиеся на `{peer_id}`. Это необходимо для того, чтобы ограничить диапазон пользователей способных начать игру, и в последующем обеспечить экономный расход вычислительных ресурсов.

Стоит учитывать, что проверка на наличие идентификатора автора в таблице `vk_donut` должна выпол-

няться только в том случае, если в базе данных отсутствуют 3 таблицы, описывающие игровую сессию. Именно с помощью этой проверки отделяются команды для формирования игры и игровые команды. Перед выполнением игровых команд необходимо записать все игровые параметры из соответствующей таблицы в соответствующие переменные и проверить значение параметра `load_game`. Данный параметр позволяет выполнять игровые команды даже по мере выхода игроков из игры.

Теперь следуют блоки кода ответственные за выполнения игровых команд. Здесь используется разделение на команды доступные в любое время игры и команды доступные лишь во время проведения аукциона. Данная проверка возможна только благодаря таблице, хранящей параметры. В каждом таком блоке для определения введённой команды используется оператор `switch`. Подаваемое ему значение сравнивается с `true`, что даёт возможность занести в каждый `case` более сложное условие. Это позволяет более гибко использовать оператор `switch`, в отличии от стандартного варианта его эксплуатации. Почти каждая команда содержит обращение к методу `checking_game_conditions` класса `Monopoly`, с передачей ассоциативного двумерного массива, где ключом является условие для проверки, а значением является массив с индивидуальными проверяемыми аргументами для каждого ключа. Если хоть одно условие не выполняется, метод возвращает текстовое сообщение об ошибке, которое будет отправлено в беседу. В ином случае метод вернёт `false`, что приводит к выполнению основной функции команды. Например, команда “бросить кубики” устроена следующим образом. Коман-

да с помощью функции `rand` генерирует два значения на кубиках, сохраняя их в массив `$dice` из двух элементов. Выбрав случайные значения, происходит проверка поля таблицы `arrest` для игрока, бросившего кубики. Если игрок, находящийся в тюрьме, выбросит дубль, то значение `arrest` обнулится, и игрок сможет выбросить кубик повторно, чтобы продолжить передвижения по игровым полям. В ином случае игрока либо заставят заплатить залог для выхода из тюрьмы, либо игрок сможет попробовать выбросить дубль во время своего следующего хода, при том условии что таких попыток не было совершено на момент броска три. В случае, когда игроку не удастся выйти из тюрьмы и количество попыток при этом не превышает трёх, происходит обращение к методу `pass_the_move` класса `Monopoly` ответственному за передачу хода следующему игроку. Очень часто каждая выполняемая команда приводит к отправке особенного сообщения в беседу с помощью метода `assembling_a_game_card` опять же принадлежащего классу `Monopoly`. Данный метод отличается тем, что формирует изображение игрового стола и прикрепляет его к отправляемому сообщению. Устройство метода `assembling_a_game_card` рассмотрено ниже. Если игрок не находится сейчас в тюрьме, на выполнение последует другой фрагмент кода. Посредством прибавления значения номера ячейки, на которой располагается фишка игрока, к сумме элементов массива `$dice`, достигается передвижение фишки игрока по полю. Также фиксируется момент, когда игрок проходит очередной круг для начисления соответствующих бонусов. Вследствие данной фиксации изменяются таблицы `{peer_id}_game_parameters` и `{peer_id}_players` таким образом, чтобы игрок выбросивший дубль смог совершить ход ещё раз или попасть в тюрьму за выброс дубля более трёх раз подряд. После того как фишка игрока переместилась по игровому полю, следует провести работу с тем полем на которое игрок попал. Для поля "Старт", с которого начинается передвижение игроков, начисляется дополнительный бонус за прохождения круга в размере 1000 денежных единиц. Для полей "Подходный налог" и "Налог на роскошь", взимаются соответствующие денежные штрафы. Для поля "Полицейский участок" отправляется сообщение об экскурсии по полицейскому участку. Поле "Джекпот" представляет из себя большой алгоритм для реализации ставок на выбранные числа, выпавшие на кубике. Поле "Полицейский" отправляет игрока в тюрьму. Поле "Шанс" вызывает одно из случайных событий: телепортация в случайное место на карте; награждение или штраф в разном размере и так далее. Другие исходы касаются полей с предприятиями, которые могут быть в хозяйстве у одного из игроков, заложены или вовсе никому не принадлежать. Если игрок сделавший шаг наступил на поле другого игрока, необходимо предложить игроку бросившему кубики оплатить штраф. Если поле в залоге, стоит просто передать ход следующему игроку.

Для поля не имеющего владельца, игроку, бросавшему кубики, необходимо предложить купить поле или выставить его на аукцион. Взаимосвязь между командами является достаточно высокой. В процессе меняется значение параметра `waiting_for_a_move`, который вместе с ранее рассмотренным методом проверки игровых условий `checking_game_conditions` не позволяет нарушать ход игры.

Выше упоминался метод `assembling_a_game_card`, являющийся частью класса `Monopoly`, используемый для формирования и прикрепления изображения игрового стола. Данный метод вызывается очень часто и обеспечивает игрокам интерактивное сопровождение их игровой сессии. Итоговое изображение формируется из наложения друг на друга заранее заготовленных изображений и текста. Первым слоем всегда располагается игровая карта без изображений логотипов компаний. На ней изображена лишь общая разметка с игровыми полями, такими как: поле "Старт"; "Полицейский участок", поле "Джекпот" и так далее. Следующим шагом возле соответствующих предприятий наносится изменяемая в зависимости от их статуса информация о стоимости и аренде. Дальше наносится фоновый цвет поля, чтобы указать принадлежность поля игроку по его цвету. Теперь можно наложить логотип поля. Следующим этапом накладываются фишки игроков, далее звёзды и индикатор статуса заложенности поля. Такой порядок необходим, чтобы избежать перекрытия элементов друг другом. Изображение сохраняется под названием `{peer_id}_map` в расширении `jpg`. Работа с графикой осуществляется с помощью встроенной библиотеки `GD library`. После, изображение загружается на сервера «В Контакте», там же сохраняется и отправляется в групповой чат.

Для загрузки изображений в классе `VK` предусмотрены следующие три метода: `photos_get_messages_upload_server`, `photos_upload_server` и `photos_save_messages_photo`. Первый из них необходим для получения `url` адреса, по которому будет загружено изображение. Второй используется для загрузки изображения по ранее полученному адресу с помощью `cURL`. И третий для сохранения изображений на серверах «В Контакте» с помощью данных, полученных от предыдущего метода. После сохранения изображения, отправить сообщение можно с помощью метода `messages_send` принимающего аргументы: `peer_id` — идентификатор группового чата; `message` — текст сообщения; `attachment` — идентификатор вложения; `keyboard` — клавиатура в формате `JSON` используемая в проекте для обеспечения лучшего игрового опыта.

В данном материале была рассмотрена реализация игрового чат-бота для игры в Монополию в социальной

сети «В Контакте». Преимуществами данного алгоритма можно считать грамотное использование расширений и библиотек, а также соответствие стандарту оформления кода PSR. При наличии специальных навыков по работе с PHP, SQL и базами данных, модификация скрипта не должна составить слишком больших затруднений,

хотя и лёгкой данную процедуру считать нельзя. Например, без больших усилий можно расширить максимальное количество игроков в рамках игровой сессии или внести изменения позволяющие создавать в рамках одной беседы несколько игровых сессий одновременно. С кодом проекта можно ознакомиться на GitHub.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный веб-сайт «В Контакте», раздел «Для разработчиков» [Электронный ресурс]. URL: <https://dev.vk.com/reference> (дата обращения: 04.02.2022).
2. Официальный веб-сайт «php.net», раздел «Руководство по PHP» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.php.net/manual/ru/index.php> (дата обращения: 04.02.2022).
3. Карпова И.П. Базы данных. — М.: Питер, 2013. С. 3–31
4. Кузнецов М.В., Симдянов И.В. Самоучитель PHP 7. — СПб.: БХВ-Петербург, 2018. С. 143–151.
5. Джеймс Р. Грофф, Пол Н. Вайнберг, Эндрю Дж. Оппель. SQL. Полное руководство. — Вильямс, 2018. С. 95–148.
6. Официальный веб-сайт «GitHub», репозиторий [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/Aiciokizava/bot-for-monopoly>

© Пиманов Андрей Евгеньевич.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Политехнический институт (филиал) СВФУ им. М.К. Аммосова

АНАЛИЗ СТРУКТУРНОЙ НАДЕЖНОСТИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

STRUCTURAL RELIABILITY ANALYSIS OF SPACE VEHICLES USING NEURAL NETWORKS

**P. Pomortsev
D. Kireev
R. Lesnichenko
M. Lesnichenko**

Summary. Predicting the service life of spacecraft is an urgent problem due to the complexity of designs and inaccessibility. Before the launch of the mission, the spacecraft undergoes ground tests and effective training. However, many missions experience temporary or permanent failures resulting in failure. Although there is no perfect system that can prevent any failure, analysis of past failures shows that adequate testing, redundancy and flexibility are the keys to a reliable spacecraft failure recovery system. It was revealed that the causes of failures have a different physical nature, among which an important place is occupied by mechanical problems associated with the elasto-elastic properties of the materials of the supporting structures. To analyze the mechanical reliability of structural elements of space technology, it is proposed to use neural networks as a modern apparatus for analysis and modeling with a large amount of input data. Neural networks allow you to effectively analyze a large amount of data and obtain fairly accurate reliability estimates. The backpropagation neural network algorithm has been successfully used to obtain rough estimates of critical load factors and has shown significant reliability with respect to training set selection and network architecture in predicting failure probability.

Keywords: neural network, reliability, spacecraft, mechanical failure, error, modeling.

Поморцев Павел Михайлович

Канд. тех. наук, доцент
Институт подготовки кадров машиностроения
и приборостроения
г. Королев
kaf34@yandex.ru

Киреев Дмитрий Геннадьевич

Канд. тех. наук
Институт подготовки кадров машиностроения
и приборостроения
г. Королев
kaf34@yandex.ru

Лесниченко Роман Иванович

Канд. тех. наук
Институт подготовки кадров машиностроения
и приборостроения
г. Королев
kaf34@yandex.ru

Лесниченко Максим Романович

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана
г. Москва
kaf34@yandex.ru

Аннотация. Прогнозирование срока службы космических аппаратов является актуальной проблемой из-за сложности конструкций и труднодоступности. Перед запуском миссии космический аппарат проходит наземные испытания и эффективную подготовку. Однако, многие миссии испытывают временные или постоянные неудачи, что приводит к провалу. Хотя не существует совершенной системы, которая могла бы предотвратить любой сбой, анализ неисправностей прошлых лет показывает, что адекватное тестирование, резервирование и гибкость являются ключом к надежной системе восстановления после сбоев космического аппарата. Выявлено, что причины отказов имеют различную физическую природу, среди которых важное место занимают механические проблемы, связанные с эластопругими свойствами материалов несущих конструкций. Для анализа механической надежности элементов конструкций космической техники предложено использовать нейросети, как современный аппарат анализа и моделирования с большим количеством входных данных. Нейросети позволяют эффективно анализировать большой объем данных и получать достаточно точные оценки надежности. Алгоритм нейронной сети обратного распространения был успешно использован для получения приблизительных оценок факторов критической нагрузки и показал значительную надежность в отношении выбора обучающего набора и сетевой архитектуры при прогнозировании вероятности отказа.

Ключевые слова: нейросеть, надежность, космический аппарат, механический отказ, погрешность, моделирование.

Введение

Теория и методы обеспечения надежности конструкций значительно развились за последние годы и были задокументированы в большом числе публикаций [1, 2]. Эти достижения в теории надежности конструкций и достижение более точной количественной оценки неопределенностей, связанных со структурными нагрузками и сопротивлениями, стимулировали интерес к вероятностной обработке конструкций. Надежность конструкции или вероятность ее отказа является важным фактором в процедура проектирования, поскольку она исследует вероятность того, что конструкция успешно выполнит свои проектные требования. Анализ надежности приводит к мерам безопасности, которые инженер-проектировщик должен принимать во внимание из-за вышеупомянутых неопределенностей.

В связи с рядом отказов и существенных неисправностей, отмеченных на ряде современных космических аппаратов (КА), аналитики считают, что нерешенные проблемы надежности являются реальным фактором, влияющим на развитие спутниковой отрасли [3]. На рис. 1 приведён анализ количества отказов для отечественной и зарубежной техники, а также сравнение гарантийного и фактического сроков службы космических станций.

Подробный анализ причин отказов в модулях, запущенных КА приведен в работах [4–6]. Распределение отказов в зависимости от физической природы показано на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что механические отказы занимают второе место по частоте после электрических. В данной работе авторами предлагается исследовать надежность конструкций КА с использованием нейронных сетей, позволяющих провести интеллектуальную обработку данных.

Методы

Методы надежности первого и второго порядка, разработанные для оценки надежности конструкции [7] приводят к формулировкам, требующим предварительного знания только средних значений и дисперсий составляющих случайных величин и определения дифференцируемой функции отказа. Для мелкомасштабных задач такого рода методы оказываются очень эффективными, но для крупномасштабных задач и / или большого количества случайных величин методы моделирования методом Монте-Карло имеют преимущество.

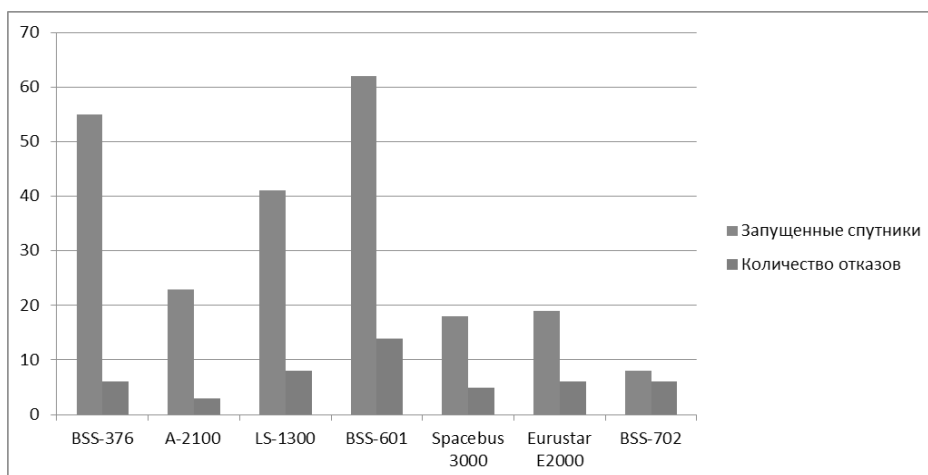
Использование методов искусственного интеллекта, таких как нейронные сети (НС) были изучены ранее

в контексте оптимального проектирования структурных систем [8]. Основное преимущество правильно обученной НС заключается в том, что для получения приемлемого приближенного решения требуются тривиальные вычислительные усилия. Такие приближения полезны в ситуациях, когда фактические вычисления отклика требуют больших затрат ЦП и требуется быстрая оценка. Структурные нагрузки и свойства материала могут рассматриваться как зависящие от времени или независимые, в то время как область отказа может рассматриваться как временной вариант или инвариант. В настоящем исследовании проводится инвариантный по времени анализ структурной надежности в сочетании с НС. Сначала НС обучается, используя доступную информацию, полученную в результате выбранных эластопластических анализов [9, 10]. Данные анализа предельного состояния были обработаны для получения входных и выходных пар, которые использовались для создания обученной НС, которая затем используется для прогнозирования критического коэффициента нагрузки из-за различных наборов базовых случайных величин. После прогнозирования критических коэффициентов нагрузки вероятность отказа рассчитывается с помощью метода Монте Карло.

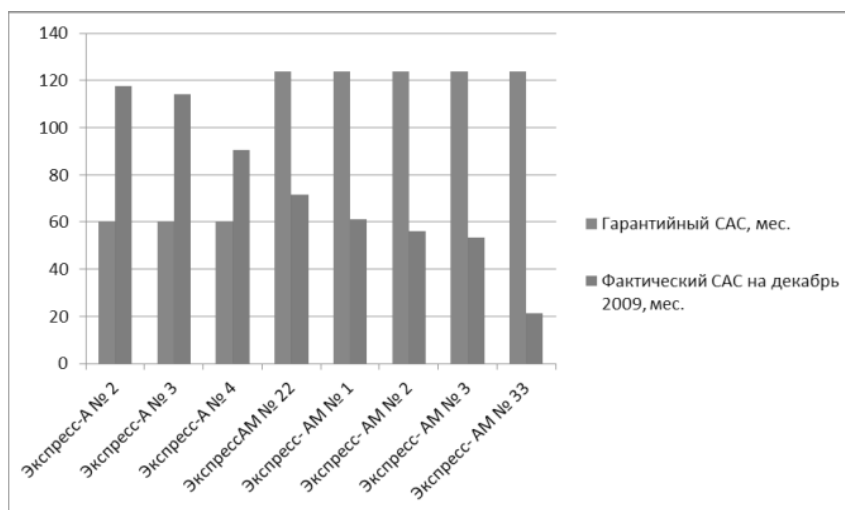
Базовая модель обрабатываемого элемента показана на рис. 3. Нейронная сеть состоит из нескольких элементов обработки, связанных вместе. В алгоритме обратного распространения (ОР) обучение выполняется, когда набор входных обучающих шаблонов распространяется по сети, состоящей из входного слоя, одного или более скрытых слоев и выходного слоя, как показано на рис. 4. Каждый слой имеет соответствующие блоки (элементы обработки, нейроны или узлы) и весовые связи. Единый шаблон обучения — это вектор строк ввода-вывода значений ввода-вывода во всей матрице обучающего набора ввода-вывода. Входные сигналы x_i , $i = 1, 2, \dots, n$, принимаются входным слоем; в модели входные сигналы умножаются на веса соединений $w_{p, ij}$.

В исследуемом случае основная цель состоит в том, чтобы исследовать способность НС прогнозировать нагрузку на разрушение с помощью алгоритма обратного распространения. Эта цель включает в себя следующие задачи: 1) выбрать надлежащий обучающий набор; 2) найти подходящую сетевую архитектуру; 3) определить соответствующие значения характерных параметров, таких как скорость обучения и импульсная характеристика.

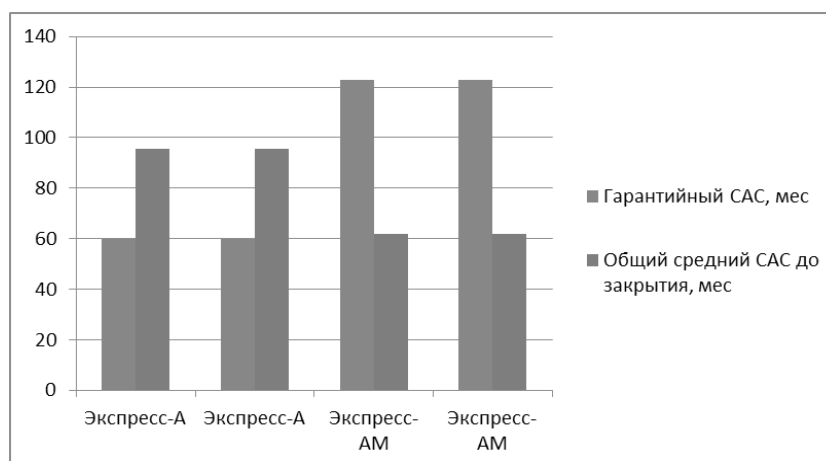
Выходные данные сигмоидной функции, используемой в обычном алгоритме, находятся в диапазоне от 0 до 1. Таким образом, для того, чтобы получить значимые результаты, выходные значения шаблонов обуче-



а



б



в

Рис. 1. а) отказы зарубежных космических аппаратов; б) гарантийный и фактический сроки активного существования (САС) отечественных КА; в) сравнение гарантийного САС и до закрытия станции.

Источник: скомпилировано авторами



Рис. 2. Типы причин отказов КА. Источник: скомпилировано авторами.

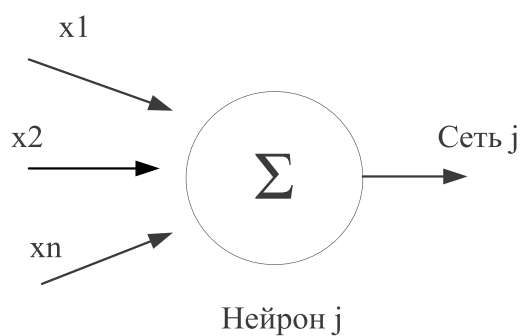


Рис. 3. Базовая модель обрабатывающего элемента

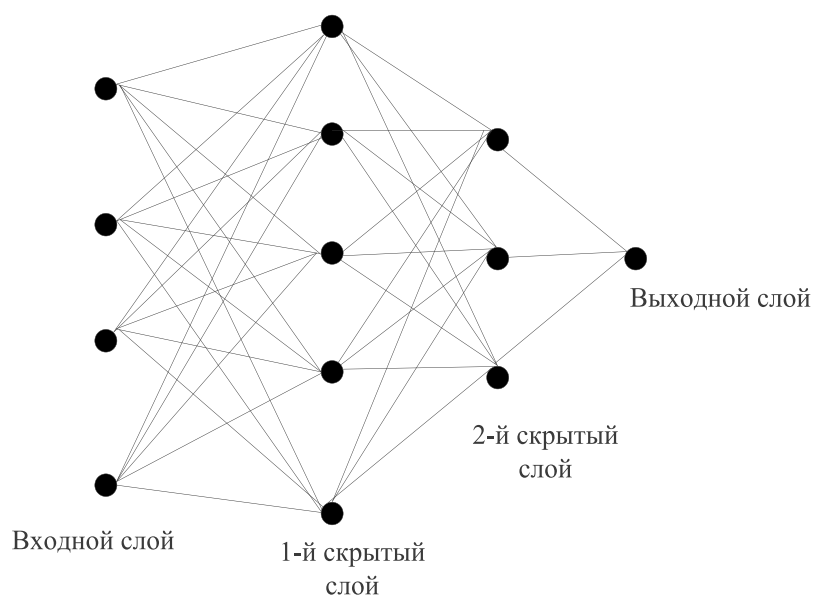


Рис. 4. Конфигурация НС

ния должны быть нормализованы в том же диапазоне. По мере обучения сети веса могут быть скорректированы до очень больших значений. Это может заставить все или большинство нейронов работать при больших выходных значениях в области, где производная функции активации очень мала. Поскольку коррекция весов зависит от производной сигмоидной функции, сеть может фактически остановиться. Инициализация весов небольшими случайными значениями помогла бы избежать этой ситуации, однако более целесообразно нормализовать входные шаблоны, чтобы они также были между 0 и 1.

Обычно существует два типа сетей, а именно полностью подключенные сети и сети с шаблоном подключения [11–13]. В полностью подключенной сети, как показано на рис. 4, каждое устройство в слое подключено ко всем устройствам предыдущего и следующего уровней. Этот тип сетевой архитектуры широко используется. Альтернативно, может быть создана некоторая локальная ассоциативность между блоками или количество соединений может быть уменьшено, создавая шаблонно связанную сеть. Количество нейронов, которые будут использоваться в скрытых слоях, неизвестно заранее и обычно оценивается методом проб и ошибок. На первом этапе обучения удобно постепенно увеличивать количество скрытых слоев, а затем, после достижения желаемой сходимости, попытаться удалить некоторые из них, чтобы найти минимальный размер сети, который выполняет желаемую задачу.

В этой работе используется полностью подключенная сеть. Количество выполняемых обычных вычислений пошагового анализа пределов находится в диапазоне от 20 до 60, в то время как от 10 до 20 из них выбираются для получения пар (входы-выходы) для обучения НС. Этот выбор основан на требовании, чтобы в процедуре обучения был представлен весь спектр возможных результатов. Центральные точки внутри интервалов используются в качестве входных данных для анализа предельного состояния.

Базовая конфигурация NN, используемая в этом исследовании, выбрана так, чтобы иметь один скрытый слой. Тесты, проведенные для более чем одного скрытого слоя, не показали существенного улучшения полученных результатов. На основе этой конфигурации тестируются различные архитектуры НС, чтобы найти наиболее подходящую в условия наименьшей ошибки прогнозирования. Это делается либо путем прямого сравнения прогнозируемых с «точными» результатами, полученными с помощью предельного упруго-пластического анализа, либо с помощью среднеквадратичной ошибки, которая задается как

$$e_{\text{ср.кв.}} = \sqrt{\frac{1}{N_p N_{\text{вых}}} \sum_{N_p} \sum_{i=1}^{N_{\text{вых}}} (t_i - r_i)^2},$$

где N_p — общее количество пар ввода-вывода в обучающем наборе, а $N_{\text{вых}}$ — количество выходных единиц; t_i и r_i — целевой и наблюдаемый выходы для узла i выходного слоя.

Среднеквадратичная ошибка дает меру разницы между прогнозируемыми значениями в каждом цикле НС и «точными» значениями. случайных величин. Затем результаты обрабатываются с помощью метода Монте Карло для вычисления вероятности отказа.

Результаты

При анализе надежности упругопластических конструкций с использованием метода Монте Карло вычисленные коэффициенты критической нагрузки сравниваются с соответствующей внешней нагрузкой, что приводит к вычислению вероятности разрушения конструкции. Путем аппроксимации «точного» решения с помощью нейросетевого моделирования.

Рассмотрим несущую конструкцию. Пусть единичная нагрузка прикладывается к верхней части. Предел текучести считается случайной величиной с заданной функцией плотности вероятности. Когда внешняя нагрузка меньше критического коэффициента нагрузки, $Z(X)$, от Eq. (5) принимает значение 1, в противном случае оно становится 0. Тип функций плотности вероятности (PDF), средние значения (μ) и стандартные отклонения (σ) для всех переменных представлены в таблице 1. Предполагается нормальное распределение для функции выборки важности $g(x)$ нагрузки. Предполагается, что среднее значение $g(x)$ соответствует нагрузке на отказ, когда все остальные случайные величины сохраняются на уровне их средних значений. То свойства функций плотности вероятности IS показаны в таблице 2 для всех тестовых случаев.

В первом тестовом примере ($i=1, j=7, k=1$, где i — количество входных нейронов, j — количество выходных нейронов, k — количество слоев) были использованы двадцать значений предела текучести в качестве входных переменных для предельного упругопластического анализа. Десять из них были выбраны вместе с соответствующими им «точными» коэффициентами критической нагрузки, полученными в результате предельного упругопластического анализа в качестве обучающего набора. Остальные «точные» пары используются для проверки точности НС предсказания. Для тестовых случаев 2 ($i=2, j=6, k=1$) и 3 ($i=3, j=7, k=1$) применяется аналогичная процедура. В этих случаях было обработано 30 и 60 комбинаций 2 и 3 основных

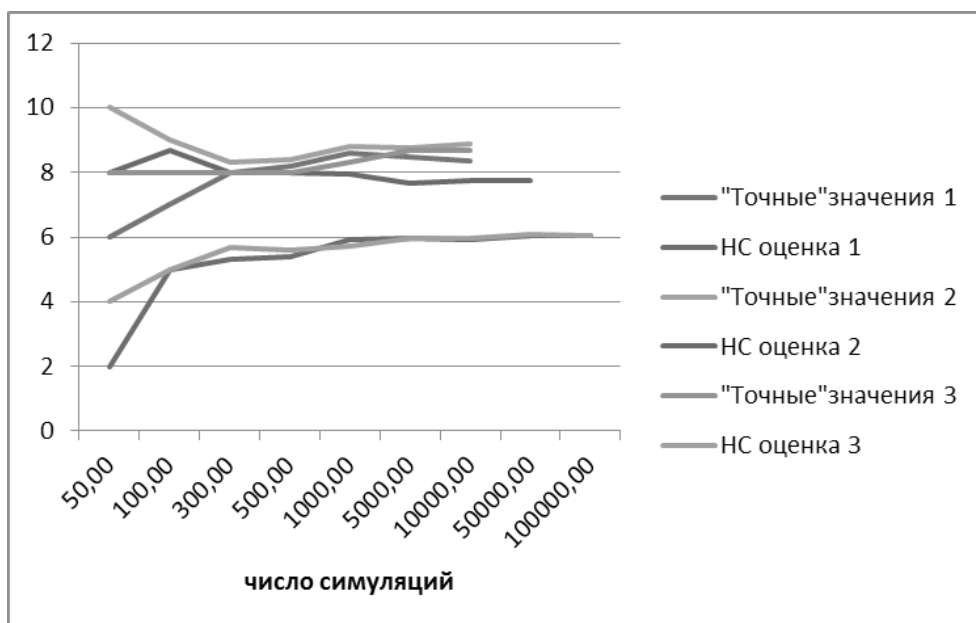


Рис. 5. Зависимость вероятности отказа от числа симуляций для трех типов НС

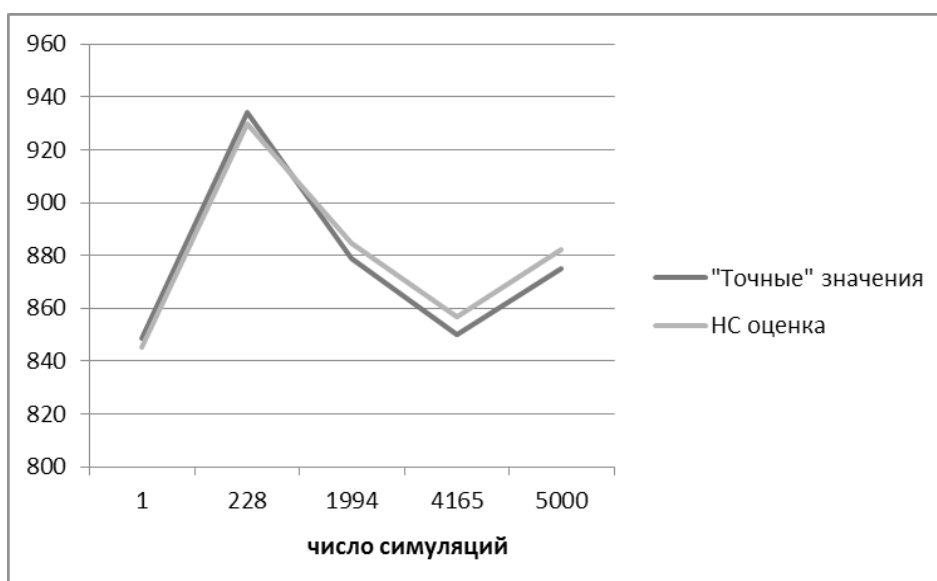


Рис. 6. Зависимость коэффициента критической нагрузки от числа симуляций.

случайных величин, в то время как 13 и 19 из них были окончательно отобраны вместе с соответствующими им коэффициентами критической нагрузки для целей обучения, соответственно. Результаты для различного количества симуляций представлены на рис. 5.

Из рис. 5 можно отметить, что в случае базового моделирования максимальная разница прогнозируемой вероятности отказа по отношению к «точной» составляет 30%. На рис. 6 показано сравнение между «точ-

ными» и прогнозируемыми значениями коэффициента критической нагрузки для пяти случайно выбранных симуляций.

Результаты показывают, что максимальная погрешность составляет всего 1,5%. Это связано с тем, что вероятность отказа демонстрирует высокую чувствительность по отношению к слегка измененному (из-за нейросетевого приближения) пространству выборок упругих сопротивлений.

Заключение

В данной статье представлено применение нейронных сетей для анализа надежности сложных структурных систем КА, в которых отказ системы происходит из-за пластического коллапса. Приблизительные концепции, присущие анализу надежности, и трудоемкие требования к повторным анализам, связанным с моделированием методом Монте-Карло, побудили к использованию нейронных сетей.

Использование нейронных сетей позволяет практически устранить любые ограничения на масштаб проблемы и размер выборки, используемой для моделирования методом Монте-Карло, при условии, что прогнозируемые критические коэффициенты нагрузки, соответствующие различным моделям, находятся в пределах допустимых допусков.

Алгоритм нейронной сети обратного распространения успешно используется для получения приблизительных оценок факторов критической нагрузки, независимо от размера или сложности проблемы, что приводит к очень близким предсказаниям вероятности отказа. Более того, для больших и сложных структурных систем, которые выдерживают большую часть нагрузки, выходящей за пределы их упругого состояния, нейросетевой прогноз представляется более точным. Также был сделан вывод, что, настоящее приложение показало значительную надежность в отношении выбора обучающего набора и сетевой архитектуры при прогнозировании вероятности отказа.

Таким образом, представленная методология может быть реализована для точного прогнозирования вероятности отказа больших и сложных конструкций КА за малую долю вычислительного времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комков М.А. и др. Технология производства и диагностика качества композитных конструкций ракетно-космической техники. Обеспечение качества производства композитных конструкций. — 2021.
2. Гребенюк Л.С. и др. Обеспечение надежности ракетных двигателей малой тяги и их элементной базы для двигательных установок космических аппаратов длительного функционирования //Двойные технологии. — 2005. — № 3. — С. 58–61.
3. Патраев Валерий Елисеевич, Трифанов Иван Васильевич Анализ показателей качества и надежности при эксплуатации современных космических аппаратов // Сибирский аэрокосмический журнал. 2010. № 2.
4. Tafazoli M. A study of on-orbit spacecraft failures //Acta Astronautica. — 2009. — Т. 64. — № 2–3. — С. 195–205. DOI: 10.1016/j.actaastro.2008.07.019
5. Wright M.C., Long V.L., McDanel S.J. The evolution of failure analysis at NASA's Kennedy Space Center and lessons learned //Handbook of Materials Failure Analysis with Case Studies from the Aerospace and Automotive Industries. — Butterworth-Heinemann, 2016. — С. 57–73.
6. Biswal M.M.K., Annavarapu R.N. A Study on Mars Probe Failures //AIAA Scitech 2021 Forum. — 2021. — С. 1158.
7. Лабинский А.Ю. К вопросу использования нечеткой логики для расчета надежности элементов систем //Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). — 2016. — № 4. — С. 5–11.
8. Миронов Д.Н., Гончаренко В.П. Обучение нейронной сети сложной механической системы для определения вероятности ее безотказной работы. — 2020.
9. Кахраманов Н.Т. и др. Влияние технологических параметров литья под давлением на физико-механические свойства динамических эластопластов на основе полиолефинов и бутадиен-нитрильного каучука //Kimya Problemleri. — 2018. — № 3. — С. 420–428.
10. Кахраманов Н.Т., Гулиев А.Д., Аллахвердиева Х.В. Состояние проблемы получения и исследования структуры и свойств нанокompозитов на основе полиолефинов и минеральных наполнителей //Пластические массы. — 2022. — Т. 1. — № 11–12. — С. 46–52.
11. Zhang Y. et al. On the learnability of fully-connected neural networks //Artificial Intelligence and Statistics. — PMLR, 2017. — С. 83–91.
12. Ganju K. et al. Property inference attacks on fully connected neural networks using permutation invariant representations //Proceedings of the 2018 ACM SIGSAC conference on computer and communications security. — 2018. — С. 619–633.
13. Lu Z., Liu D. A new synthesis procedure for a class of cellular neural networks with space-invariant cloning template //IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Analog and Digital Signal Processing. — 1998. — Т. 45. — № 12. — С. 1601–1605.

© Поморцев Павел Михайлович (kaf34@yandex.ru), Киреев Дмитрий Геннадьевич (kaf34@yandex.ru),

Лесниченко Роман Иванович (kaf34@yandex.ru), Лесниченко Максим Романович (kaf34@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МЕТОДОЛОГИЯ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА В РАЗРЕШЕНИИ ВОПРОСОВ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯМИ ГЕТЕРОГЕННЫХ ИКС

METHODOLOGY OF THE ONTOLOGICAL APPROACH IN RESOLVING ISSUES OF MANAGING INFORMATION INTERACTIONS OF HETEROGENEOUS ICS

N. Rodiontsev

Summary. This article describes in detail the principles of software implementation of ontologies, and also discusses the hypothetical information resources of two objects that form incoming flows. The methodology of the ontological approach in solving the issues of managing information interactions of heterogeneous information and communication systems with the necessary software tools for semantic search is proposed.

Keywords: information and communication systems; information databases of the oil and gas system; ontology; semantic search; information technologies; database management system.

Родионцев Николай Никитович

Старший преподаватель
Тюменский индустриальный университет
Нижневартовск
nic_rodionsev@mail.ru

Аннотация. В данной статье подробно описываются принципы программной реализации онтологий, а также рассматриваются гипотетические информационные ресурсы двух объектов, формирующих входящие потоки. Предлагается методология онтологического подхода в разрешении вопросов управления информационными взаимодействиями гетерогенных информационно-коммуникационных систем с необходимыми программными инструментами семантического поиска.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные системы; информационные базы данных нефтегазовой системы; онтология; семантический поиск; информационные технологии; система управления базами данных.

«... согласованная, открытая и стандартизованная среда, которая обеспечивает гибкое, безопасное, скоординированное разделение ресурсов в рамках виртуальной организации...»

Я. Фостер, К. Кессельман [7]

Создание основных предпосылок информационного сосуществования неоднородных информационно-коммуникационных систем (ИКС), их взаимодействия и возможной кооперации ставит перед исследователями, специалистами в области информационных технологий (ИТ) и разработчиками программного обеспечения ряд важных и достаточно сложных задач. Востребованность данных изысканий основана на следующем: развитие сетевого пространства приводит к неконтролируемому росту информационных потребностей заказчиков, и в своем стремлении максимально угодить клиенту, создатели ИКС разрабатывают и вводят в обиход всё новые, и новые методы обработки данных [4].

Термин «онтология» восходит своими корнями в раздел философии, изучающий фундаментальные принципы бытия [1]. Нас же онтология интересует как процесс градации, классификации, систематизации информации в различных предметных областях.

В реалиях сегодняшнего дня онтология является наиболее современным, универсальным инструментом представления, анализа и моделирования информации об окружающей действительности, имеющим лапидарную выразительность и возможность предельной автоматизации производимых действий [7].

Информационное сообщество под термином «онтология» понимает интеграцию взаимосвязанных понятий (индивидов) в предметную область (domain of interests) [2, 3, 5]. Программная реализация онтологий основывается на принципах объектно-ориентированного подхода (ООП). Например, общность неких индивидов устанавливается на основании комплектов абстрактных свойств, называемых классами. Каждый класс (в соответствии с ООП) может иметь подклассы, которые обладают признаками родительского класса и дополняют свой «геном» собственными свойствами.



Рис. 1. Потоки информационных баз данных нефтегазовой системы

Так индивид, входящий в некий класс, несет в себе весь набор признаков данного класса; любой индивид может являться резидентом бесконечного числа классов. Свойства рассматриваются как «Существующие связи» между индивидами выступают в онтологической модели как свойства.

Базовой информационной единицей онтологии принято считать «RDF- триплет» (RDF — Resource Description Framework, «среда описания ресурса», триплет — набор из трёх объектов, система, состоящая из трёх частей — комплект информационных сущностей «объект — предикат — субъект»).

Методология онтологического подхода в разрешении вопросов управления информационными взаимодействиями гетерогенных ИКС состоит в организации универсальных, кроссплатформенных информационных комплексов на основе семантических представлений метаданных,— и собственных, и надстроек к уже имеющимся неоднородным информационным базам, в том числе к структурированным массивам данных различных операционных платформ.

Согласно методологии, имеющиеся определенные, уже доказанные факты и отношения между ними дают возможность программным онтологическим структурам создавать процедуры логического вывода и полу-

чать таким образом новые неявные знания и умения с помощью машин. Иными словами, подобная автоматизация процедур семантической (смысловой) оценки имеющейся информации способствует появлению предварительных рекомендаций в целях принятия управляющих решений [3]. К основным достоинствам онтологической методологии можно отнести возможность анализа как предшествующего, так и последующего принятых решений, что в свою очередь позволяет формировать и постоянно расширять массивы данных логических выводов онтологии.

Подобное генерирование, систематизация и, что самое существенное, представление рекомендаций в автоматизированном режиме позволяет вырабатывать наиболее значимые и эффективные управленческие воздействия при решении информационных вопросов. Практической апробацией предлагаемой методологии может стать процесс создания и использования онтологии для интеграции реляционных баз данных нефтегазовой системы, в частности, в области еофизических исследований.

Потоки информационных баз данных нефтегазовой системы представлены на рисунке 1.

Рассмотрим гипотетические информационные ресурсы двух объектов, формирующих входящие потоки.

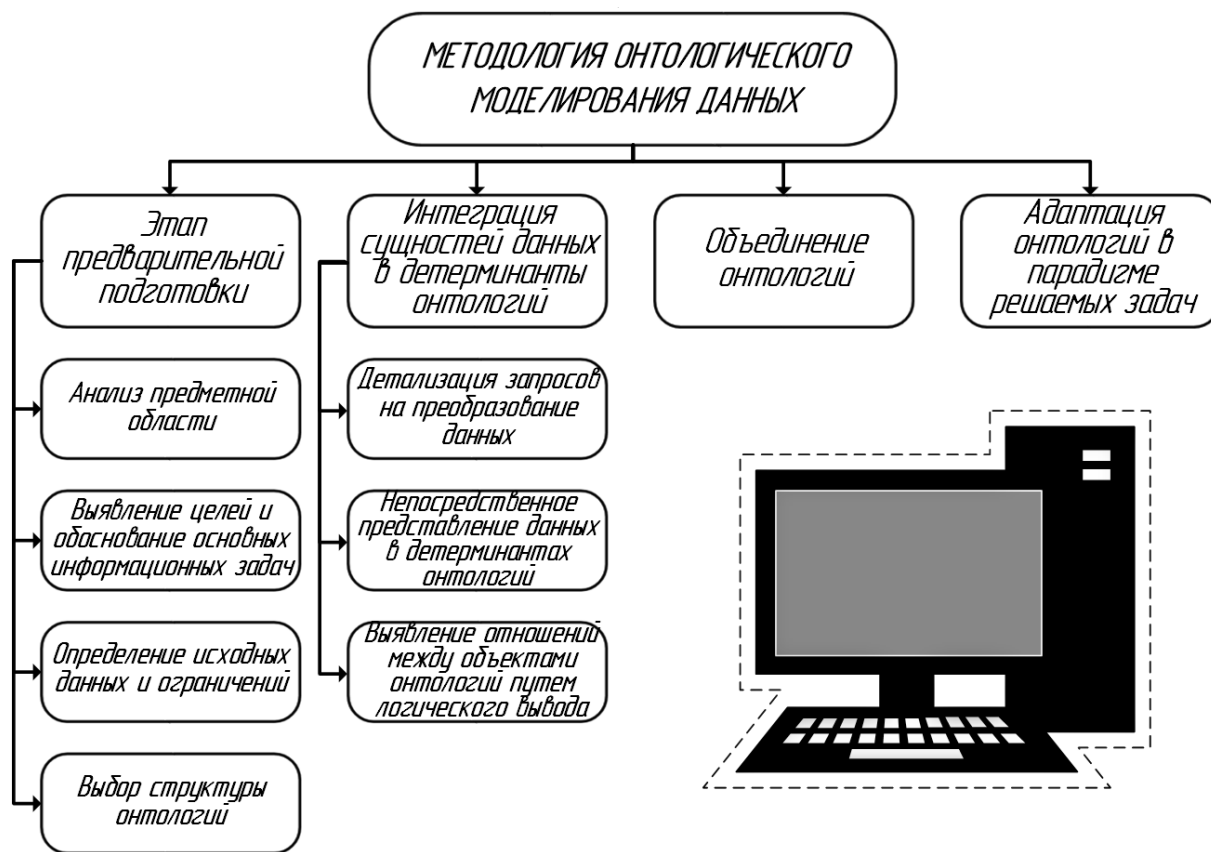


Рис. 2. Основные этапы реализации предлагаемой методики

Примем для одного объекта СУБД, созданную в MySQL под управлением Microsoft Windows 7, а для второго СУБД, созданную в Линтер-ВС под управлением МСВС-3.0. Проведенные нами исследования показали, что несмотря на реляционный характер сущностей данных СУБД, возникает ряд проблем, обусловленных использованием разработчиками «SQL-диалектов», представляющих собой вульгаризированные примитивные версии унифицированного языка структурированных запросов к базам данных. Этот факт нивелирует даже наличие программного доступа из внешней оболочки к обеим базам данных, поскольку привычное использование части лингвистических механизмов языка SQL (Structured Query Language) становится недоступным. Таким образом процесс создания внешних запросов к конечным базам данных ограничен как по мощности, так и по выразительности.

Можно возразить, что проблема конечной консолидации может быть решена иным путем, например, расчленением исходных запросов на более простые. Однако не стоит забывать о постоянно получаемых в процессе реальной работы с СУБД промежуточных результатах, подразумевающих дополнительное агрегирование и различные виды анализа, что приводит

к усложнению процесса разработки платформы и интерфейса, неконтролируемому увеличению времени выполнения запросов и превращает процесс создания произвольных запросов для пользователя в практически нереализуемый.

Ограничением в области применимости отображения реляционных баз данных в онтологию выступает нечувствительность получаемой информационной структуры к изменениям данных, производимых над источником. Соответственно, применение данного метода видится целесообразным в системах со стабильной, не интенсивно обновляемой структурой и данными (словари, классификаторы и т.п.), либо в системах с малым объемом вырабатываемой информации (например, комплексы периодически опрашиваемых внешних источников информации об обстановке).

Должно также учитывать и более толерантный, чем в реляционных базах данных, характер ограничений при установлении связей в онтологиях [4]. Следовательно, недостаточно точный концептуальный анализ структуры онтологий повышает риск возникновения ошибочных связей, которые по большей части вызывают нежелательные вычислительные последствия. Воз-

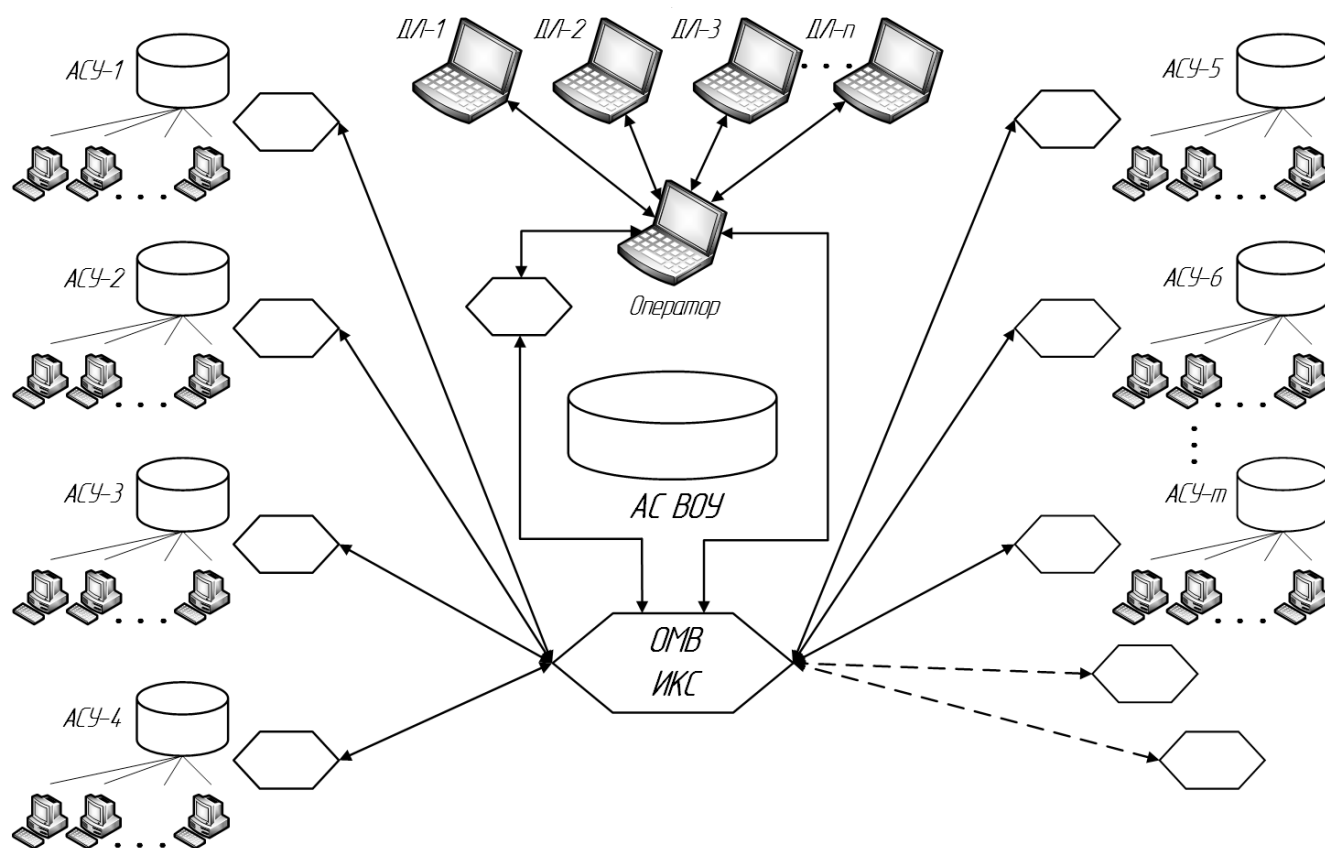


Рис. 3. Схема применения онтологий для интеграции неоднородных информационных ресурсов

никшие в результате нарушения семантической связности классов и понятий лишают онтологическую модель описания предметной области информационной системы присущей ей адекватности. Справедливости ради следует указать на еще один недостаток онтологий в сравнении с реляционными СУБД, а именно, — более низкую производительность вычислений.

И все же, вопреки некоторым рестриктивным положениям и несовершенствам метода онтологического отображения реляционных БД с точки зрения интеграции гетерогенных информационных ресурсов путем применения семантического моделирования, результаты проведенных исследований позволяют положительно оценивать перспективы практической реализации данной методики и при решении специализированных и локализованных задач, таких как переход проекта на онтологическую платформу, сопровождающийся сменой модели данных, интеграция инструментов семантического поиска и ряда других задач.

Этапы реализации предлагаемой методики представлены на рисунке 2.

При практической реализации задач интеграции неоднородных информационных ресурсов следует применять и другие преимущества онтологий, таких как надстройка онтологий над уже разработанными информационными структурами, что достигается путем использования семантического подхода в качестве инструмента внедрения для гетерогенных ИКС. Если сравнивать затраты на использование онтологического метода с затратами на создание полноценной единой АСУ какого-либо сегмента экономики, то данное сопоставление будет не в пользу последней. На рисунке 3 представлена схема применения онтологий для организации взаимодействия ИКС нефтегазовой системы. Для ИКС (АСУ) каждого подразделения нефтегазовой системы формируется онтологическая модель предметной области. Поскольку в данном случае схемы информационных потоков содержат сведения не только по горизонтальным структурам (внутри организации) но и по вертикальным (рисунок 1), включающим АСУ вышестоящих и нижестоящих уровней, то их онтологические модели можно создать аналогичным образом.

Данные универсальные свойства дают возможность превентивно и с минимальными затратами создавать

модели для планируемых объединенных проектов с использованием гетерогенных ИКС. До недавнего времени данный этап в принятии решений осуществлялся преимущественно «вручную» [2].

В заключении необходимо отметить релевантный характер онтологического моделирования предметной области, поскольку пользователь обладает возможностями и средствами для формирования

запросов к системе, что дает гарантию получения удовлетворительных поисковых результатов, что для сегодняшних реалий функционирования информационного пространства является одним из основных критериев, определяющих эффективность ИКС. В данном случае программные инструменты семантического поиска обеспечивают высокую результативность онтологического моделирования предметной области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барановский В.Е. Метафизика эстетического (онтология, гносеология, диалектика). — М.: НВП «ИНЭК», 2011. — 172 с.
2. Дидык Т.Г., Мартынов В.В., Рыков В.И., Филосова Е.И., Шаронов Ю.В. Онтологическое моделирование для управления знаниями в области добычи нефти. В сборнике: Актуальные вопросы экономической теории: развитие и применение в практике российских преобразований. четвертая всероссийская научно-практическая конференция: материалы конференции. 2015. — С. 74–80.
3. Дубинин В.Н., Дубинин А.В., Янг Ч.В., Вяткин В.В. Использование языка *sparql* в онтологическом моделировании мультиагентных систем в семантическом WEB. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2020. № 1 (53). — С. 4–18.
4. Кабенов Д.И., Разахова Б.Ш., Шарипбай А.А., Зулхажав А. Онтологическое моделирование знаний для решения задач предметной области. В сборнике: Знания — Онтологии — Теории (ЗОНТ-2015). Материалы Всероссийской конференции с международным участием. РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ им. С.Л. СОБОЛЕВА. 2015. — С. 111–117.
5. Коротких И.В., Панин В.Е., Гаршина В.В. Моделирование онтологии предметной области: инструменты и технологии заполнения онтологической модели. В сборнике: Информатика: проблемы, методология, технологии. Сборник материалов XIX международной научно-методической конференции. Под ред. Д.Н. Борисова. 2019. — С. 1485–1491.
6. Самойлов Д.Е., Семенова В.А., Смирнов С.В. Модель ограничений существования свойств в онтологическом моделировании. В сборнике: Проблемы управления и моделирования в сложных системах. Труды XIX Международной конференции. Под редакцией Е.А. Федосова, Н.А. Кузнецова, В.А. Витиха. 2017. — С. 468–473.
7. Foster, Ian; Carl Kesselman. The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure. Morgan Kaufmann Publishers. ISBN1–55860–475–8.

© Родионцев Николай Никитович (nic_rodionsev@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПОДХОД К ОЦЕНКЕ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ ЗАЩИЩАЕМОГО ПОМЕЩЕНИЯ

APPROACH TO THE ASSESSMENT OF HETEROGENEITIES IN THE ENVIRONMENTAL STRUCTURES OF THE PROTECTED PREMISES

**S. Smirnov
A. Vasiliev
S. Ryzhikov
I. Agureev**

Summary. An approach to the detection and localization of hidden inhomogeneities in the enclosing structures of the protected premises is proposed, based on the transition from the applied standard set of test signals of the appropriate level at geometric mean frequencies of octave bands to sweeping in the audio frequency range with further visualization of the recorded response. The implementation of this approach will improve the quality of assessing the security of the premises from the leakage of confidential speech information through acoustic and vibroacoustic channels.

Keywords: assessment of the uniformity of the building envelope, assessment of the security of the premises, placement of control points.

Смирнов Сергей Николаевич

Д.т.н., профессор

Московский государственный технический

университет им. Н.Э. Баумана

smirnovsn@bmstu.ru

Васильев Андрей Савельевич

Национальный исследовательский университет

«МЭИ»

universe@mpei.ac.ru

Рыжиков Сергей Сергеевич

Национальный исследовательский университет

«МЭИ»

universe@mpei.ac.ru

Агуреев Иван Александрович

Национальный исследовательский университет

«МЭИ»

universe@mpei.ac.ru

Аннотация. Предложен подход к обнаружению и локализации скрытых неоднородностей ограждающих конструкций защищаемого помещения, основанный на переходе от применяемого стандартного набора тестовых сигналов соответствующего уровня на среднегеометрических частотах октавных полос к свипированию в звуковом диапазоне частот с дальнейшей визуализацией регистрируемого отклика. Реализация данного подхода позволит повысить качество оценки защищенности помещения от утечки конфиденциальной речевой информации по акустическому и виброакустическому каналам.

Ключевые слова: оценка однородности ограждающей конструкции, оценка защищенности помещения, размещение контрольных точек.

Задача предотвращения утечки акустической (речевой) информации из помещений, предназначенных для проведения конфиденциальных переговоров (далее ЗП — защищаемые помещения), продолжает оставаться актуальной, так как речевое общение в этих случаях носит превалирующий характер. Защищенность ЗП от утечки конфиденциальной информации, как правило, оценивается энергетическими (отношение сигнал/шум на входе технического средства акустической разведки) или информационными (словесная разборчивость речи) показателями [1].

Существующие подходы предполагают формирование для каждой октавной полосы частот внутри ЗП заданного уровня акустического тест-сигнала, затем измерение в выбранных контрольных точках (КТ) за пре-

делами ограждающих конструкций уровней шума (при выключенном тестовом сигнале) и уровней аддитивной смеси акустических (вибрационных) сигналов и шума (при включенном тестовом сигнале). Решение о защищенности/незащищенности ЗП принимается на основе ослабления уровня тестового сигнала в соответствующей октавной полосе не менее заданного значения (для акустического канала) и интегрального показателя величины словесной разборчивости речи W (для виброакустического канала).

Точность полученных результатов определяется человеческим фактором (добросовестностью операторов, проводящих измерения), техническим (измерительная аппаратура должна иметь действующее поверочное свидетельство) и корректностью выбора КТ.

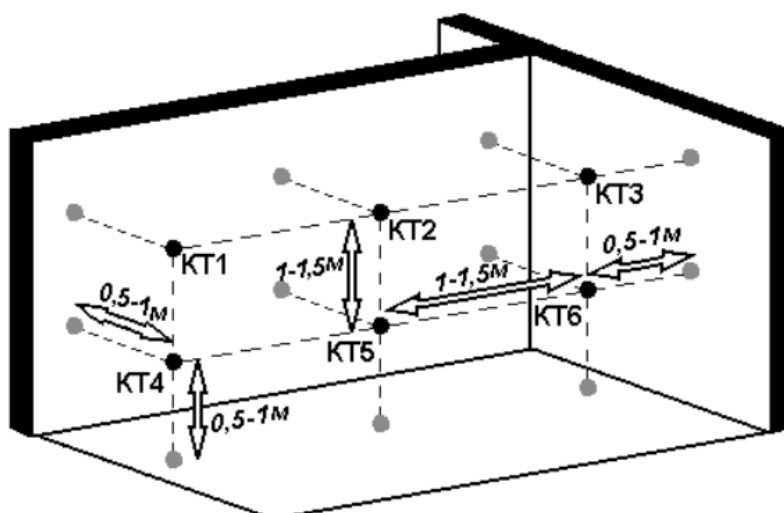


Рис. 1. Схема расположения контрольных точек на сплошном неоднородном ограждении при акустических измерениях.

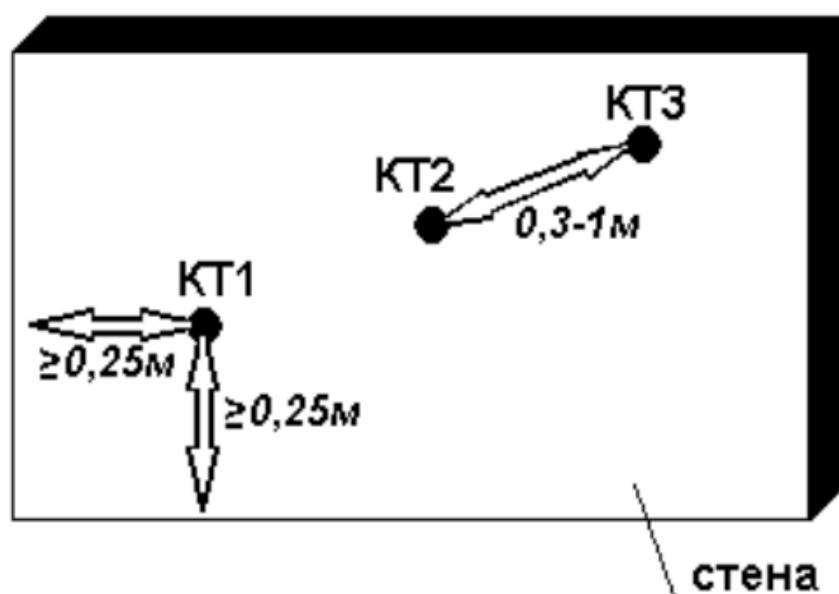


Рис. 2. Схема расположения контрольных точек на сплошном неоднородном ограждении при виброакустических измерениях.

Контрольными точками являются места возможной установки акустических и вибрационных датчиков, а также места непреднамеренного прослушивания речи, в которых при инструментальном контроле производятся измерения отношений «сигнал/шум» с целью последующей защищенности ЗП от утечки конфиденциальной информации. Количество КТ и места их расположения зависят от размеров и неоднородности оцениваемой ограждающей конструкции.

Официальной методики по выбору контрольных точек для проведения измерений не существует. Организации, выполняющие специальные исследования, придерживаются некоторых общих рекомендаций, которые в случае наличия неоднородной ограждающей конструкции, могут иметь существенные различия. Аналогичные различия можно встретить и в специализированной литературе, посвященной проведению специальных исследований [2–6].

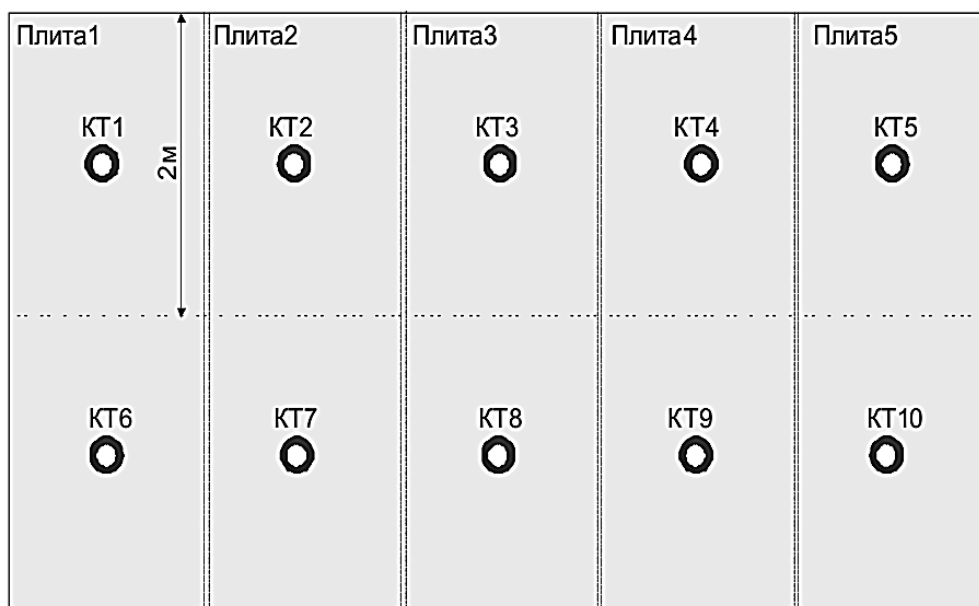


Рис. 3. Размещение контрольных точек для неоднородной конструкции (например, плиты перекрытия).

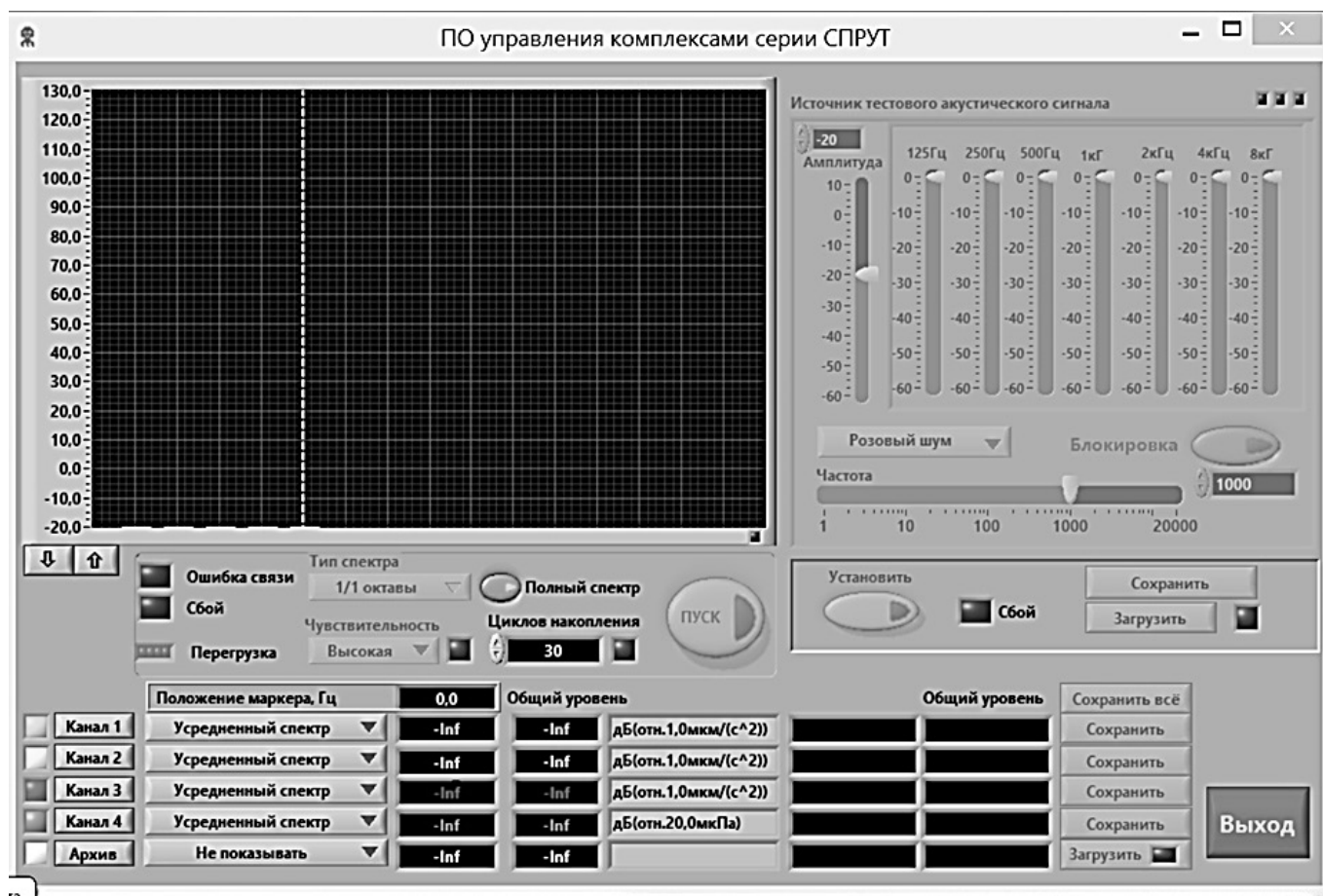


Рис. 4. Главное окно управления комплексом «Спрут-СР»

Таблица 1. Границы частотных интервалов

N	Границы		Количество семплов в кластере
	октав, Гц	кластеров, Гц	
1	175...355	175...347	8
2	355...710	347...713	17
3	710...1400	713...1402	32
4	1400...2800	1402...2802	65
5	2800...5600	2802...5601	130
6	5600...11200	5601...11200	260

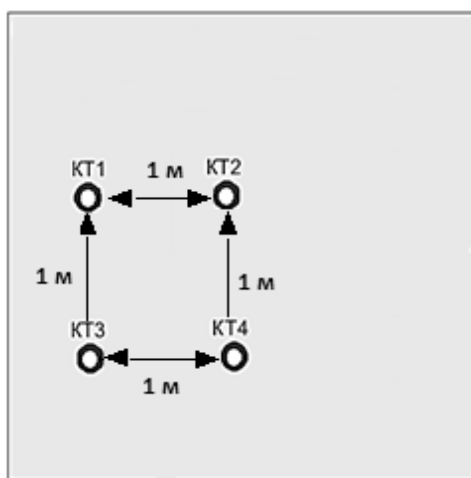


Рис. 5. Схема расположения контрольных точек при измерениях для оценки однородности.

В [3] рекомендовано при акустических измерениях за сплошной неоднородной конструкцией, например за стеной, отдельные участки которой имеют различную толщину или выполнены из различных материалов, располагать контрольные точки в соответствии с рис. 1. для каждого участка ограждения.

В случае наличия явных нарушений целостности ограждающих конструкций (отверстий, щелей) дополнительная контрольная точка располагается напротив каждого нарушения на расстоянии 1...1,5 м.

При виброакустических измерениях на сплошном неоднородном ограждении, например стене, отдельные участки которой имеют различную толщину или выполнены из различных материалов, контрольные точки располагаются в соответствии с предыдущей рекомендацией по отношению к каждому однородному участку (рис. 2).

Таким образом, при акустических измерениях для сплошной неоднородной конструкции следует размещать КТ с шагом 0,5–1 м (по вертикали) и 1–1,5 м (по го-

ризонтالي). При виброакустических измерениях — примерно 0,25 м от края и с шагом 0,3–1 м равномерно по всей поверхности ограждающей конструкции.

В [5,6] приводятся несколько иные рекомендации для сплошной неоднородной конструкции (за исключением поверхности оконного остекления и рам) при проведении акустических и виброакустических измерений (рис. 3).

Таким образом, на каждые два погонных метра предполагаемой неоднородности намечается одна контрольная точка для проведения измерений. При этом оба приведенных подхода предполагают, что решение о наличии неоднородного участка в ограждающей конструкции принимается оператором, проводящим соответствующие измерения, т.е. неоднородности различимы визуально (различный материал, его толщина и пр.).

Далее в статье будут рассматриваться визуально ненаблюдаемые неоднородности типа «трещина» при проведении акустических измерений и возможное наличие в стене арматуры — при виброакустических.

Не вызывает сомнений, что наличие в ограждающей конструкции ЗП таких неоднородностей могут существенно сказаться на итоговой оценке защищенности помещения.

Для аппаратного обнаружения скрытых неоднородностей в ограждающих конструкциях могут применяться многоканальные программно-аппаратные комплексы для проведения акустических и виброакустических измерений типа 4-х канального «Спрут-СР», панель управления которого представлено на рис. 4.

Наличие 4-х независимых каналов, к которым могут быть подключены измерительные микрофоны или акселерометры, при соответствующей калибровке для достижения идентичности всех четырех измерительных трактов позволят обнаружить скрытые неоднородности в ограждающих конструкциях. С учетом используемых в комплексе измерительных микрофонов «40АЕ» с микрофонными предусилителями «SV12L» и измерительных акселерометров «АР-98–100» схема расположения контрольных точек при измерениях для оценки однородности ограждающих конструкций представлена на рис. 5.

Расположение измерительных средств и последовательность действий при выполнении измерений осуществляется согласно [1]. При получении идентичных показателей по всем каналам и во всех октавных полосах можно утверждать, что исследуемый фрагмент ограждающей конструкции является однородным. Расхождение показателей будет свидетельствовать о наличии скрытой неоднородности, что предопределяет необходимость более тщательного исследования данного фрагмента ограждающей конструкции ЗП.

Для повышения точности проводимых исследований представляется целесообразным переход от применяемого стандартного набора тестовых сигналов соответствующего уровня на среднегеометрических частотах октавных полос к свипированию, т.е. плавному изменению частоты по всему контролируемому речевому диапазону (175...11200 Гц). Регистрируемый измерительными устройствами сигнал далее подвергается дискретизации для последующего преобразования в ряды Фурье.

Аналоговый сигнал, преобразованный в цифровой формат, может быть представлен набором семплов — N-байтовым элементов массива. Если придерживаться разбиения речевого диапазона 175...11200 Гц на 512 семплов, то новые границы частотных интервалов (кластеров) практически полностью совпадают с рекомендуемыми границами октав (табл. 1)

Таким образом, ослабление тестового сигнала в конкретной точке ограждающей конструкции будет характеризоваться огибающей частотного спектра (сигнатурой) для каждого из 8-ми кластеров. Если сигнатуры соответствующих кластеров соседних контрольных точек (рис. 5) — идентичны, то данный участок ограждающей конструкции является однородным. Отличие соответствующих сигнатур кластеров контрольных точек будет свидетельствовать о наличии неоднородности.

Визуализация сигнатур кластеров контрольных точек позволит оперативно принимать решения об их идентичности/различии и, соответственно, о наличии возможной неоднородности в исследуемом фрагменте ограждающей конструкции при оценке защищенности ЗП от утечки конфиденциальной информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Временная методика оценки защищенности помещений от утечки речевой конфиденциальной информации по акустическому и виброакустическому каналам. — М.: Гостехкомиссия России, 2001.
2. Зайцев А.П., Шелупанов А.А., Мещеряков Р.В. и др. Технические средства и методы защиты информации. — М.: ООО «Издательство Машиностроение». — 2009 — с. 507.
3. Трушин В.А. Защита речевой информации от утечки по акустическим и виброакустическим каналам: учебное пособие. — Новосибирск — 2006 — с. 40.
4. Тренажерный программно-аппаратный комплекс «ЗВЕЗДА». Руководство по эксплуатации. — М.: ЗАО НПЦ Фирма «НЕЛК» — 2005—148 с.
5. Дураковский А.П., Куницын И.В. Оценка защищенности речевой информации. Часть 1. Выявление акустических и вибрационных каналов утечки речевой информации. Учебно-методическая разработка для проведения лабораторного практикума. — М.: НИЯУ МИФИ — 2015—52 с.
6. Васильев Р.А., Ротков Л.Ю. Оценка защищенности речевой информации от утечки по акустическим и виброакустическим каналам с помощью программно-аппаратного комплекса «Шёпот»: Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет — 2020. — 41 с.

© Смирнов Сергей Николаевич (smirnovsn@bmstu.ru), Васильев Андрей Савельевич (universe@mpei.ac.ru),

Рыжиков Сергей Сергеевич (universe@mpei.ac.ru), Агуреев Иван Александрович (universe@mpei.ac.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ФИРМЫ С ПОМОЩЬЮ GPS КОНТРОЛЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ И ПЕРЕМЕЩЕНИЙ СОТРУДНИКОВ ОРГАНИЗАЦИИ

MANAGEMENT OF INFORMATION SECURITY OF THE COMPANY USING GPS CONTROL OF THE LOCATION AND MOVEMENTS OF EMPLOYEES OF THE ORGANIZATION

E. Tishchenko
G. Linets
V. Kopytov
V. Mochalov
I. Mandritsa
A. Chernyshev

Summary. The article is devoted to one of the methods of information security management at an enterprise (company), which includes basic techniques and software tools that allow tracking the control of employee movements outside the territory of the enterprise (company) office according to employee geo-tracking data and combining geo-data about the enterprise's closest competitors for competitive conditions against trade leaks. Secrets or commercial secrets of an enterprise (firm), and is intended for information security specialists as part of full-time employees of enterprises (firms) and also for a wide range of readers.

Keywords: geotracking, geolocation, employee geotracking tracking script, information security.

Тищенко Евгений Николаевич

Доктор экономических наук, профессор
Ростовский государственный экономический
университет (РИНХ)

Линец Геннадий Иванович

Доктор технических наук, профессор
Северо-Кавказский федеральный университет

Копытов Владимир Вячеславович

Доктор технических наук, профессор
Северо-Кавказский федеральный университет
v.kopytov@infocom-s.ru

Мочалов Валерий Петрович

Доктор технических наук, профессор
Северо-Кавказский федеральный университет

Мандрица Игорь Владимирович

Доктор экономических наук, доцент
Северо-Кавказский федеральный университет
d_artman@mail.ru

Чернышев Александр Борисович

Доктор технических наук, доцент
Пятигорский институт (филиал) Северо-
Кавказского федерального университета
achernyshev@ncfu.ru

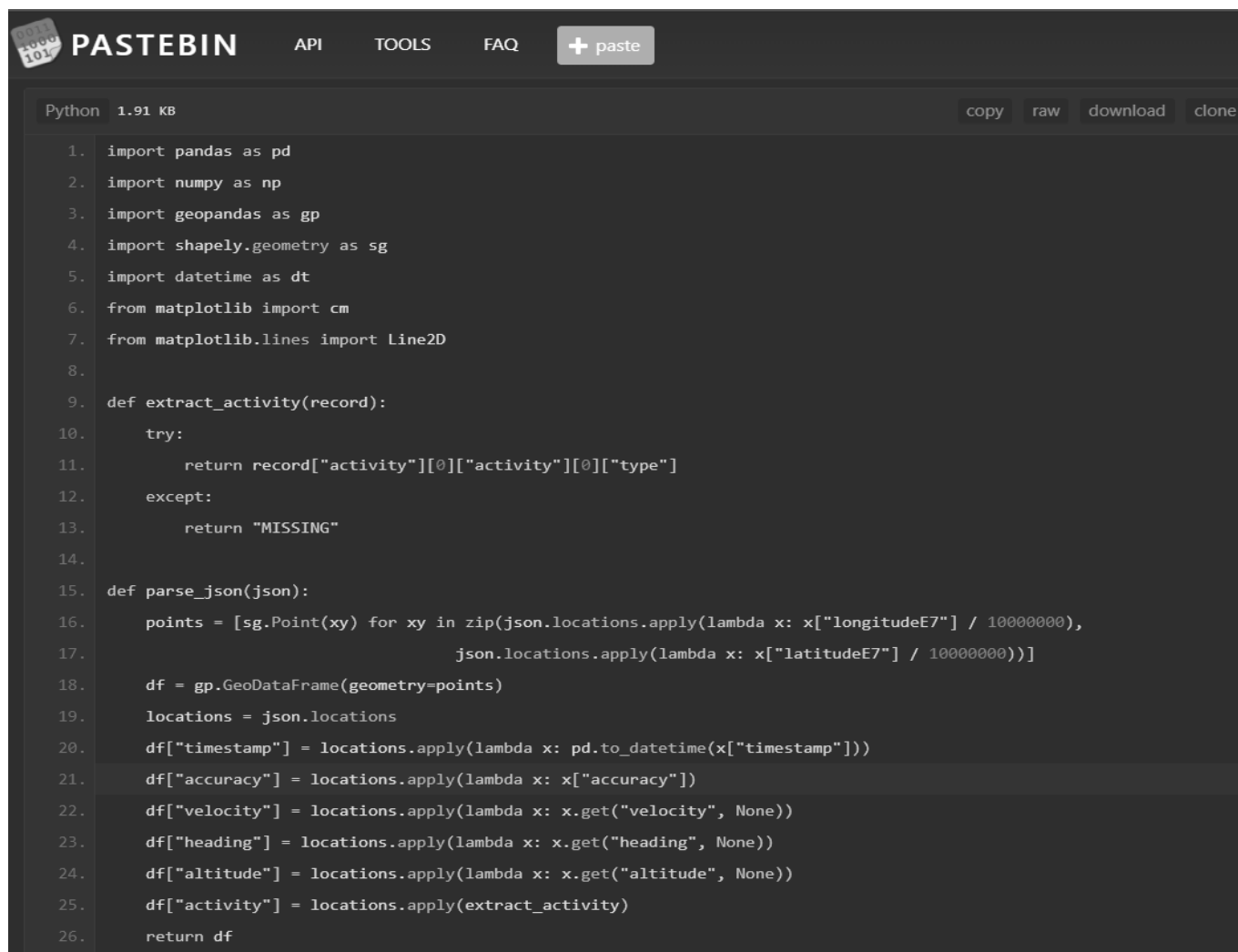
Аннотация. Статья посвящена одному из методов управления информационной безопасности на предприятии (фирме), включающее основные приемы и программные средства позволяющие отслеживать контроль перемещений работника вне территории офиса предприятия (фирмы) по данным геотрекинга работника и совмещения геоданных о ближайших конкурентов предприятия для условий конкурентной борьбы с утечками торговых секретов или коммерческой тайны предприятия (фирмы), и рассчитана специалистов по информационной безопасности в составе штатных работников предприятий (фирм) и также на широкий круг читателей.

Ключевые слова: геотрекинг, геолокация, скрипт отслеживания геотрекинга работника, информационная безопасность.

На современном этапе развития GPS контроль существует ряд уже готовых решений, поскольку согласно информации об утечках коммерческой тайны на сегодня актуальность контроля за сотрудниками повышается с каждым днем [1, 2]. Также вопросам утечек торговых секретов или коммерческой тайны уделено достаточное внимание со стороны нормативного законодательства страны [3–6], которое четко отразила

степень и уровень угроз подобного типа для объектов хозяйственной деятельности и заложило основу методам контроля и управления информационной безопасности на предприятиях.

В данной статье предлагается тривиальное программное решение для повышения контроля информационной безопасности, со стороны субъекта хо-



```
Python 1.91 KB copy raw download clone
1. import pandas as pd
2. import numpy as np
3. import geopandas as gp
4. import shapely.geometry as sg
5. import datetime as dt
6. from matplotlib import cm
7. from matplotlib.lines import Line2D
8.
9. def extract_activity(record):
10.     try:
11.         return record["activity"][0]["activity"][0]["type"]
12.     except:
13.         return "MISSING"
14.
15. def parse_json(json):
16.     points = [sg.Point(xy) for xy in zip(json.locations.apply(lambda x: x["longitudeE7"] / 10000000),
17.                                       json.locations.apply(lambda x: x["latitudeE7"] / 10000000))]
18.     df = gp.GeoDataFrame(geometry=points)
19.     locations = json.locations
20.     df["timestamp"] = locations.apply(lambda x: pd.to_datetime(x["timestamp"]))
21.     df["accuracy"] = locations.apply(lambda x: x["accuracy"])
22.     df["velocity"] = locations.apply(lambda x: x.get("velocity", None))
23.     df["heading"] = locations.apply(lambda x: x.get("heading", None))
24.     df["altitude"] = locations.apply(lambda x: x.get("altitude", None))
25.     df["activity"] = locations.apply(extract_activity)
26.     return df
```

Рис. 1. Программный скрипт для отслеживания перемещений работников исследуемой организации

зайственной деятельности, на основе неразглашения получаемых геоданных о геотрекинге сотрудника, согласно праву на нераспространение персональных данных сотрудника организации, согласно 152-ФЗ, без права разглашения подобных данных, но кроме случаев контроля со стороны отдела безопасности самой организации. Поскольку служба безопасности будет «использовать» собранные данные лишь для предоставления или непредставления доступа сотрудника к бизнес-процессу организации.

Цифровая платформа геотрекинга — это система мониторинга и позиционирования персонала и важных активов, позволяющая эффективно решать вопросы навигации в зданиях.

Платформа представляет собой набор инструментов, посредством которых разработчики могут создавать веб-сервисы для отслеживания и контроля переме-

щения сотрудников, объектов и транспортных средств. Компания Navigine предлагает заказчикам квалифицированную техподдержку, предоставляет детальные рекомендации по установке и настройке системы, и всё, что необходимо для полноценной и стабильной работы платформы. (<https://nvgn.ru/platform/tracking/>).

При помощи платформы руководство предприятия получает возможность отслеживать местоположение сотрудников или объектов в режиме реального времени. Программа создает интерактивные карты местности с указанием разных зон доступа и сохранением истории передвижения персонала внутри помещений и на территории. Внедрение платформы в систему мониторинга персонала позволяет направлять сотрудникам push-уведомления с любой необходимой информацией [7, 8, 9].

Это могут быть сообщения, связанные с рабочими задачами, важные объявления и др. Ожидаемой вы-


```

32.
33. def draw_map(df, box):
34.     box_only = df[df.geometry.within(box)]
35.     minx, miny, maxx, maxy = box.bounds
36.     base = world.plot(color='white', edgecolor='black', figsize=(16,12))
37.     base.set_xlim(minx, maxx)
38.     base.set_ylim(miny, maxy)
39.     cmap = cm.get_cmap('viridis')
40.     ax = box_only.plot(ax=base, marker='o', color='red', markersize=8)
41.
42. draw_map(df, sg.box(40, 40, 50, 47))
43.
44. draw_map(df, sg.box(41.88, 44.98, 42, 45.07))
45.
46. Y = (41.931255, 44.9882)
47.
48. with open('result.txt', 'w') as ouf:
49.     iL = df.geometry[0]
50.     jL = df["timestamp"][0]
51.     for i, j in zip(df.geometry, df["timestamp"]):
52.         if 0 < j - jL < x and 0 < abs(i - iL) < Y:
53.             ouf.write(i)
54.             ouf.write('\t', j, '\n')
55.
56.     iL = i
57.     jL = j
58.

```

Рис. 2. Программный скрипт для отслеживания перемещений работников в корреляции с геоданными ближайших конкурентов (строка 46) для исследуемой организации

годой является прямой контакт руководителей или менеджеров с работниками, что существенно упрощает и ускоряет бизнес-процессы. Платформа предоставляет полный перечень работников, которые находятся в определенных помещениях или в выбранной локации. Благодаря системе мониторинга персонала можно контролировать занятость каждого сотрудника и корректировать рабочие задачи в реальном времени. Технология отлично справляется с задачами по фикса-

ции опозданий, ранних уходов либо нахождения людей в зонах особого доступа.

Посредством системы контроля работников можно четко определять, в какое время сотрудник вошел в запрещенную зону. Такой подход повышает безопасность труда, предупреждает несанкционированное проникновение персонала в зоны особого доступа, обеспечивает снижение количества внештатных ситуаций.

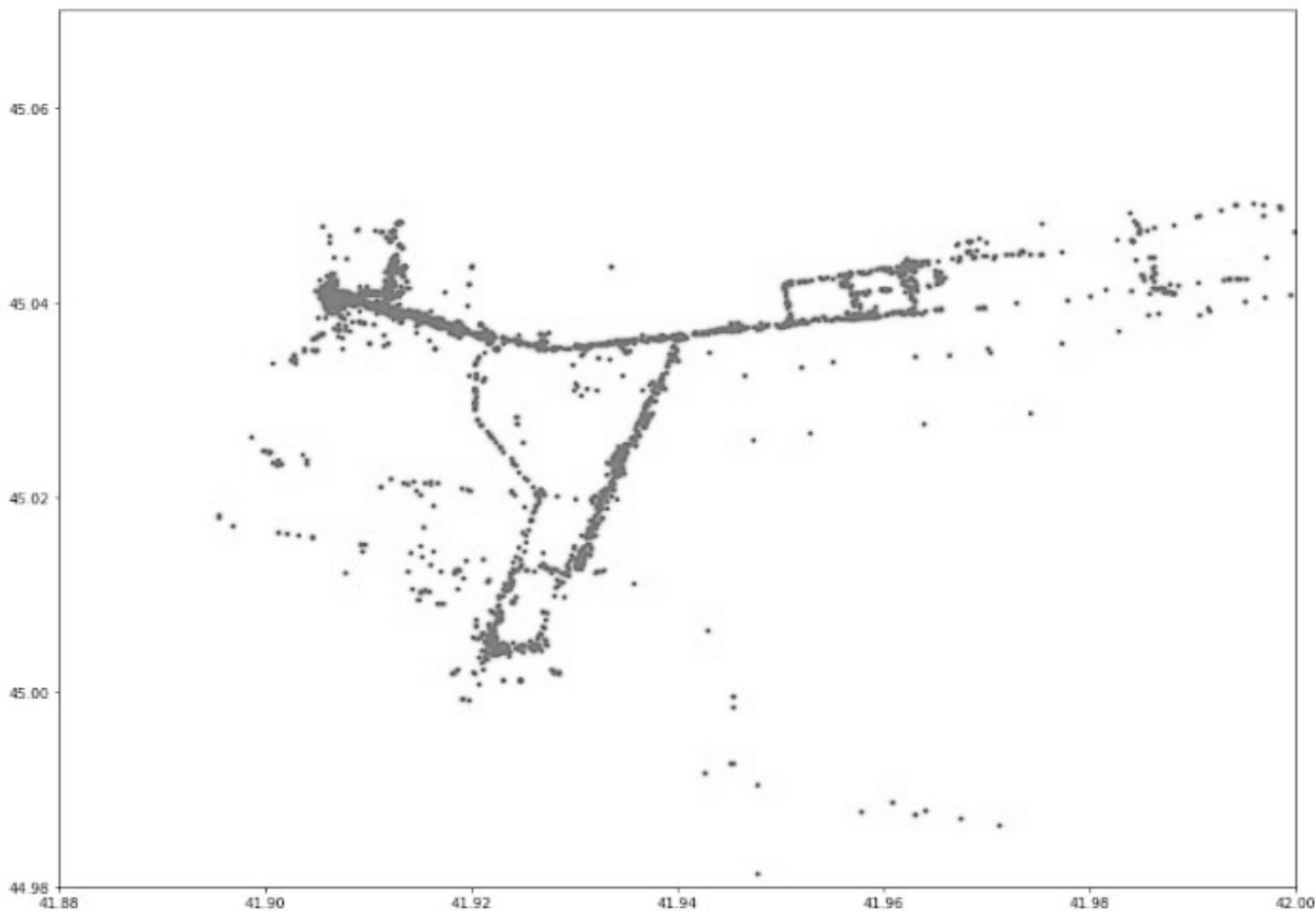


Рис. 3. Итоги отслеживания перемещений работника исследуемой организации в точках карты Гугл

POINT (43.9938473 43.7690627) 2022-05-01 13:48:24.173000+00:00
POINT (43.9288215 43.8042228) 2022-05-01 13:50:25.293000+00:00
POINT (43.9288215 43.8042228) 2022-05-01 13:52:26.332000+00:00
POINT (43.9288215 43.8042228) 2022-05-01 13:54:27.407000+00:00
POINT (44.2834244 43.7712659) 2022-05-01 14:02:30.647000+00:00
POINT (44.303703 43.7684537) 2022-05-01 14:04:31.718000+00:00
POINT (44.3616562 43.7606497) 2022-05-01 14:06:44.303000+00:00
POINT (44.3424774 43.7630251) 2022-05-01 14:08:46.545000+00:00
POINT (44.344383 43.7572736) 2022-05-01 14:10:47.456000+00:00
POINT (44.435526 43.752853) 2022-05-01 14:12:49.346000+00:00
POINT (44.437034 43.7528024) 2022-05-01 14:14:50.418000+00:00
POINT (44.4573272 43.7521602) 2022-05-01 14:16:50.497000+00:00
POINT (44.4915319 43.7524835) 2022-05-01 14:18:53.372000+00:00
POINT (44.5459374 43.7430573) 2022-05-01 14:20:54.434000+00:00
POINT (44.5590814 43.7478884) 2022-05-01 14:22:56.323000+00:00
POINT (44.6303197 43.7505087) 2022-05-01 14:24:57.376000+00:00
POINT (44.6359436 43.7508748) 2022-05-01 14:26:58.503000+00:00
POINT (44.6436361 43.7512722) 2022-05-01 14:28:58.760000+00:00
POINT (44.6435471 43.7509508) 2022-05-01 14:31:05.096000+00:00
POINT (44.6435588 43.7511346) 2022-05-01 14:33:06.137000+00:00

Рис. 4. Итоги отслеживания перемещений и времени нахождения работника в точках карты Гугл (точках локации конкурентов)

```

47. Y = (41.931255, 44.9882)
48.
49. with open('result.txt', 'w') as ouf:
50.     iL = df.geometry[0]
51.     jL = df["timestamp"][0]
52.     for i, j in zip(df.geometry, df["timestamp"]):
53.         if 0 < j - jL < x and 0 < abs(i - iL) < Y:
54.             ouf.write(i)
55.             ouf.write('\t', j, '\n')
56.             telegram_send.send(messages=['Ivanov: ALLARM'])
57.
58.     iL = i
59.     jL = j
60.

```

Рис. 5. Формирование автоматического SMS о факте нахождения работника в точках геолокации конкурента

Платформа с легкостью адаптируется под потребности каждого заказчика, поскольку имеет открытый код доступа к ее алгоритму.

На первом этапе рекомендаций определим перечень конкурентов объекту исследования и приведем сведения: название фирмы конкурента и сайт, широта, долгота, открытый телефон, адрес местонахождения. Для последующего геотрекинга можно использовать номера телефонов сотрудников исследуемой организации. В примере написанного скрипта можно вставить поисковые значения для геоданных конкурентов (долгота и широта) и сотовые номера наших работников (рис. 1).

Далее на примере скрипта в строку 46 вбиваем, например $Y = (41.931255, 44.9882)$ данные конкурента, и включаем статистику перемещений и тайминга нахождения нашего сотрудника в данных координатах конкурентной фирмы за весь наблюдаемый период (рис. 2). В результате отслеживания геотрекинга работника исследуемой организации на карте города можно получить ежедневную статистику его перемещений и времени не только в рабочие дни, но и выходные о точках нахождения работника по номеру его сотового оператора.

Для получения итоговой траектории перемещения работника исследуемой организации в точках

карты Гугл нужно в цикле вычислять время между соседними временными метками. При этом, если разница больше заданного значения, то точка вместе с координатами попадает в такой список перемещений (рис. 3).

Далее, программный скрипт позволяет получить статистику необходимых данных, время и точки геотрекинга работника (рис. 4).

В завершение рекомендаций по защите коммерческой тайны (торговых секретов) для исследуемой организации нужно добавить запись в программный скрипт библиотеки отслеживания строку автоматического формирования SMS о том, что работник находился более 3 минут в точках геолокации конкурента. На рисунке 5 приведен пример автоматического SMS о факте нахождения работника в точках геолокации конкурента, где в строке 56 отражена отправка сообщения в телеграмм на номер начальника «Иванова» данного сообщения «ALARM».

Таким образом, получая заведомо информацию о геотрекинге сотрудников согласно штатному расписанию исследуемой организации, можно повысить защиту коммерческой информации путем отслеживания перемещений всех работников.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Обзор инцидентов информационной безопасности на предприятиях за первое полугодие 2021 года» — режим доступа <https://www.infowatch.ru/analytics/dayzhesty-i-obzory/obzor-intsidentov-informatsionnoy-bezopasnosti-na-predpriyatiyakh>;
2. Методический документ «Методика оценки угроз безопасности информации» (утв. Федеральной службой по техническому и экспортному контролю 5 февраля 2021 г.) — режим доступа <https://itsec2012.ru/metodika-ocenki-ugroz-bezopasnosti-informacii-utverzhdena-fstek-rossii-5-fevralya-2021-g-5-ocenka-vozmozhnosti-realizacii-vozniknoveniya-ugroz-bezopasnosti-informacii-i-opredelenie-ih-aktualnosti>;
3. Российская Федерация. Законы. Об информации, информационных технологиях и о защите информации: Федеральный закон № 149-ФЗ: [Принят Государственной Думой 8 июля 2006 года.: одобрен Советом Федерации 14 июля 2006 г.]
4. Российская Федерация. Национальный стандарт. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности: [Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2006 г. N375-ст]
5. Российская Федерация. Методический документ ФСТЭК. Методика оценки угроз безопасности информации: [Утвержден ФСТЭК России 5 февраля 2021 г.] — Москва. — 83 с.
6. ISO/ICE27001:2013 — Информационные технологии — Методы защиты — Системы менеджмента информационной безопасности — Требования.
7. Observeit.com: site. — 2020. — URL: <https://www.observeit.com/cost-of-insider-threats/> (дата обращения 8.05.2021),
8. Е.Н. Ефимов, Г.М. Лапицкая. Информационная безопасность и бизнес-процессы компании // Известия ЮФУ. Технические науки. 2018 — С. 253–260.
9. Мандрица И.В., Петренко В.И., Жук А.П., Антонов В.В., Мандрица О.В., Орёл Д.В., Минкина Т.В. Исследование рисков бизнес-информации по этапам бизнес-процесса организации В сборнике: Проблемы информационной безопасности социально-экономических систем. VII Всероссийская с международным участием научно-практическая конференция. Симферополь, 2021. С. 20–29.

© Тищенко Евгений Николаевич, Линец Геннадий Иванович,

Копытов Владимир Вячеславович (v.kopytov@infocom-s.ru), Мочалов Валерий Петрович,

Мандрица Игорь Владимирович (d_artman@mail.ru), Чернышев Александр Борисович (achernyshev@ncfu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Северо-Кавказский Федеральный университет

УПРАВЛЕНИЕ РОЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ПОМЕХ

CONTROLLING A SWARM OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN HIGH INTERFERENCE CONDITIONS

**A. Tolmachev
D. Kuksenok**

Summary. The article provides an analysis of possible solutions to the problem of self-organization of a group of unmanned aerial vehicles, in a situation of lack of communication both with the command post and between swarm agents. The description of possible control algorithms in conditions of high interference is presented, the simulation of the swarm operation during the study of the territory and the loss of communication with one or more agents is implemented. The main stages of self-organization of swarm agents when working offline are highlighted. Approaches are described that increase the efficiency of swarming in the tasks of studying the territory when observing dynamic objects and the absence of an expert observer.

Keywords: swarm intelligence, artificial intelligence, interference, vision system, control algorithm, territory research.

Толмачев Александр Сергеевич

Аспирант, БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова
pifonepaf@gmail.com

Куксенок Даниил Сергеевич

Аспирант, БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова
kdsflash@gmail.com

Аннотация. В статье приведен анализ возможных решений задачи самоорганизации группы беспилотных летательных аппаратов, в ситуации отсутствия связи как с командным пунктом, так и между агентами роя. Представлено описание возможных алгоритмов управления в условиях высоких помех, реализовано моделирование работы роя при исследовании территории и утери связи с одним или несколькими агентами. Выделены основные этапы самоорганизации агентов роя при работе в автономном режиме. Описаны подходы, увеличивающие эффективность роя в задачах исследования территории при наблюдении динамических объектов и отсутствия наблюдателя-эксперта.

Ключевые слова: роевой интеллект, искусственный интеллект, помехи, система технического зрения, алгоритм управления, исследование территории.

Использование роевого интеллекта для решения задач самоорганизации различных систем имеет широкое применение [1]. Однако, такой подход зачастую может не учитывать экстремальную ситуацию, и не имеет алгоритмического механизма для решения такого рода задач. В данной работе рассматриваются возможные решения задач самоорганизации роя БЛА в ситуациях с ограничением связи между командным пунктом и роем, а также между агентами. Представлены методы самоорганизации на сборочных пунктах, установленных непосредственно РИ, метод пересчета агентов роя при изменении количество агентов в отсутствие связи.

В работе также рассматривается применение распределенной системы технического зрения в задачах исследования территории, принципы построения таких систем, их преимущества. Вопросы использования такого рода подхода для группы БЛА, управляемой роевым интеллектом.

1. ВХОДНЫЕ УСЛОВИЯ

При исследовании территории на участке помех, необходимо организовать такой алгоритм работы, что, при прохождении части от общей площади исследования — ΔS , передача пакета данных о местности и обнаруженных объектах может быть осуществлена отправкой одного из агентов с пакетом данных за пределы действия помех. В то же время, в случае, когда обнаружена станция помех или любой другой объект, имеющий высший приоритет обнаружения, а площадь исследованной территории меньше чем ΔS , один или несколько агентов вне очереди должны быть отправлены за территорию действия помех, для передачи данных. Данные правила направлены на передачу актуальных данных в случае высокой угрозы уничтожения группы БПЛА.

При работе группы БПЛА в зоне помех, необходимо учитывать, что устройства GPS, и другая спутниковая

связь не доступны. Дальность стабильного информационного обмена между агентами может сократиться или отсутствовать вовсе [2][3].

2. Роевой интеллект

В качестве задачи, решаемой роем, предлагается исследование территории. Для множества роботов R $r_i(i=1,2, \dots, N)$, совместное воздействие которых приведет к решению задачи, справедливы следующие допущения[4]:

- ◆ Все агенты роя R имеют одинаковое аппаратно-техническое обеспечение;
- ◆ Состояние каждого агента роя R описывается некоторым вектором v_i ;
- ◆ Агент роя R может выполнять ограниченный набор действий, ведущий к изменению состоянию вектора v_i , определяемый векторами $A_i = \{a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}\}$;
- ◆ Агент может осуществлять обмен данными с некоторыми роботами, принадлежащими рою, находящимися в зоне радиусом L , обмениваться данными о состоянии агентов и их действиях. При этом, у каждого агента есть зона радиусом Q , в которой он эффективно исследует территорию. Примем что $Q > L$, так как предполагается воздействие, создающее помехи;
- ◆ Каждый агент роя знает алгоритмы для изменения своего состояния в зависимости от выполняемых им действий, а также возможности других агентов, принадлежащих рою. С учетом предыдущего пункта можно сделать вывод что:

$$\frac{dv_i}{dt} = f(v_i, A_i, v_{i1}, A_{i1}, \dots, v_{in}, A_{in});$$

- ◆ Под задачей, стоящей перед роем, предполагается разведка и патрулирование территории, представленной в виде вектора M . В состав вектора входит параметр координат начала квадрата территории x_{0i} , а также ширина h_0 и длина w_0 исследуемой территории. Учитывая предыдущие пункты, решение задачи исследования территории можно записать как множество последовательностей действий всех агентов $A = \{A_1, A_2, \dots, A_i\}$, которое преобразует начальное состояние роя V_0 в состояние, соответствующее поставленной задаче S_{ei} , в котором достигается минимум функционала $Y=F_b(s_1, s_2, \dots, s_i)$. Тогда, решением задачи будет множество действий S_{ui} , которые приведут к такому множеству состояний A_{ui} , что множество оптимальных для посещения агентами точек $M_{ui} = \{x_{0i}, x_{1i}, \dots, x_{ni}\} \in A_{ui}$ при этом оптимальное расстояние между позициями $L/2$;

- ◆ С учетом предыдущего пункта, состояния и действия роботов $R_i \subset R$, попадающих в зону видимости робота r_i , будут $s_{ij}, A_{ij}(j=1,2,\dots, Q)$;
- ◆ Ввиду симуляции экстремальных условий, значение Q может изменяться от Q_{max} до Q_{min} , где $Q_{min} > 0$, а также количество агентов N может меняться от N_{max} до N_{min} , где $N_{max} > N_{min} > 0$;

Предлагается использовать следующий алгоритм взаимодействия агентов [4]:

1. Все агенты из состава роя, получают исходные данные задачи из пункта управления k ;
2. Каждый робот $r_i \in R$ определяет или получает по каналам связи информацию о текущем состоянии всех агентов роя, попадающих в зону видимости L ;
3. На основании полученных данных робот r_i определяет необходимое состояние S_i , в котором функция Y_k принимает минимальное значение;
4. Агент r_i определяет действие a_i , направленное на изменение состояния, текущего к новому;
5. После совершения действия, агент возвращается к пункту 2;

Для обеспечения корректного исследования территории необходимо реализовать задачу распределения роя роботов на позиции, где соблюдалась бы наиболее оптимальная дистанция между агентами, а именно перекрытие зон видимости датчиков, при этом не создавая помех в движении. Допустим между двумя агентами R_i и R_j , в начальный момент времени, расстояние — d , при этом минимально допустимое расстояние — z , L — зона видимости каждого робота. Тогда при выполнении условия $z < d < L$, вектор силы $F_{ij}(k)$, определяющий требуемое действие a_i , будет направлен на робота R_j и прямо пропорционален дистанции d между ними:

$$|\vec{F}_{ij}(k)| \sim d, z < d < L \tag{1}$$

Таким образом реализуется перемещения агентов для решения задачи позиционирования (барражирования).

Учитывая входные данные исследования, а именно работу в условиях недетерминированной среды и в условиях возможного организованного противодействия, необходимо учитывать сложности при организации обмена данными. В описываемой ситуации может возникнуть проблема не информированности некоторых агентов роя о конечной цели или направлении движения. Тем самым метод позиционирования роя играет огромную роль в решении задач патрулирования и исследования территории, а также при обеспечении направления движения агентов к конечной точки [5].

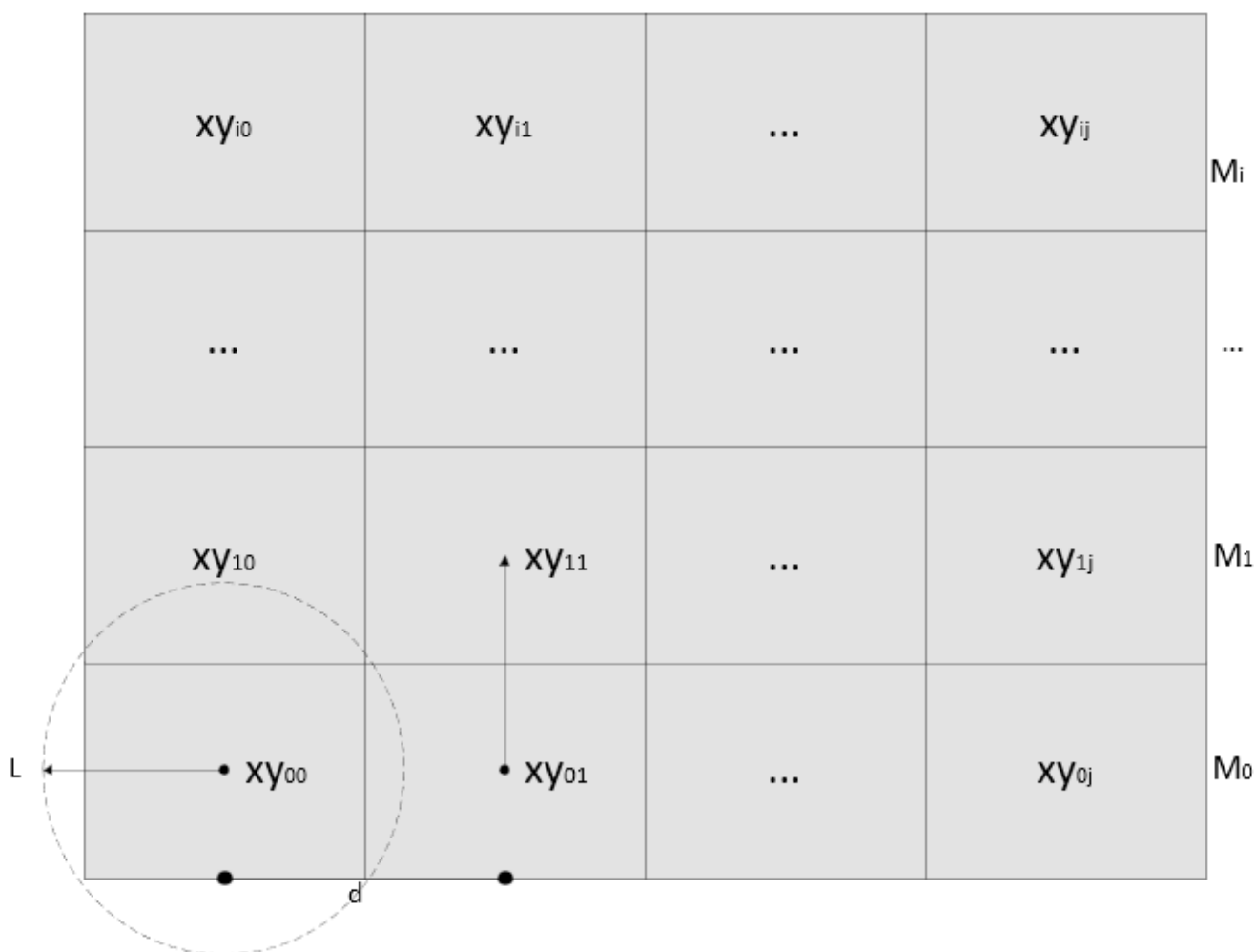


Рис. 1. Представление карты территории

3. Механизмы координации в условиях помех

Для формирования строя рою необходимо получить входные данные о начальных точках территории и ее протяженности. Вектор M , отвечающий за данные о территории, будет разложен на квадраты в соответствии с расстоянием оптимальной работы датчиков L , отвечающих за сбор данных с окружающей среды. Тогда точки необходимые для прохождения агентом являются центрами полученных квадратов. В случае нарушения процесса обмена данными, после процесса барражирования, агенты смогут двигаться согласно вектору направленности $(x_{y_{ij}}, x_{y_{i+1 j+1}}) \in \vec{n}$, рисунок 1.

Ведомые агенты будут двигаться по прежним правилам, за счет корректировки дистанции между роботами, попадающими в зону видимости, иными словами, за счет «притягивания» и «отталкивания». В случае от-

сутствия связи между агентами, исходя из алгоритма пересчета членов роя, каждый БЛА может начать изучать свой квадрат, соответствующий номеру члена. В случае потери агентов и получения новой задачи от КП после выхода из зоны помех, рой самоорганизуется и реализует алгоритм пересчета агентов.

Допуская, что рой знает количество своих агентов, и, учитывая, что группа работает в экстремальных условиях, соответственно допустимы потери среди БЛА, необходимо назначить время актуальности каждой точки для того, чтобы рой не ожидал вышедших из строя. Также должна осуществляться проверка на предмет нахождения в точке сбора всех агентов роя. Инициировать такую проверку в автономном режиме может самый младший по номеру агент: с тактом в T секунд начать опрос N соседних агентов. Для инициации необходимо осуществить проверку на поиск младшего в рое по следующему алгоритму:

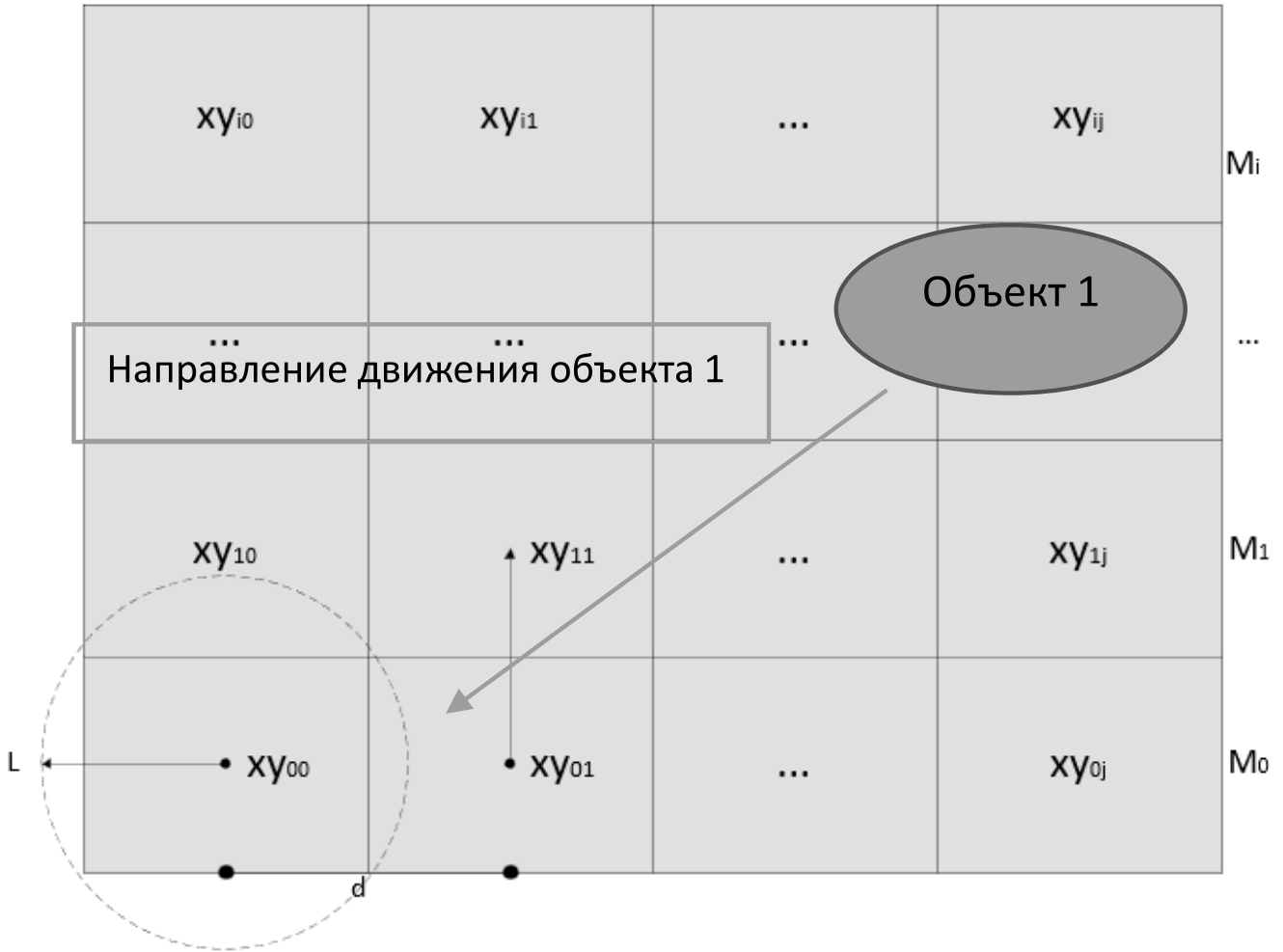


Рис. 2. Представление карты территории с динамическим объектом

- ◆ Начать проверку может любой из участников РИ осуществляя коммуникацию с одним из агентов R находящимися в пределах Q , формула (2).

$$R r_i (i=1, 2, \dots, N) \in Q \quad (2)$$

- ◆ Данными для передачи является номер агента и директива на переключку. Получивший такой пакет данных агент должен осуществить проверку своего номера с полученным и осуществить передачу данных одному из агентов, которые еще не знает о процедуре переключки и подходит пол условие (2).
- ◆ В случае если агенту некого опросить, так как все члены РИ подходящие под условие формулы (4) уже знают о директиве и прошли опрос, агент передает всем членам РИ пакет данных с результатами переключки.
- ◆ Переключка будет окончена, когда результаты дойдут до агента, начавшего её.

Таким образом осуществится самоорганизация РИ: зная младшего построить модель решения какой-либо задачи не составит труда. Более того, осуществляется подсчет всех активных элементов системы для дальнейшего планирования решения подзадач.

Помимо опроса с целью самоорганизации, также можно выделить этап с проверкой данных, хранящихся у БЛА, чтобы сделать вывод о том, в каком моменте вышел из строя один из агентов. Если у одного из агентов хранятся данные о наличии или отсутствии объектов интереса в квадрате не его ответственности, а член РИ сохранивший эти данные в распределенной БД так и не появился в точке сбора, значит передавший данные агент вышел из строя на обратном пути к пункту сбора. Если данные отсутствуют у всех членов роя, то агент вышел из строя в своём квадрате ответственности и там присутствует угроза для всего роя. Учитывая эти данные, а также входные данные от КП о степени приоритетности каждого участка изучаемой террито-

рии, если такова присутствует, РИ может сделать вывод о необходимости дополнительной разведки.

При движении после этапа позиционирования, непосредственно по территории исследуемой местности, согласно карте точек М, «вырывающиеся» вперед агенты будут обладать информацией о конечной цели и смогут частично регулировать свое движение вектором требуемого движения. В то время как агенты, не обладающие необходимой информацией, будут следовать за ведущими с учетом дистанции. Таким образом моделируется ситуация, когда осуществляется частичное радиоэлектронное противодействие, влияющее на связь между некоторыми агентами роя, а также на дальность связи с КП, куда отправляются полученные в результате исследования данные. Более того, приближая ситуацию к реальной и введя динамические объекты поиска на исследуемой территории, информация о нахождении таких объектов может быть не получена или наоборот система будет дезинформирована появлением объекта в разных участках исследуемого квадрата в различное время.

В результате таких входных условий, информация о всех объектах должна быть проанализирована на предмет совпадения положений в разные участки времени на участке возможной траектории классифицированных объектов. Обеспечить такой комплексный подход возможно с помощью распределенной системой технического зрения [6]. Получение телеметрических данных, таких как скорость и положение возможно с помощью данных расстояния до объекта и получения кадров с заранее известным промежутком между ними, а также координат агента, осуществившего обнаружение. Учитывая смещение объекта на кадре, и дальность до объекта, а также допуская погрешность, выражение скорости можно записать по формуле (3)

$$U = \frac{|\vec{p}_1 \vec{p}_2| \left(H \tan \left(\frac{\alpha}{2} \right) \right)^2}{t_2 - t_1} + \Delta_{И} \quad (3)$$

Где p_1 и p_2 — точки объекта в момент времени t_1 и t_2 соответственно, H — расстояния от агента до поверхности по которой движется объект, α — угол обзора устройства наблюдения, h — разрешение кадра, $\Delta_{И}$ — ошибка измерения, появляющаяся в следствии рельефа местности. Данные о направлении в свою очередь можно получить с помощью GPS навигации или с помощью ИНС, проанализировав результирующий вектор направления между p_1 и p_2 .

Телеметрические данные необходимо передать соседним агентам в чьем направлении движется объект, не передавая их по цепочки всем, таким образом вероятность спутать объекты, появившиеся через до-

статочный промежуток времени t , и по классификации принадлежащих одному классу, будет крайне мала. Агент же, получивший данные об объекте, двигающемся в его направлении должен ожидать его появление, пока сам не сменил позицию. Иными словами, каждый агент, в чьей зоне видимости появлялись объекты, обнаруженные другими членами роя, должен хранить данные о всех таких объектах: класс объекта, его координаты, скорость, вектор направления, и время обнаружения. Эти данные позволяют при обнаружении нового объекта любым из агентов, проверить его на возможные совпадения из БД. Действуя по следующему алгоритму:

1. Обнаружение объекта;
2. Классификация объекта;
3. Поиск объектов соответствующего класса;
4. Прогнозирование положения объектов;
5. Проверка, может ли находится объект соответствующего класса, обнаруженный ранее, на месте обнаруженного объекта сейчас. Если да, то обновить данные в БД, если нет записать как новый объект.

Таким образом, информация о территории будет храниться в виде текстовой информации, занимать на носителях мало места, и быстро передаваться от агента к агенту, ввиду своего объема.

Важно уточнить, что агент на протяжении всего времени наблюдения обнаруженного объекта должен обновлять информацию о нем таким образом, что при последней итерации записи, данные об объекте (направление, скорость, координаты) были получены при анализе кадра, после которого объект выходит за пределы зоны наблюдения, т.е. более не наблюдаем устройством, конкретного агента. В то же время, при наблюдении двух и более объектов одного класса одним агентом, должен осуществляться трекинг: последовательное отслеживание перемещения каждого из объектов и присваивание им порядкового номера, отличного от тех что уже записаны в БД.

Для формирования полного пакета данных и анализа в условиях ограниченности дальности связи с КП, а также между агентами, необходим алгоритм действий агента, описывающий поведение в условиях помех. При формировании критериев выполнения задания на исследования территории необходимо назначить точки встречи, которыми могут являться крайние точки квадрата территории подверженной разведке. В точки встречи агент может вернуться в следующих ситуациях:

- ◆ Подзадача агента выполнена и отсутствует связь с КП;
- ◆ Агент не может связаться с членами роя;
- ◆ Повреждение устройства наблюдения.

Заключение и выводы

Метод пунктов сбора ассимилирован с подхода кооперации военизированных подразделений в задачах разведки. Как и в уже существующем подходе, РИ определяет несколько пунктов сбора как пространственную область S , где точка момента утери связи с КП является наиболее близкой точкой к траектории движения, а центр области находится ниже по отношению к вектору движения. Алгоритм пересчета может быть разным в зависимости от задач, стоящих перед системой, но его целью должна являться ревизия агентов для дальнейшего дробления задачи РИ на подзадачи стоящие перед членами системы.

Информационная кооперация между БЛА позволяет увеличить достоверность данных, полученных в автономном режиме и более качественно анализировать динамические объекты.

Теоретическая выкладка не является основанием для внедрения такого механизма, и для дальнейшего изучения поведения РИ с использованием дополнительных механизмов автономной работы необходима экспериментальная база.

Благодарность

Благодарность Работа выполнена в организации ФГБОУ ВО БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (доп. соглашение от 09.06.2020 № 075–03–2020–045/2 на выполнение базовой части государственного задания «Разработка фундаментальных основ создания и управления группировками высокоскоростных беспилотных аппаратов космического и воздушного базирования и группами робототехнических комплексов наземного базирования»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов Донат Яковлевич, «Использование принципов роевого интеллекта для управления целенаправленным поведением массово-применяемых микророботов в экстремальных условиях». Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2011 г. Стр. 70–77.
2. Мариненков Е.Д., Виксин И.И., Жукова Ю.А., Усова М.А. «Анализ защищенности информационного взаимодействия группы беспилотных летательных аппаратов». Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2018. № 5. С. 817–825
3. «Передачики помех современным средствам связи»: учебная литература / А.Н. Зикий, А.В. Помазанов — Южный Федеральный Университет — Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного Федерального Университета, 2020. — 176 с. ISBN978–5–9275–3653–5
4. Лопота В.А., Юревич Е.И. Экстремальная робототехника и мехатроника. Принципы и перспективы развития // Мехатроника, автоматизация, управление. 2007. № 4. С. 37–42
5. Нечаев В.В., Миняйло Д.В. «Некоторые аспекты группового управления многокомпонентными системными объектами на основе биоинспирированных алгоритмов». International Journal of Open Information Technologies. 2019. № 6. С. 94–100
6. Казанский Н.Л., Попов С.Б. «Распределенная система технического зрения регистрации железнодорожных составов». Журнал «Компьютерная оптика». 2012. С. 419–426.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕЖУРНОГО ЗАПАСНОГО ПУНКТА УПРАВЛЕНИЯ МЧС РОССИИ

Череватова Татьяна Федоровна

Кандидат экономических наук
Академия гражданской защиты МЧС России имени
генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика
chtff@inbox.ru

AUTOMATION OF THE ACTIVITY OF THE STANDBY EMERGENCY CONTROL POINT OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA

T. Cherevatova

Summary. Innovations in the field of information technology make a significant contribution to the activities of organizations, contributing to an increase in its effectiveness and efficiency. In accordance with the implementation of the Digital Economy program, it is necessary to develop and implement domestic information projects and systems.

Materials and methods are based on scientific research by scientists and practitioners who study and implement elements of information systems. The use of an interactive information system for storing and processing operational data is an urgent task for any organization, especially if it concerns organizations involved in the prevention and elimination of the consequences of emergency situations. Automation of data entry and processing will reduce the decision-making time by the relevant officials of the emergency management center. The paper describes the activities of the operational standby emergency control center, develops functional requirements for the information system, presents the main diagrams and diagrams on the subject of the study. The results are formulated in the methods and tools for the implementation of the project to create an automated information system.

The fulfillment of the task of creating an automated information system based on 1C solutions indicates the practical significance of the development and its application in this organization, and will also be useful to similar organizations.

Keywords: information technology, information system, emergency situations, Emergency Situations Ministry, emergency control center, operational duty officer, 1C.

Аннотация. Инновации в области информационных технологий вносят существенный вклад в деятельность организаций, способствуя увеличению его результативности и оперативности. В соответствии с реализацией программы «Цифровая экономика» необходимы разработки и их внедрения отечественных информационных проектов и систем.

Материалы и методы основываются на научных исследованиях ученых и практиков, которые изучают и внедряют элементы информационных систем. Применение интерактивной информационной системы для хранения и обработки оперативных данных является актуальной задачей для любой организации, тем более, если это касается организаций, занимающихся предупреждением и ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций. Автоматизация ввода и обработки данных позволит сократить время принятия решения соответствующими должностными лицами запасного пункта управления МЧС. В работе дана характеристика деятельности оперативного дежурного запасного пункта управления, разработаны функциональные требования к информационной системе, представлены основные схемы и диаграммы по теме исследования. Результаты сформулированы в методах и инструментах реализации проекта по созданию автоматизированной информационной системы.

Выполнение поставленной задачи по созданию автоматизированной информационной системы на основе 1С решений свидетельствует о практической значимости разработки и её применении в данной организации, а также будет полезна аналогичным организациям.

Ключевые слова: информационные технологии, информационная система, чрезвычайные ситуации, МЧС, запасной пункт управления, оперативный дежурный, 1С.

Множество подходов, называемых методологиями внедрения ИТ-проектов или ИТ-продуктов, разработано зарубежными и отечественными ведущими производителями информационных систем, среди них: Microsoft, SAP, Oracle, 1С и др. Следует выделить, что большинство данных методик позволяют сократить время и расходы на реализацию проектов, повысить эффективность использования ресурсов. В соответствии с государственной программой

по импортозамещению программного обеспечения отечественный подход к внедрению ИТ-проектов и методологии внедрения систем предлагает компания 1С, который использован в данной работе.

Труды российских ученых, практиков и специалистов посвящены научно-методическим и практическим вопросам проектирования и разработки информационных систем. Наиболее значимыми в этой области яв-



Рис. 1. Информационные потоки

ляются работы: В.И. Грекул, Н.Л. Коровкиной, Г.А. Левочкина, Е.П. Зараменских, С.В. Чискидова, и др. [1–6].

Как было отмечено в [5], информационная система управления чрезвычайными ситуациями (ЧС) должна обеспечивать работу в четырех режимах (повседневной деятельности, повышенной готовности, чрезвычайный режим и режим ликвидации последствий ЧС). Информационная система управления по предупреждению ЧС и действиям в ЧС должна охватывать весь круг соответствующих задач. Решение таких задач базируется на информационных ресурсах адекватного качества с необходимыми свойствами. Это, прежде всего, такие универсальные свойства информации, как достоверность, полнота и оперативность. Это позволит избежать ошибочно принятых решений и повысить эффективность функционирования управляемых объектов [4].

В качестве объекта исследования взят Рузский центр обеспечения пунктов управления (РЦОПУ). Запасной пункт управления (ЗПУ) является пунктом оперативного управления связью. При несении дежурства на запасном пункте управления ежедневно проходят технические проверки системы оповещения (СО), прием заявок на применение беспилотных

летательных аппаратов (БПЛА) МЧС России, а также тренировки с оперативными группами МЧС. Важной задачей для оперативного дежурного (ОД) ЗПУ является обработка и своевременное предоставление информации о проведенных мероприятиях, учитывая их категорию, статус, приоритет, источник, исполнителей, а также время доведения сигналов, приказов и распоряжений.

В задачи ЗПУ входят:

- ♦ организация предоставления переговоров руководству МЧС России, а также решение внезапно возникающих задач по связи;
- ♦ круглосуточное обеспечение надежного, устойчивого и непрерывного функционирования средств автоматизации, связи и систем оповещения центрального аппарата МЧС России;
- ♦ обеспечение работы средств видеоконференции в ходе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- ♦ поддержание системы связи, автоматизированных систем управления в состоянии постоянной готовности и своевременное их развёртывание при переводе органов управления, сил, средств РСЧС и гражданской обороны в высокую степень готовности;



Рис. 2. Контекстная диаграмма «А-0»

- ♦ организация взаимодействия с органами повседневного управления РСЧС при решении задач организации и восстановления связи.

На рисунке 1 показаны информационные потоки, связанные с деятельностью оперативного дежурного ЗПУ, где особое внимание требует информационный обмен оперативного дежурного ЗПУ с оперативным дежурным РЦОПУ, помощником оперативного дежурного ЗПУ и инженером ЗПУ, информационные потоки, связанные с организацией тренировок с оперативными группами МЧС России, а также работы с отделом БПЛА.

Процесс функционирования ЗПУ автоматизирован не полностью и требует совершенствования путем разработки информационной системы (ИС) ОД ЗПУ.

Анализ процессов, связанных с деятельностью оперативного дежурного ЗПУ в ходе несения круглосуточного дежурства выполнен с помощью программы CA ERWin Process Modeler с использованием методов IDEF0 и IDEF3 (рис. 2) [1].

Функциональные требования к информационной системе ОД ЗПУ:

1. Автоматизированное хранение, обновление и обеспечение доступа ко всей справочной информации, используемой оперативными дежурными ЗПУ в ходе несения дежурства.
2. Автоматизация регистрации всех событий в ходе несения дежурства ОД ЗПУ путем формирования и проведения документов, отражающих порядок решения поставленных задач.
3. Автоматизация макетирования и печати документов проверок оперативных групп и системы оповещения, заявок на применение БПЛА, а также сводных отчетов, отражающих результаты решения поставленных задач ОД ЗПУ.

Безопасность функционирования ИС обеспечивается путем идентификации пользователя после ввода логина и пароля.

Для обеспечения защиты от разрушения данных при авариях и сбоях в электропитании в системе должны

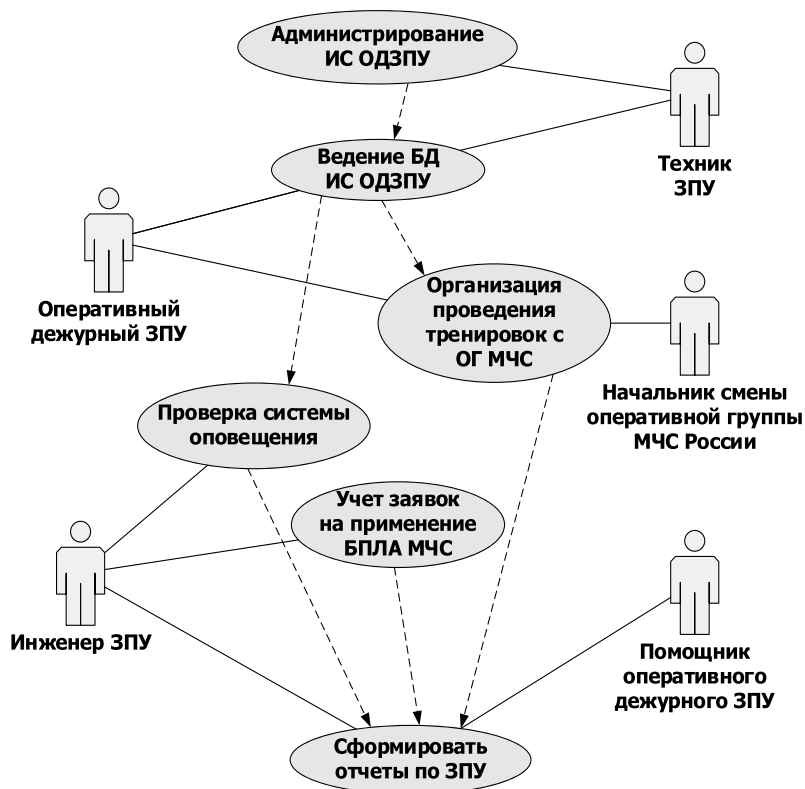


Рис. 3. Диаграмма вариантов использования ИС ОД ЗПУ

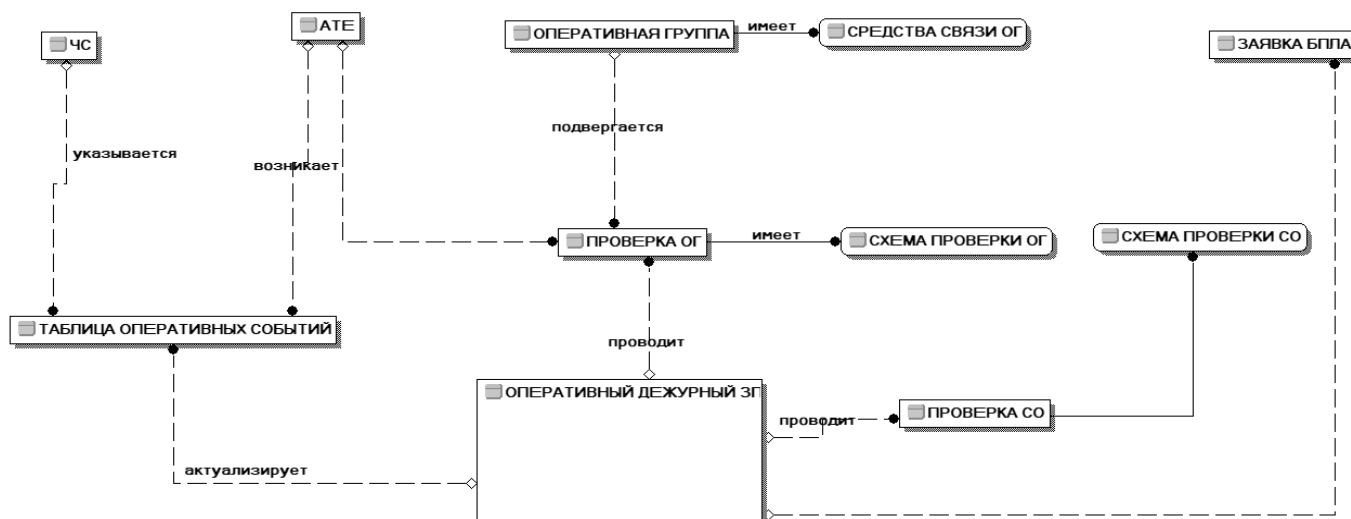


Рис. 4. ER-диаграмма модели БД ИС ОД ЗПУ

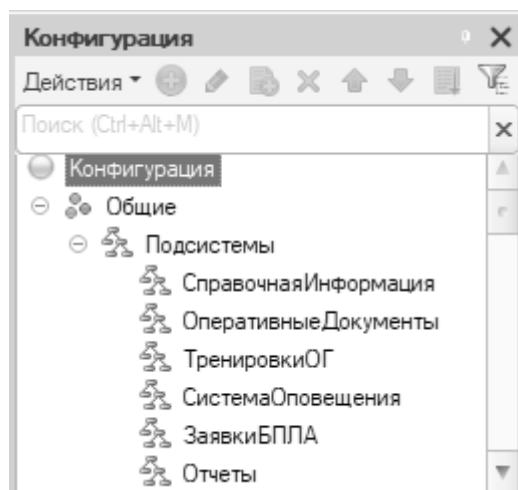


Рис. 5. Список подсистем ИС Од ЗПУ

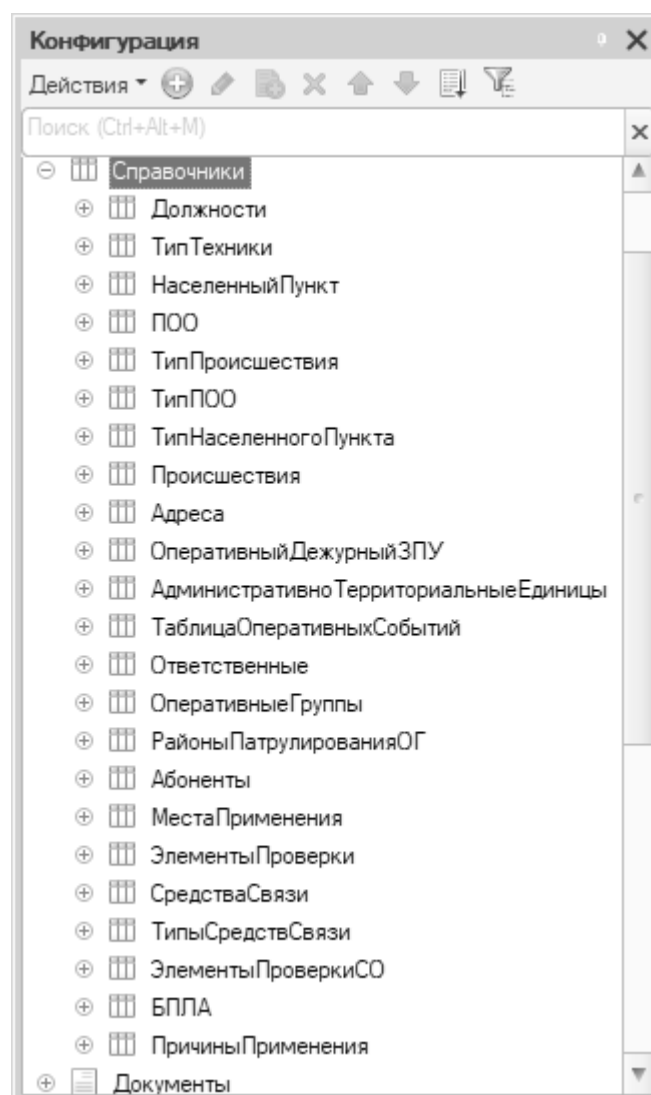


Рис. 6. Список справочников ИС Од ЗПУ

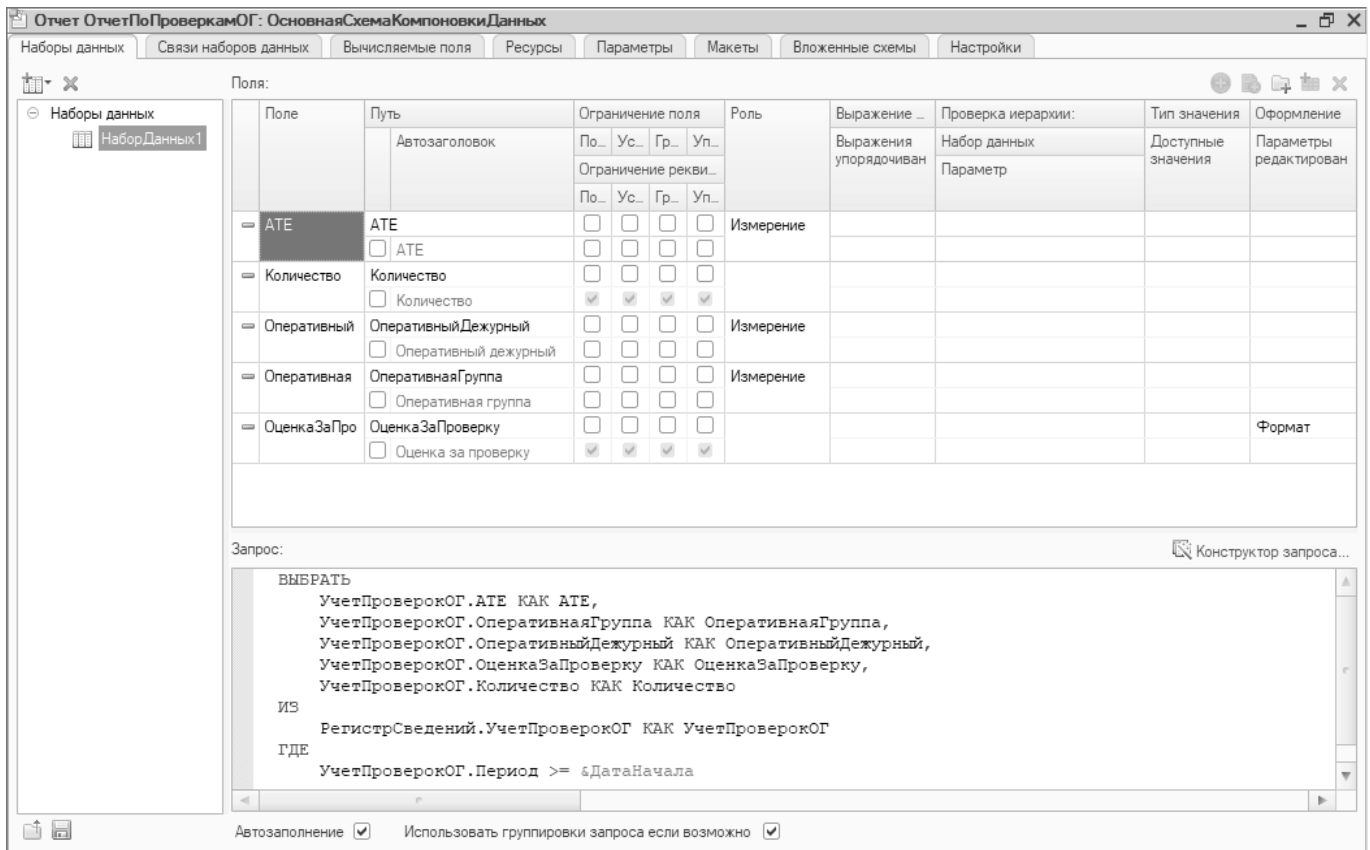


Рис. 7. Результат компоновки данных для отчета по проверкам ОГ в ИС ОДЗПУ

быть задействованы: источники бесперебойного питания, ведение регистрационных журналов и использование механизма отката транзакций СУБД, резервное копирование и архивирование базы данных и журнала транзакций.

На рисунке 3 показана диаграмма вариантов использования ИС ОД ЗПУ, разработанная на основании требований к данной системе и отражающая основные категории пользователей.

Каждый вариант использования детализирован с помощью схем процессов, разработанных по стандарту BPMN2.0.

ER-диаграмма модели базы данных ИС ОД ЗПУ представлена на рисунке 4.

Основными сущностями являются ОПЕРАТИВНАЯ ГРУППА, ПРОВЕРКА ОГ, ТАБЛИЦА ОПЕРАТИВНЫХ СОБЫТИЙ, ПРОВЕРКА СО, СХЕМА ПРОВЕРКИ ОГ, СХЕМА ПРОВЕРКИ СО и другие. Этим сущностям поставлены в соответствие объекты метаданных платформы 1С: Предприятие — программной среды для разработки ИС ОД ЗПУ. Разработанная DBMS-модель в виде XML-ко-

да позволила сгенерировать базовую конфигурацию в формате СУБД 1С: Предприятие 8.3. На рисунке 5 показан список подсистем информационной системы ОД ЗПУ.

В ходе разработки клиентского приложения для ИС ОД ЗПУ были задействованы прикладные, подчиненные и общие объекты конфигурации. Список разработанных справочников показан на рис. 6.

Отчетность ИС ОД ЗПУ представлена универсальными отчетами в виде сводных таблиц и диаграмм. Рисунок 7 отображает результат настройки основной схемы компоновки данных отчета по проверкам оперативной группы (ОГ).

В ходе выполнения работы были включены основные экранные формы клиентского приложения ИС, разработана методика применения информационной системы ОД ЗПУ должностными лицами. Все это позволит автоматизировать и эффективно организовать работу ОД ЗПУ.

Автоматизация деятельности должностных лиц ЗПУ позволит не только сократить время, затрачиваемое

должностными лицами на ведение оперативного учета и формирование отчетности за разные периоды времени, но и обеспечить создание системы, отвечающей целям и задачам организации, предъявляемым требованиям по автоматизации деловых процессов, поддерживать сопровождение, модификации и наращивание системы.

В заключении следует подчеркнуть, что возрастающая роль информационных систем в период нестабильности политической и экономической обстановки обеспечит выполнение следующих важных условий:

- ◆ оперативное предоставление информации адекватного качества;
- ◆ применение современных технических средств;
- ◆ использование новых научных и практических разработок в сфере информационных систем и технологий;
- ◆ синтез информационных систем на основе применения прогрессивных отечественных компонентов;
- ◆ изменение структуры решаемых задач специалистами в области гражданской обороны ЧС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грекул В.И. Проектирование информационных систем: учебник и практикум для академического бакалавриата / И.И. Грекул, Н.Л. Коровкина, Г.А. Левочкина. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 385 с. (с. 112–156)
2. Зараменских Е.П. Информационные системы: управление жизненным циклом для СПО / Е.П. Зараменских. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 431 с.
3. Емельянова Н.З., Партыка Т.Л., Попов И.И. Основы построения автоматизированных информационных систем: Учебное пособие. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. — 416 с.
4. Исаев Г.Н. Управление информационными системами: учебное пособие / Г.Н. Исаев, А.А. Роганов. — КНОРУС, 2020. — 348 с. (с. 11–22)
5. Череватова Т.Ф. Информационные ресурсы — основа принятия решений по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны. В 4-х частях. Сост. В.С. Бутко, М.В. Алешков, С.В. Подкосов, А.Г. Заворотный [и др.]. Москва, 2022 (с. 82–89)
6. Ромашкова О.Н., Чискидов С.В. Методологии и технологии проектирования информационных систем: учебно-методическое пособие. — Ч. 1. — М.: МГПУ, 2020. — 124 с.

© Череватова Татьяна Федоровна (chtf@inbox.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЛИПСОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СВЕТОВОЙ ВОЛНЫ, ОТРАЖЕННОЙ ОТ НАНОКОМПОЗИТНОГО СЛОЯ

MATHEMATICAL MODELING OF THE FREQUENCY DEPENDENCE OF THE ELLIPSOMETRIC PARAMETERS OF A LIGHT WAVE REFLECTED FROM A NANOCOMPOSITE LAYER

V. Yatsyshen
I. Potapova

Summary. The paper demonstrates a high sensitivity of the ellipsometry method to the parameters of a nanocomposite material. This is especially noticeable in the region of the longitudinal frequency of the nanocomposite, which is in the region where the real part of the permittivity of the nanocomposite passes through zero, where the band gap begins. Taking into account this dependence, these regularities can be used to create controlled elements of polarization optics based on nanocomposites. It is shown that a nanocomposite based on a dielectric matrix with nanoparticles distributed in it exhibits pronounced polariton properties, which, in the case of semiconductors with phonon or exciton resonances, are widely used in nanophotonics.

Keywords: nanocomposite, silver nanoparticles, energy reflection and transmission coefficients, ellipsometric parameters, polaritons, band gap.

Яцышен Валерий Васильевич

Профессор

Волгоградский государственный университет

yatsyshen.valeriy@volsu.ru

Потапова Ирина Игоревна

Аспирант

Волгоградский государственный университет

ipotapova28@mail.ru

Аннотация. В работе продемонстрирована высокая чувствительность метода эллипсометрии к параметрам нанокompозитного материала. Особенно это заметно в области продольной частоты нанокompозита, которая находится в области перехода действительной части диэлектрической проницаемости нанокompозита через ноль — здесь образуется начало запретной зоны. С учетом такой зависимости, можно использовать данные закономерности для создания управляемых элементов поляризации оптики на основе нанокompозитов. Показано, что нанокompозит на основе диэлектрической матрицы с распределенными в ней наночастицами проявляет ярко выраженные поляритонные свойства, которые в случае полупроводников с фоннонным или экситонным резонансами находят широкое применение в нанофотонике.

Ключевые слова: нанокompозит, наночастицы серебра, энергетические коэффициенты отражения и прохождения, эллипсометрические параметры, поляритоны, запретная зона.

Нанокompозитные материалы в настоящее время привлекают большое внимание исследователей и инженеров ([1–3]). Причина заключается в том, что такие материалы обладают уникальными и, главное, управляемыми оптическими свойствами. Мы рассмотрим модель нанокompозита, состоящего из диэлектрической матрицы, в которой случайным образом распределены наночастицы из благородных металлов. В качестве последних рассмотрены частицы серебра. В ряде наших работ [4,5] был проведен анализ возбуждения поверхностных поляритонов на границе нанокompозита и проведен расчет их дисперсионных характеристик.

Для композитного материала диэлектрическая проницаемость ε_{mix} вычисляется с помощью модели Максвелла-Гарнета [4,5]:

$$\frac{\varepsilon_{mix} - \varepsilon_d}{\varepsilon_{mix} + 2\varepsilon_d} = f \frac{\varepsilon(\omega) - \varepsilon_d}{\varepsilon(\omega) + 2\varepsilon_d} \quad (1)$$

Здесь ε_{mix} — диэлектрическая проницаемость нанокompозита; ε_d — диэлектрическая проницаемость матрицы; f — описывает объемную долю металлических частиц нанокompозита; — диэлектрическая проницаемость наночастицы серебра. Для последних используется формула Друде, которая весьма хорошо описывает оптические свойства частиц благородных металлов:

$$\varepsilon_m(\omega) = \varepsilon_0 \left(1 - \frac{\omega_L^2}{\omega^2} \right), \quad \omega_L^2 = \frac{\omega_p^2}{\varepsilon_0} \quad (2)$$

- ♦ высокочастотная диэлектрическая проницаемость наночастицы серебра при $\omega \rightarrow \infty$, — плазменная частота.

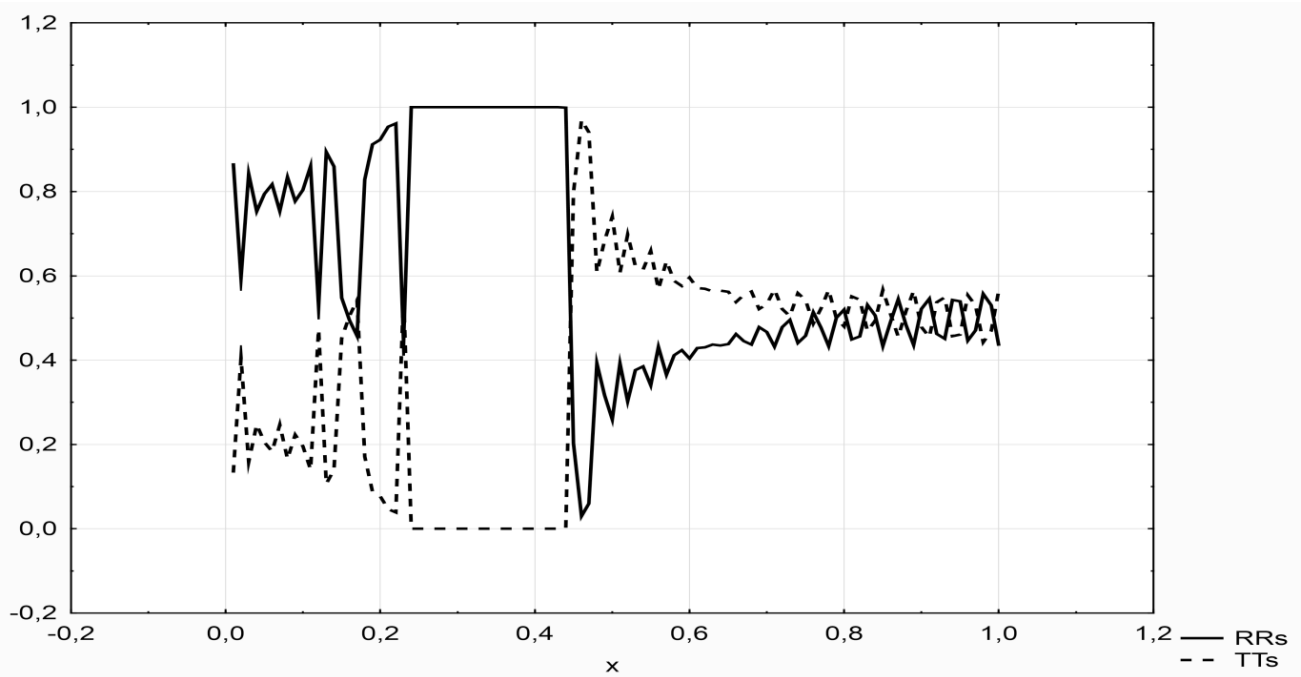


Рис. 1. Зависимость энергетических коэффициентов отражения RRs и прохождения TTs от относительной частоты $x = \omega / \omega_p$

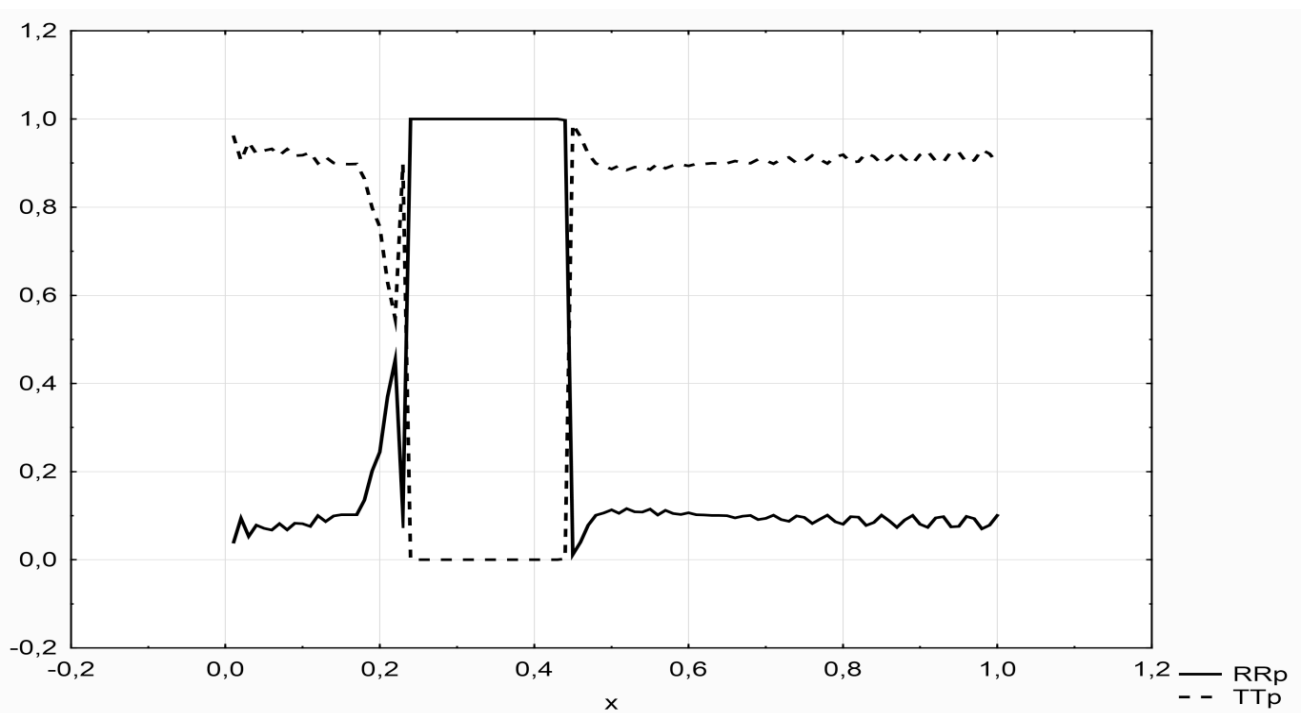


Рис. 2. Зависимость энергетических коэффициентов отражения RRp и прохождения TTp от относительной частоты $x = \omega / \omega_p$.

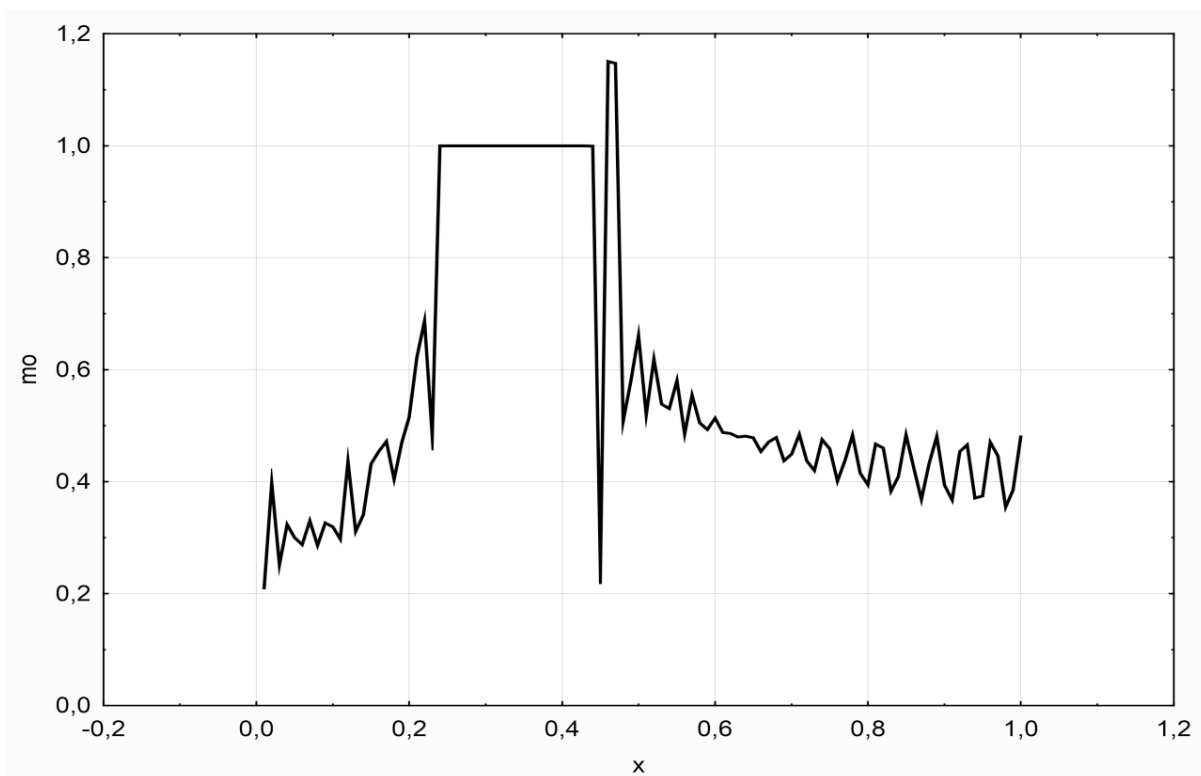


Рис. 3. Зависимость эллипсометрического параметра m_0 от относительной частоты $x = \omega / \omega_p$.

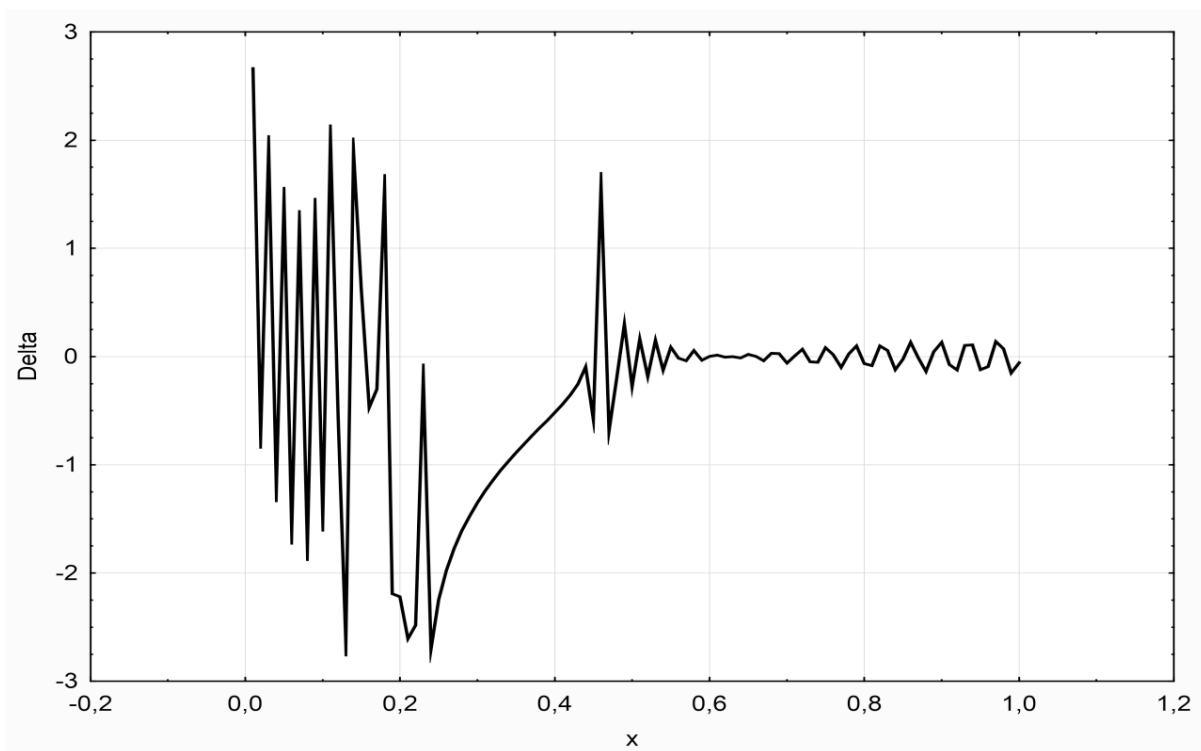


Рис. 4. Зависимость эллипсометрического параметра Δ от относительной частоты $x = \omega / \omega_p$.

Постановка задачи

На пластинку из нанокompозита толщиной из среды $z < 0$ с диэлектрической проницаемостью под углом падает плоская гармоническая световая волна. Требуется провести анализ частотной зависимости отраженного и прошедшего света: энергетических коэффициентов отражения и прохождения, эллипсометрических параметров отраженного и прошедшего света. Диэлектрическая проницаемость среды, в которую после пластинки поступает свет, равна $\varepsilon_3 = 2.5$.

Решение задачи

Для различных видов поляризации падающего излучения мы решаем задачу с использованием характеристической матрицы слоя нанокompозита [4]. Для s — и p — поляризации получаем комплексные амплитуды отраженного и прошедшего света, с помощью которых находятся эллипсометрические параметры. В частности, для отраженной волны последние определяются с помощью отношения:

$$\rho = \frac{R_p}{R_s} = m_0 \exp(i\Delta) \quad (3)$$

В этой формуле R_p и R_s есть комплексные коэффициенты отражения для p — и s — поляризаций соответственно; m_0 — модуль эллипсометрического параметра, Δ — его фаза. Следует особо подчеркнуть, что эллипсометрические параметры несут более детальную информацию об исследуемой структуре по сравнению с обычными энергетическими коэффициентами отражения и прохождения. В расчеты мы использовали следующие значения параметров [4,5]: $\varepsilon_0 = 5$, $d = 1$ нм, $\varepsilon_d = 2.56$, $f = 0.5$, $\theta_0 = 75^\circ$, $\omega_p = 9$ eV. Затухание в наночастицах не учитывалось — параметр диссипации в диэлектрической проницаемости металла полагался равным нулю. Это позволяет провести контроль вычислений и обоснование их корректности с помощью закона со-

хранения энергии. Относительная частота $x = \omega / \omega_p$ изменялась в диапазоне: $x = 0.01:0.01:1$.

Результаты расчетов и их обсуждение

На рисунках 1–4 представлены результаты вычислений по предложенной модели нанокompозита.

Из рисунка 1 видно, что энергетические коэффициенты отражения и прохождения для s - поляризации носят осцилляционный характер, обусловленный интерференцией волны в пластинке. Также эти спектры обнаруживают ярко выраженный поляритонный характер — существует запрещенная зона от $x=0.24$ до $x=0.43$, где в пластинке из нанокompозита волна не распространяется, а полностью отражается $RR_s = 1$.

Картина для p — поляризации обнаруживает такое же интерференционное поведение с такой же запретной зоной $RR_p = 1$. Необходимо подчеркнуть, что в процессе расчета спектров осуществлялся контроль за корректностью работы модели с помощью закона сохранения энергии: $RR_s + TT_s = 1$ и

$RR_p + TT_p = 1$ для любого значения x . Особый интерес представляет анализ частотного спектра эллипсометрических параметров, которые изображены на Рисунках 3,4.

Отметим резко выраженную интерференционную картину этих параметров, а также наличие резкого скачка модуля m_0 с $m_0=0.24$ до $m_0=1.58$ при переходе с $x=0.45$ до $x=0.46$. Кроме этого, заметим, что если модуль эллипсометрического параметра внутри запрещенной зоны остается, как и следовало ожидать, равным единице, то фаза эллипсометрического параметра в этой зоне плавно меняется от значения $\Delta = -0,19397$ до $\Delta = -0,09499$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abed C., Ali M.B., Addad A., Elhouichet H. Growth, structural and optical properties of ZnO-ZnMgO-MgO nanocomposites and their photocatalytic activity under sunlight irradiation // *Materials Research Bulletin*, 2019, V.110, pp. 230–238
2. Al-Rekabi S.H., Kamil Y.M., Abu Bakar M.N. et al. Hydrous ferric oxide-magnetite-reduced graphene oxide nanocomposite for optical detection of arsenic using surface plasmon resonance // *Optics and Laser Technology* 2019, V. 111, pp.417–423.
3. Xu L., Zheng G., Liu Y., Su J., Kuang W., Rao W. The optical properties of Ag/ZnO nanocomposite thin films with different thickness // *Optik* 2017, V. 147, pp. 6–13.
4. Potapova I.I., Yatsishen V.V. Propagation and damping constants of surface plasmons on the boundary of nanocomposite // *AIP Conference Proceedings*. 2019. p. 020244.
5. Potapova I.I., Yatsishen V.V. Dependence of complex dielectric permeability and complex refraction index from frequency for composite with gold nanoparticles // *AIP Conference Proceedings*. 2020. p. 030026.

ПРОБЛЕМА ОТВЕТСТВЕННОГО САМОЛЕЧЕНИЯ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ В ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ И ПЕДИАТРИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

THE PROBLEM OF RESPONSIBLE SELF-MEDICATION AND RATIONAL USE OF MEDICATIONS IN THERAPEUTIC AND PEDIATRIC PRACTICE

Yu. Belyaeva
D. Tyapkina
M. Polidanov
I. Kondrashkin
I. Blokhin
A. Kalibatov
S. Anton
M. Altan

Summary. The problem of self-treatment of patients in therapeutic and pediatric practice has one of the important places in modern healthcare and is relevant. Therefore, the purpose of this study was to compare the prevalence and nature of self-treatment of adults and children in Saratov. A sociological survey of 145 respondents found that patients take their children's health more seriously than their own. Most of the respondents prefer to use the Internet when self-medicating, but choose medications from advertising when treating their children. When choosing a drug for respondents, the form of release, efficacy, safety and absence of contraindications are more important. Unfortunately, respondents demonstrate a low level of trust in the healthcare system, despite its development. In order to reduce the risk of various complications of self-treatment, parents should remember that children belong to a particularly vulnerable category. The authors believe that it is necessary to improve medical literacy, an important part of which is adherence to prescribed treatment and preventive measures.

Keywords: responsible self-treatment, self-treatment of children, questionnaires, prevalence, choice of medications.

Беляева Юлия Николаевна

Ассистент

Саратовский государственный медицинский
университет имени В.И. Разумовского

Тяпкина Дарья Андреевна

Саратовский государственный медицинский
университет имени В.И. Разумовского

Полиданов Максим Андреевич

Саратовский государственный медицинский
университет имени В.И. Разумовского
maksim.polidanoff@yandex.ru;

Кондрашкин Иван Евгеньевич

Саратовский государственный медицинский
университет имени В.И. Разумовского

Блохин Игорь Сергеевич

Саратовский государственный медицинский
университет имени В.И. Разумовского

Калибатов Аскер Эльдарович

Саратовский государственный медицинский
университет имени В.И. Разумовского

Саблин Антон Сергеевич

Саратовский государственный медицинский
университет имени В.И. Разумовского

Санджиев Алтан Мергенович

Саратовский государственный медицинский
университет имени В.И. Разумовского

Аннотация. Проблема самолечения пациентов как в терапевтической, так и в педиатрической практике занимает одно из ключевых мест в современном здравоохранении, и значение ее с каждым годом неуклонно возрастает. Цель исследования: сравнение распространенности и характеристик самолечения взрослых и детей г. Саратова. Посредством социологического опроса 145 респондентов установлено, что респонденты более трепетно относятся к здоровью своих детей, чем к своему собственному. Большая часть респондентов при самолечении, не желая обращаться к врачам, всё же предпочитают пользоваться интернетом, а при лечении детей останавливают свой выбор на рекламируемых ЛС. При выборе лекарственного препарата для респондентов важнее форма выпуска, эффективность, безопасность и отсутствие противопоказаний. Несмотря на скорые темпы развития медицины, респонденты демонстрируют низкий уровень доверия к системе здравоохранения. Для уменьшения риска возникновения различных осложнений самолечения родителям необходимо помнить, что дети относятся к особо уязвимой категории, в следствие чего необходимо повышать медицинскую грамотность, частью которой являет-



Введение

В современном мире самолечение широко распространено и присутствует даже в тех случаях, когда есть возможность обратиться в лечебно-профилактическое учреждение [1]. За последние два десятилетия значительно возросло количество лекарственных средств (ЛС), разрешенных к применению в медицинской практике. Произошедшие изменения носят как позитивный, так и негативный характер [2]. Отмечено достаточно выраженное стремление людей брать на себя ответственность за сохранение и укрепление не только собственного здоровья, но и здоровья своих детей. Многие люди самостоятельно выставляют диагноз, назначают лечение (применяют безрецептурные ЛС) [3,4]. По-видимому, это связано с хорошей осведомленностью общества о ЛС в целом, чему способствует огромный поток информации из Интернета, телевидения и других средств массовой информации [5].

Многие люди знают, что нерациональное применение ЛС может нести серьезные последствия для здоровья (лекарственная резистентность, превышение предельно допустимой дозы, аллергические реакции и другое). Однако самолечение всё чаще приобретает бесконтрольный характер и может привести к искажению клинических симптомов различных заболеваний, поздней диагностике, а также к проявлению побочных эффектов, которые впоследствии могут восприниматься пациентами как вновь возникшие болезни [6].

К сожалению, в последние годы, к методике самолечения стали прибегать и многие родители, не в полной мере осознавая возможные негативные последствия. Вследствие этого, осложнения лекарственной терапии у детей могут носить специфический характер.

Цель исследования

Сравнение распространенности и характеристик самолечения взрослых и детей г. Саратова.

ся не только приверженность назначенному лечению, но и профилактическим мерам.

Ключевые слова: ответственное самолечение, самолечение детей, анкетирование, распространенность, выбор лекарственных препаратов.

Материалы и методы

Для решения поставленной цели был произведен теоретический анализ руководящих документов и специальной литературы по теме исследования, а также проведено интервьюирование на бумажных носителях по авторским специально разработанным анкетам. В анкетировании приняли участие 145 респондентов, которые были разделены на 2 группы. Группу 1 составили люди, которые занимаются самолечением самого себя, группу 2 — родители, которые занимаются самолечением своих детей. Анкетирование проводилось на двух базах: ГУЗ «Энгельсская городская детская поликлиника» и ГУЗ «Саратовская городская межрайонная поликлиника № 1».

Респондентам группы 1 была предложена анкета, содержащая 35 вопросов, с помощью которой уточнялись: возраст, пол, трудоустройство, частота и причины самолечения, самостоятельный расчет дозы и курса приема ЛС и чтение инструкции перед применением, длительность самолечения, денежные затраты на него. Также производилась оценка видов ЛС или процедур, используемых в качестве самолечения, и форма их выпуска; тактика действия при появлении симптомов болезни, неблагоприятные последствия самолечения и отношение респондентов к нему; принцип выбора ЛС или способа самостоятельного лечения. Респондентам группы 2 была предложена аналогичная анкета, но состоящая из 38 вопросов, уточняющих характеристики самостоятельного лечения детей. Также анкета была дополнена вопросами относительно количества и возраста детей.

Исследование выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики и принципами Хельсинкской Декларации. До включения в исследование у всех участников было получено добровольное письменное информированное согласие.

Все результаты проведенных исследований были подвергнуты статистическому анализу с помощью про-

Таблица 1. Основные демографические параметры респондентов

Параметр		Группа 1 (n=70), n (%)	Группа 2 (n=75), n (%)	p
Пол респондентов	Женский	37 (52,9)	39 (52)	p=0,918
	Мужской	33 (47,1)	36 (48)	
Возраст респондентов	До 29 лет	28 (40,0)	27 (36,0)	p=0,620
	30–40 лет	19 (27,1)	25 (33,3)	p=0,418
	41–60 лет	21 (30,0)	23 (30,7)	p=0,931
	Старше 60 лет	2 (2,9)	0 (0)	p=0,141
Трудоустройство респондентов	Работает	34 (48,6)	39 (52,0)	p=0,680
	Не работает	29 (41,4)	31 (41,3)	p=0,991
	Учится	7 (10,0)	5 (6,7)	p=0,467

Таблица 2. Характеристики самолечения

Параметр		Группа 1 (n=70), n (%)	Группа 2 (n=75), n (%)	p
Частота самостоятельного назначения ЛС себе/ребенку	Очень редко (5–6 раза в год)	21 (30,0)	47 (62,7)	p=0,001
	Иногда (1–2 раза в месяц)	24 (34,3)	14 (18,7)	p=0,033
	Почти всегда (более 2–3 раз в месяц)	25 (35,7)	14 (18,7)	p=0,021
Причины самостоятельного назначения ЛС себе/ребенку	Трудности при записи на приём к врачам	11 (15,7)	15 (20,0)	p=0,503
	Не доверие к врачам	18 (25,7)	35 (46,7)	p=0,009
	Респонденты, считающие, что знают свой организм/организм ребенка лучше, чем врачи	37 (52,9)	15 (20,0)	p=0,001
	Респонденты, считающие, что лучше брать пример со знакомых или родственников	4 (5,7)	10 (13,3)	p=0,121
Самостоятельный расчет дозировки и схемы лечения		41 (58,6)	24 (32,0)	p=0,002
Респонденты, читающие инструкции перед применением ЛС		26 (37,1)	69 (92,0)	p=0,001
Длительность самостоятельного назначения ЛС себе/ребенку	До года	1 (1,4)	8 (10,7)	p=0,022
	От 1 года	5 (7,1)	11 (14,7)	p=0,149
	От 5 лет	22 (31,4)	39 (52,0)	p=0,013
	От 10 лет	42 (60,0)	17 (22,7)	p=0,001
Денежные расходы на самолечение	до 500 руб.	0 (0)	1 (1,3)	p=0,333
	от 500 до 1000 руб.	2 (2,9)	9 (12,0)	p=0,038
	от 1000 до 5 000 руб.	19 (27,1)	33 (44,0)	p=0,035
	свыше 5 000 руб.	49 (70,0)	32 (42,7)	p=0,001
Возможность лечения народными средствами, по мнению респондентов	Возможно	25 (35,7)	12 (16,0)	p=0,007
	Невозможно	15 (21,4)	27 (36,0)	p=0,054
	Иногда (при легком течение заболевания)	30 (42,9)	36 (48,0)	p=0,535

грамм Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США). Порядок переменных в данной выборке был неправильным, поэтому применяли непараметрические методы математической статистики. Для сравнения переменных использовали критерий парных сравнений Вилкоксона, а для сравнения групп — U-критерий Манна-Уитни. За достоверность принималась данные по значениям не менее 95%.

Результаты

В результате проведенного исследования установлено, что группа 1 и 2 сопоставимы по полу, возрасту и трудоустройству ($p < 0,05$), что отражено в таблице 1.

Количество детей у респондентов группы 2 составило 2,0 [1,5; 3,0]. Их возраст — 12 [6,5; 17,5] лет. Большая

Таблица 3. ЛС и процедуры, назначаемые респондентами самостоятельно себе или своим детям

Параметр		Группа 1 (n=70), n (%)	Группа 2 (n=75), n (%)	p
ЛС или процедуры, которые респонденты самостоятельно назначают себе/ребенку	ЛС	48 (68,6)	34 (45,3)	p=0,005
	Средства народной медицины	35 (50,0)	13 (17,3)	p=0,001
	Биологически активные добавки (БАДы)	30 (42,9)	21 (28)	p=0,062
	Физиотерапевтические процедуры	14 (20,0)	33 (44,0)	p=0,003
ЛС, которые наиболее часто респонденты самостоятельно назначают себе/ребенку	Обезболивающие ЛС	45 (64,3)	19 (25,3)	p=0,001
	Жаропонижающие ЛС	48 (68,6)	20 (26,7)	p=0,001
	Антибактериальные ЛС	47 (67,1)	29 (38,7)	p=0,001
	Противовирусные ЛС	44 (62,9)	12 (16,0)	p=0,001
	Антигипертонические ЛС	39 (55,7)	1 (1,3)	p=0,001
	ЛС, применяемые для лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы	27 (38,6)	2 (2,7)	p=0,001
	ЛС, применяемые для лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта	41 (58,6)	17 (22,7)	p=0,001
	Витамины и минеральные добавки	20 (28,6)	22 (29,3)	p=0,920
Наиболее оптимальные формы выпуска ЛС, используемых при лечении острых респираторных заболеваний, по мнению респондентов	Не назначают	22 (31,4)	41 (54,7)	p=0,005
	Сироп	12 (17,1)	34 (45,3)	p=0,001
	Капли	13 (18,6)	23 (30,7)	p=0,093
	Таблетки	48 (68,6)	22 (29,3)	p=0,001
	Порошки и гранулы	23 (32,9)	40 (53,3)	p=0,013

часть детей посещали школу (28 (37,3%)) и детский сад (22 (29,3%)).

Оценка характеристик самолечения представлена в таблице 2.

Большая часть респондентов (25 (35,7%)) группы 1 самостоятельно принимают ЛС почти постоянно, а вот респонденты группы 2 чаще достаточно редко самостоятельно лечат своих детей (47 (62,7)), причем различия статистически значимы ($p < 0,05$). Большая часть респондентов группы 1 (37 (52,9%)) занимаются самолечением, считая, что лучше врачей знают свой организм, различия статистически значимы при сравнении с группой 2 ($p = 0,001$). А вот респонденты группы 2 самостоятельно лечат своих детей чаще по причине недоверия врачам (35 (46,7%)), причем различия также статистически значимы при сравнении с группой 1 ($p = 0,009$). Больше половины респондентов группы 1 (41 (58,6%)) самостоятельно рассчитывают дозу и курс приема ЛС. В группе 2 респонденты реже занимаются подобным (24 (32,0%)) и чаще обращаются к врачу, причем различия статистически значимы ($p = 0,002$). Так же анкетированные группы 2 чаще читают инструкцию к применению перед назначением ЛС своему ребенку 69 (92,0%), различия статистически значимы при сравнении с группой 1 ($p = 0,001$). При оценке длительности самолечения установлено, что большинство респондентов группы 1 (42 (60,0%)) самостоятельно принимают ЛС более 10 лет, а большая

часть анкетированных группы 2 (39 (52,0%)) назначают лечение своим детям более 5, но менее 10 лет, причем различия статистически значимы при сравнении 1 и 2 группы ($p < 0,05$). Больше половины респондентов группы 1 потратили на самолечение более 5000 рублей (49 (70,0%)), а группы 2 (33 (44,0%)) — от 1000 до 5000 рублей. Большинство респондентов группы 1 (30 (42,9%)) и 2 (36 (48,0%)) считают, что лечение народными методами возможно при легком течении заболевания, различия статистически не значимы ($p = 0,535$).

Оценка ЛС или процедур, которые респонденты используют в качестве самолечения, представлена в таблице 3.

Чаще всего респонденты группы 1 (48 (68,6%)) и 2 (34 (45,3%)) самостоятельно принимают ЛС, однако различия статистически значимы ($p = 0,005$). Также анкетированные группы 1 чаще, чем в группе 2 используют средства народной медицины, биологически активные добавки, но реже назначают физиотерапевтические процедуры ($p = 0,001$, $p = 0,062$, $p = 0,003$ соответственно). При оценке вида ЛС, который используется при самолечении установлено, что почти все ЛС, кроме витаминов и минеральных добавок, чаще используются респондентами группы 1. И чаще всего анкетированные в группе 1 используют: жаропонижающие (48 (68,6%)), антибактериальные (47 (67,1%)) и обезболивающие ЛС (45 (64,3%)), причем различия статистически значимы при сравнении

Таблица 4. Принципы самостоятельного выбора ЛС

Параметр		Группа 1 (n=70), n (%)	Группа 2 (n=75), n (%)	p
Выбор метода лечения респондентами	На основании советов близких	39 (55,7)	33 (44,0)	p=0,159
	На основании личного опыта	31 (44,3)	19 (25,3)	p=0,017
	На основании рекламы в СМИ	41 (58,6)	59 (78,7)	p=0,009
	На основании информации в интернете	52 (74,3)	44 (58,7)	p=0,047
Основные критерии при выборе ЛС, по мнению респондентов	Эффективность	37 (52,9)	45 (60,0)	p=0,386
	Безопасность	51 (72,9)	70 (93,3)	p=0,001
	Отсутствие противопоказаний	44 (62,9)	62 (82,7)	p=0,008
	Форма применения	12 (17,1)	34 (45,3)	p=0,001
	Наличие рекламы	37 (52,9)	59 (78,7)	p=0,002
Производство ЛС, которое предпочитают респонденты	Импортное	57 (81,4)	63 (84,0)	p=0,683
	Отечественное	13 (18,6)	12 (16,0)	
Респонденты, родственники которых настаивают на самолечении		17 (24,3)	19 (25,3)	p=0,884
Респонденты, удовлетворенные ассортиментом ЛС в аптеке		58 (82,9)	65 (86,7)	p=0,523

Таблица 5. Тактика действия респондентов при появлении признаков заболевания

Параметр		Группа 1 (n=70), n (%)	Группа 2 (n=75), n (%)	p
Тактика действия респондентов при повышении температуры до 37,0°C у себя/ребенка	Постельный режим и обильное теплое питье	17 (24,3)	48 (64,0)	p=0,001
	Бездействие	5 (7,1)	7 (9,3)	p=0,633
	Любые жаропонижающие ЛС	48 (68,6)	20 (26,7)	p=0,001
Тактика действия при выборе ЛС для себя/ребенка	Обращение к врачу	18 (25,7)	29 (38,6)	p=0,096
	Обращение к друзьям, родственникам или поиск информации в интернете	32 (45,7)	21 (28,0)	p=0,027
	Обращение к фармацевту в аптеке	20 (28,6)	25 (33,3)	p=0,536
Самостоятельная постановка диагноза респондентами себе/ребенку	Не ставят самостоятельно диагноз, обращаются к врачу	18 (25,7)	29 (38,6)	p=0,096
	Ставят диагноз самостоятельно на основании личного опыта	35 (50,0)	23 (30,7)	p=0,018
	Ставят диагноз самостоятельно на основании данных интернета	17 (24,3)	23 (30,7)	p=0,391

с группой 1 (p=0,001, p=0,001, p=0,001 соответственно). В группе 2 респонденты достаточно часто назначают своим детям: антибактериальные ЛС (29 (38,7%)), витамины и минеральные добавки (22 (29,3%)) и жаропонижающие ЛС (20 (26,7%)). Анкетированные в группе 1 чаще предпочитают ЛС в виде таблеток (48 (68,6%)), а в группе 2 — в виде порошков и гранул (40 (53,3%)), что может быть обусловлено удобством применения данных форм выпуска лекарств у детей. Оценка принципа выбора метода самолечения отражена в таблице 4.

Большинство респондентов группы 1 (52 (74,3%)) предпочитают выбирать метод лечения, руководствуясь информацией, полученной в интернете, различия

статистически значимы при сравнении с группой 2 (p=0,047). А вот родители группы 2 предпочитают лечить своих детей ЛС, рекламируемыми в СМИ и других источниках (59 (78,7%)), различия также статистически значимы при сравнении с группой 1 (p=0,009). Основными критериями при выборе ЛС для группы 1 являются безопасность (51 (72,9%)) и отсутствие противопоказаний (44 (62,9%)), как и для группы 2 (70 (93,3%) и 62 (82,7%) соответственно), различия статистически значимы (p=0,001 и p=0,008 соответственно).

Респонденты группы 2 (62 (82,7%)) чаще передают свой опыт самолечения, чем анкетированные группы 1 (55 (78,6%)), однако различия статистически не зна-

чимы ($p=0,533$). В группе 2 больше людей (29 (38,7%)) понимают опасность самолечения, чем в группе 1 (16 (22,9%)), различия статистически значимы ($p=0,040$). В обеих группах (группа 1–8 (11,4%) и группа 2–11 (14,7%)) достаточно мало людей считают, что самолечение не допустимо, однако продолжают им заниматься (различия статистически не значимы ($p=0,564$)).

В таблице 5 приведена тактика действия респондентов при появлении первых признаков заболевания.

При повышении температуры тела не выше 37,0 большинство респондентов группы 1 (48 (68,6%)) самостоятельно примут любое жаропонижающее ЛС, а вот в группе 2 большая часть родителей (48 (64,0%)) назначат своему ребенку постельный режим и обильное питье, причем различия статистически значимы ($p<0,05$). К врачу обратятся для выбора ЛС меньше половины людей группы 1 (18 (25,7%)) и 2 (29 (38,6%)), различия статистически не значимы ($p=0,096$). Большинство респондентов группы 1 (35 (50,0%)) самостоятельно поставят диагноз на основании личного опыта, а вот группы 2 — обратятся к врачу (29 (38,6%)).

При оценке побочных и аллергических реакций в результате самолечения установлено, что меньше половины анкетированных группы 1 (23 (32,9%)) и больше половины группы 2 (51 (68,0%)) обратятся при недомогании к врачу, причем различия статистически значимы ($p=0,001$). Возникновение аллергической реакции в результате самолечения наблюдалось чаще в группе 1 (12 (17,1%)), чем в группе 2 (7 (9,3%)), различия статистически не значимы ($p=0,164$).

Обсуждение результатов

Безусловно, самолечение заключается в выборе и использовании ЛС отдельными лицами (или членами семьи) для лечения различных заболеваний. Достижения в области технологий и Интернета обеспечили доступность обширной и легкодоступной информации о ЛС. Это способствует большей независимости пациентов при лечении различных заболеваний. Однако самолечение связано с такими рисками, как ошибочный диагноз, использование чрезмерных доз ЛС, длительный их прием и опасные лекарственные взаимодействия, вплоть до полипрагмазии [7]. Предыдущие исследования [8,9] продемонстрировали, что все еще необходимы усилия для обеспечения безопасного самолечения. Самостоятельное лечение различных заболеваний не является полностью безопасной практикой, особенно в случае безответственного самолечения. В связи с вышесказанным, можно сделать вывод, что проблема самолечения пациентов является одной из важнейших в современном здравоохранении.

Нами было проведено исследование в 2021 году, посвященное проблеме самолечения острых респираторных заболеваний в эпоху пандемии новой коронавирусной инфекции [10]. В ходе анализа распространенности самостоятельного использования ЛС среди различных групп взрослого населения г. Саратова, было выяснено, что большая часть опрошенных при выборе ЛС отдадут предпочтению личному опыту, а также доверяют мнению родственников и знакомых, рекламе в СМИ и сведениям из Интернета. Незначительное количество опрошенных утверждали, что готовы обратиться к врачу при отсутствии эффективности самостоятельного лечения. Поскольку в ходе прошлого исследования были получены весьма интересные результаты, подтверждающие, что самолечение в России чрезвычайно распространено и способно оказывать важное влияние на здоровье населения, нас заинтересовало более тщательное изучение безопасности применения лекарств среди детского населения и сравнение полученных результатов с взрослым населением.

Согласно результатам настоящего исследования обращало на себя внимание то, что респонденты более трепетно относятся к здоровью своих детей, чем к своему собственному. Было выяснено, что многие пациенты не доверяют врачам, считая себя более компетентными в вопросах здоровья своего ребенка. Было также выяснено, что анкетированные пациенты занимаются самолечением преимущественно длительное время, более 5 лет, и, как правило, траты при этом существенные.

Примечательно, что респонденты не отказываются от лечения и народными средствами, биологически активными добавками и физиотерапевтическими процедурами. Было выяснено, что как для самолечения, так и для лечения детей респондентами чаще всего применялись как антибактериальные ЛС, так и жаропонижающие, а вид ЛС определялся чаще удобством применения. Было также выяснено, что большая часть респондентов при самолечении, не желая обращаться к врачам, предпочитают пользоваться интернетом, а при лечении детей останавливают свой выбор на рекламируемых ЛС. Однако, необходимо упомянуть, что как для самолечения, так и для лечения детей самыми главными критериями у анкетированных пациентов, всё же являлись безопасность и отсутствие противопоказаний, что, несомненно, обязательно нужно отнести к положительным аспектам.

Респонденты, занимающиеся самолечением своих детей, осознают все опасности данного процесса и при сложных ситуациях всё-таки предпочитают обращаться к врачу. Однако при незначительном повышении температуры респонденты отдают предпочтение немедикаментозным способам ее снижения, стараясь от-

срочить визит к врачу. При появлении аллергических реакций анкетированные родители сразу же стремились обратиться к врачу, что совершенно разнится с данными предыдущего нашего исследования, где сложилась совершенно противоположная ситуация [10].

Заключение

Отношение родителей к здоровью своего ребенка более трепетное, чем к собственному. Однако несмо-

тря на скорые темпы развития медицины пациенты всё чаще демонстрируют низкий уровень доверия к системе здравоохранения. Необходимо помнить, что дети относятся к особо уязвимой категории пациентов, в связи с чем, считаем важным повышать медицинскую грамотность, частью которой является не только приверженность назначенному лечению, но и профилактическим мерам и опасности самолечения заболеваний не только у взрослого населения, но и у детей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hedenrud T., Andersson Sundell K., Martinsson J. et al. Attitudes towards sales and use of over-the-counter drugs in Sweden in a reregulated pharmacy market: a population-based study. *Int J Pharm Pract.* 2019; 27 (1): 17–24.
2. Dhedhi N.A., Ashraf H., Ansari N.B. et al. Self-medication among people visiting outpatient clinics of a Tertiary care hospital, Karachi. *J Family Med Prim Care.* 2021; 10 (2): 773–779.
3. Kilic B. Self-Medication Among Ab Initio Pilots. *Aerosp Med Hum Perform.* 2021; 92 (3): 167–171.
4. Ohta R., Ryu Y., Sano C. Association between Self-Medication for Mild Symptoms and Quality of Life among Older Adults in Rural Japan: A Cross-Sectional Study. *Medicina (Kaunas).* 2022; 58 (6): 701.
5. Moritz K., Seiberth J.M., Schiek S. et al. The impact of evidence from clinical trials on counselling for over-the-counter drugs: A national survey of pharmaceutical staff in German pharmacies. *J Clin Pharm Ther.* 2019; 44 (6): 895–903
6. Behzadifar M., Aryankhesal A., Ravaghi H. et al. Prevalence of self-medication in university students: systematic review and meta-analysis. *East Mediterr Health J.* 2020; 26 (7): 846–857.
7. Watanabe K. Recent Social Background and Consumer Views on Over-the-counter Drugs and Self-medication. *Yakugaku Zasshi.* 2020; 140 (3): 423–434.
8. Al Essa M., Alshehri A., Alzahrani M. et al. Practices, awareness and attitudes toward self-medication of analgesics among health sciences students in Riyadh, Saudi Arabia. *Saudi Pharm. J.* 2019; 27 (2): 235–239.
9. Alduraywish S.A., Altamimi L.A., Aldhuwayhi R.A. et al. Sources of Health Information and Their Impacts on Medical Knowledge Perception Among the Saudi Arabian Population: Cross-Sectional Study. *J. Med. Internet. Res.* 2020; 22 (3): e14414.
10. Беляева Ю.Н., Полиданов М.А., Кондрашкин И.Е., Тяпкина Д.А., Блохин И.С., Мещерякова А.Ю. Проблема самолечения острых респираторных заболеваний в эпоху пандемии новой коронавирусной инфекции. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки.* 2022. № 12.

© Беляева Юлия Николаевна, Тяпкина Дарья Андреевна,
Полиданов Максим Андреевич (maksim.polidanoff@yandex.ru), Кондрашкин Иван Евгеньевич,
Блохин Игорь Сергеевич, Калибатов Аскер Эльдарович,
Саблин Антон Сергеевич, Санджиев Алтан Мергенович.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АНАЛИЗ ПРЕДИКТОРОВ РАЗВИТИЯ ПРЕЖДЕВРЕМЕННОЙ ОТСЛОЙКИ НОРМАЛЬНО РАСПОЛОЖЕННОЙ ПЛАЦЕНТЫ

ANALYSIS OF PREDICTORS OF THE DEVELOPMENT OF PREMATURE DETACHMENT OF A NORMALLY LOCATED PLACENTA

O. Vinogradova
F. Rakhmatullov
M. Ostanin
D. Bocharnikov

Summary. The purpose of the study. To analyze the predictors leading to premature detachment of a normally located placenta.

Materials and methods. This study was conducted from 2016 to 2020 on the basis of the Penza City Maternity Hospital — a hospital of the second group (medium risk), according to the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 20.10.2020 No. 1130n "On approval of the Procedure for providing medical care in the profile "obstetrics and gynecology (except for the use of assisted reproductive technologies)".

Retrospectively, 250 birth histories of women in the gestation period of 28–41 weeks of pregnancy were analyzed. For the analysis, 2 groups were formed: group 1 included 120 pregnant women with a complication in the form of PPRP, group 2 consisted of 130 women with a normal pregnancy outcome, but the presence of risk factors for PPRP (arterial/gestational hypertension, placental insufficiency, preeclampsia, hereditary and acquired thrombophilia, cardiac arrhythmias).

Results. During the period from 2016 to 2020, 24316 births took place in the Penza City Maternity Hospital. There has been a decrease in the number of births every year. The frequency of pregnancies complicated by PPRP averaged 0.48%.

The data obtained during the retrospective analysis indicate the importance of predictors of PPRP in the course of pregnancy development. This retrospective analysis demonstrates the importance of early diagnosis of predictors of PPRP for the further formation of risk groups.

The formed groups will require closer attention, since the detection and early diagnosis of this pathology will be able to prevent the formation of PPRP, which will entail a more favorable outcome of pregnancy for both the pregnant woman and the fetus.

Виноградова Ольга Павловна

Врач акушер-гинеколог, д.м.н.
Пензенский институт усовершенствования
врачей — филиал федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
дополнительного профессионального образования
«Российская медицинская академия непрерывного
профессионального образования»
Пенза

Рахматуллов Фагим Косымович

Врач кардиолог, д.м.н., профессор
Медицинский институт ПГУ
Пенза

pgu-vb2004@mail.ru

Останин Максим Александрович

Врач акушер-гинеколог, соискатель
Пензенский институт усовершенствования
врачей — филиал федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
дополнительного профессионального образования
«Российская медицинская академия непрерывного
профессионального образования»;
ГБУЗ «Пензенский городской родильный дом»
Пенза

roddom@sura.ru / pgrd1@mail.ru

Бочарников Денис Юрьевич

Врач акушер-гинеколог, главный врач ГБУЗ
«Пензенский городской родильный дом»
Пенза

roddom@sura.ru / pgrd1@mail.ru

Аннотация. Цель исследования. Провести анализ предикторов, приводящих к преждевременной отслойке нормально расположенной плаценты.

Материалы и методы. Данное исследование было проведено с 2016 по 2020 год на базе ГБУЗ «Пензенский городской родильный дом» — стационар второй группы (средняя степень риска), согласно Приказу Минздрава России от 20.10.2020 г. № 1130н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю «акушерство и гинекология (за исключением использования вспомогательных репродуктивных технологий)».

Ретроспективно было проанализировано 250 историй родов женщин в сроке гестации 28–41 неделя беременности. Для проведения анализа были сформированы 2 группы: в 1 группу вошли 120 беременных с осложнением в виде ПОНРП, 2 группу составили 130 женщин с нормальным исходом беременности, но наличием факторов риска ПОНРП (артериальная/гестационная АГ, плацентарная недостаточность, преэклампсия, наследственная и приобретенная тромбофилия, нарушения сердечного ритма).

The results obtained show the need for further study and expansion of predictors of complications of PPRP, timely diagnosis and reduction of perinatal losses.

Conclusion.

1. Assessment of the pathology of the vascular system will make it possible to predict the development of unfavorable outcomes in preeclampsia and fetoplacental insufficiency, which are predictors of the development of the PPRP condition.
2. When identifying patients with OCD, it is necessary to optimize pre-gravidar preparation, timely diagnosis of manifestations of AFN in the early stages in order to timely correction, which will reduce the risk of developing OCD and improve perinatal outcomes.
3. Statistically significant differences were identified according to the following criteria: violation of blood flow I–II ($p=0,014$); initial and pronounced fetal disorders according to CTG ($p=0,022$); CPR ($p=0,041$); cardiac arrhythmia ($p=0,01$).
4. Further study of the adaptive capabilities of the vascular system will help to more accurately predict the outcomes of pregnancy, with a further decrease both infant and maternal mortality.

Keywords: pregnancy, PPRP, fetoplacental insufficiency, cardiac arrhythmias, childbirth, pregnancy outcomes, pregnancy complications.

Результаты. За период с 2016 по 2020 гг. в ГБУЗ «Пензенский городской родильный дом» произошло 24316 родов. Отмечено снижение количества родов с каждым годом. Частота беременностей, осложнившихся ПОНРП в среднем составила 0,48%.

Данные, полученные при ретроспективном анализе, указывают на значимость предикторов ПОНРП в процессе развития беременности. Настоящий ретроспективный анализ демонстрирует значимость ранней диагностики предикторов ПОНРП для дальнейшего формирования групп риска.

Сформированные группы будут требовать более пристального внимания, так как выявление и ранняя диагностика данной патологии сможет предотвратить формирование ПОНРП, что повлечет за собой более благоприятный исход беременности как для самой беременной, так и для плода.

Полученные результаты показывают необходимость дальнейшего изучения и расширения предикторов осложнения ПОНРП, своевременной диагностики и снижение перинатальных потерь.

Заключение

1. Оценка патологии сосудистой системы позволит прогнозировать развития неблагоприятных исходом при преэклампсии и фетоплацентарной недостаточности, которые являются предикторами развития состояния ПОНРП.
2. При выявлении пациенток с ПОНРП необходимо оптимизировать пре-гравидарную подготовку, своевременную диагностику проявлений ФПН на ранних сроках с целью своевременной коррекции, что позволит снизить риск развития ЗРП и улучшить перинатальные исходы.
3. Были выявлены статистически значимые отличия по следующим критериям: нарушение кровотока I–II ($p=0,014$); начальные и выраженные нарушения состояния плода по данным КТГ ($p=0,022$); ЗРП ($p=0,041$); нарушение сердечного ритма ($p=0,01$).
4. Дальнейшее изучение адаптивных возможностей сосудистой системы поможет более точно прогнозировать исходы беременности, с дальнейшим снижением как младенческой, так и материнской смертности.

Ключевые слова: беременность, ПОНРП, фетоплацентарная недостаточность, нарушения ритма сердца, роды, исходы беременности, осложнения беременности.

Введение

Преждевременная отслойка нормально расположенной плаценты (ПНРП) является одним из опасных для жизни ухудшением исхода беременности. Принято считать, что опасность для плода во много раз преобладает над риском для матери. Данная проблема актуальна по причине высоких рисков неблагоприятных исходов как для самой женщины, так и для плода [2].

Попытки предсказать ПОНРП на основе оценки различных факторов риска пока по-прежнему малоэффективны [12].

Основными принципами современного здравоохранения в области охраны здоровья матери и ребенка являются высоко ориентированный подход, как к ведению самой беременной, так и к предупреждению репродуктивных потерь [13]. Целью реализации Глобальной стратегии Всемирной организации здравоохранения по охране здоровья женщин к 2030 году является устранение предотвратимых материнских смертей, 52% которых вызваны тремя предотвратимыми причинами — кровотечением, сепсисом и гипертонией. В свою очередь, ПОНРП относится к состояниям, которое приводит к массивной кровопотере (одномоментная потеря более ≥ 1500 мл крови (25–30% ОЦК) или ≥ 2500 мл крови (50% ОЦК) за 3 часа) в 25% случаев [14].

Доказано, что этиологическими факторами развития ПОНРП являются: предлежание плаценты по данным УЗИ, артериальная гипертензия/гестационная АГ, преэклампсия/эклампсия, фетоплацентарная недостаточность, наследственная и приобретенная тромбофилия (генетический дефект гемостаза), экстрагенитальная патология (анемия, сахарный диабет, хронический пиелонефрит, респираторные инфекции), антенатальная гибель плода, большое количество родов в анамнезе (более трех родов), наличие патологии сердечно-сосудистой системы (аритмии, нарушения проводимости), угроза прерывания беременности и возраст матери старше 40 лет [10].

Самой актуальной проблемой современной медицины остается за артериальной гипертензией при беременности. Сегодня это неотъемлемый раздел как минимум двух острых медико-социальных проблем: артериальной гипертензии в целом и репродуктивное здоровье нации. К примеру, это связано с высокой распространенностью, ростом риском осложнений и недостаточным контролем артериальной гипертензии в популяции. По данным ВОЗ на 2017 год, частота повышенного артериального давления (АД) среди взрослого населения составляет 25–35%. Артериальная гипертензия при беременности в разных регионах России находится в интервале от 9 до 33% [7].

Недавно было обнаружено, что у женщин показатель летальности от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) выше, чем у мужчин. Особым этапом жизни женщин репродуктивного возраста является беременность, для которой характерны выраженные метаболические и гемодинамические и гормональные изменения. Даже у женщин с абсолютным здоровьем, беременность — таковой «стресс-тест» для сердечно-сосудистой системы [15].

Преэклампсия все еще остается одной из самых сложных и нерешенных проблем современного акушерства в связи с ее высокой заболеваемостью, многофакторностью патогенеза, высокой материнской и перинатальной смертностью. Согласно информации Минздрава России, за последнее десятилетие преэклампсия занимает 4-е место в структуре причин материнской летальности [9].

Основные механизмы, предшествующие развитию преэклампсии, формируются при миграции трофобластов: инвазия цитотрофобластов происходит только в децидуальной оболочке спиральных артерий, изменений в мышечном слое нет. При этом выделяются воспалительные агенты и вазоактивные вещества, что вызывает поражение эндотелия сосудов с развитием их спазма, приводящее к нарушениям микроциркуляции,

гипоксии, гиповолемии, коагулопатии и иммунологическому дисбалансу. Повышение проницаемости сосудов клинически выражается возникновением отеков и протеинурии, а гиповолемия и нарушение вазодилатации приводят к повышению АД и синдрому полиорганной недостаточности [6].

Для ПОНРП характерны сбои маточно-плацентарного и плодово-плацентарного кровообращения. С наступлением беременности значительное увеличение сопротивления сосудов в спиральных артериях, приводя за собой изменения кровотока в маточных артериях и выявление морфологических изменений в плацентарном ложе. При этом значения СДО, ИР и ПИ в центральной части плацентарного ложа приближаются к аналогичным значениям спиральных артерий по периферии, что говорит о поражении и вовлечении в процесс всего фетоплацентарного комплекса при ПОНРП [4].

Множественные ретроспективные анализы других авторов утверждают, что нарушения ритма сердца при беременности становятся одними из ключевых факторами к развитию ПОНРП. Изменение турбулентности кровеносного русла, повышенная склонность к тромбообразованию и следствием этого формирование фетоплацентарной недостаточности запускают каскадный механизм осложнения течения беременности [5].

Материалы и методы

За период с 2016 по 2020 гг. произошло 24316 родов. Частота беременностей, осложнившихся ПОНРП в среднем составила 0,48%.

Ретроспективно было проанализировано 250 историй родов женщин в сроке гестации 28–41 неделя беременности. Для проведения анализа были сформированы 2 группы: в 1 группу (основную) вошли 120 беременных с осложнением в виде ПОНРП, а 2 группу (контрольную) составили 130 женщин с наличием факторов риска ПОНРП, но нормальным исходом беременности.

Критерии включения пациенток в I группу:

1. Беременность, осложнившаяся ПОНРП.
2. Отягощенный анамнез (ПОНРП в анамнезе, гибель плода, ФПН при беременности, преэклампсия в анамнезе).
3. Наличие экстрагенитальной патологии (варикозная болезнь, вегетососудистая дистония по гипертензивному типу, синусовая аритмия, пороки сердца (дефект межжелудочковой/ межпредсердной перегородки, аномалия митрального клапана).

Таблица 1. Показатели осложненных родов.

№	Показатель	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Всего
1	Всего родов, n	6156	4886	4823	4296	4155	24316
2	Осложненные роды:						
	ПОНРП (n)	30/6156 (0,48%)	34/4886 (0,69%)	23/4823 (0,47%)	16/4196 (0,38%)	17/4155 (0,40%)	120/24316 (0,49%)

Критериями включения пациенток во II группу стали:

1. Нормальный исход беременности (без ПОНРП).
2. Присутствие предикторов ПОНРП (нарушения кровотока по УЗДГ, наличие аритмогенного статуса при беременности, ЗРП)

Результаты анализа

Средний возраст пациенток основной группы составил (25,2±3,7 лет), а контрольной группы (28,4±4,1 лет). Большинство женщин как основной группы 87/120 (72,5%), так и контрольной группы 105/130 (80,7%) состояли в зарегистрированном браке. Пациентки обеих групп сравнения в основном имели удовлетворительные как социальные, так и материальные условия проживания.

Для сравнения в группах были выбраны такие показатели как: артериальная/гестационная гипертензия, плацентарная недостаточность, преэклампсия, наследственная и приобретенная тромбофилия.

Согласно данным проведенного анализа, наиболее значимым и достоверно отличающимся в группах стал предиктор развития ПОНРП — артериальная гипертензия/гестационная артериальная гипертензия. В первой группе данный показатель составил 89/120 (74,1%), а во второй группе всего 55/130 (42,3%) (p=0,000), что демонстрирует значимость ранней диагностики патологии сосудистой системы для дальнейшего формирования групп риска.

Еще одним значимым показателем стала плацентарная недостаточность, которая отмечена в первой группе в 92/120 (76,7%), а во второй группе 72/130 (55,3%) (p=0,007). Данный факт объясняется тем, что в группу риска по развитию плацентарной недостаточности входят также женщины с хроническими заболеваниями, такими как артериальная гипертензия.

Одним из наиболее значимых и достоверных факторов риска ПОНРП в группах сравнения была преэклампсия, которая была диагностирована у 96 женщин

в 1 группе (80,0%) и у 64 (49,2%) во 2 группе, что достоверно демонстрировало отличия в группах с p=0,004.

Также оценивали факторы риска развития тромбоэмболических осложнений. (наследственная и приобретенная тромбофилия), которые были диагностированы в 82/120 (68,3%) в первой группе и 40/130 (30,7%) во второй группе (p=0,003), что указывает на то, что тромбофилия является предиктором развития ПОНРП.

Достоверная разница в показателях была зарегистрирована при оценке фактора риска ПОНРП — отягощенный акушерский анамнез, который отмечался у 100 беременных (100/120 (83,3%) в первой группе, и у 85 беременных (85/130 (65,4%) второй группы (p=0,014).

Фоновыми заболеваниями при беременности стали: анемия лёгкой, средней и тяжелой степени — 88 беременных (88/120 (73,3%) из первой группы, и 53 беременных (53/130 (40,7%) второй группы (p=0,0344).

Все эти осложнения вызывают отклонения во время гестационного процесса и заслуживают особого внимания как факторы риска преждевременной отслойки плаценты.

Был проведен анализ догоспитальных скрининговых исследований в двух группах исследования: нарушение кровотока I-II степени зафиксированы в 43/120 (35,8%) в первой группе, и 9,2% случаев (12/130) второй группы (p=0,014). Нарушения были выявлены во II и III триместрах. Анализ данных КТГ в III триместре беременности выявил начальные и выраженные нарушения состояния плода в 34/120 (28,3% случаев) первой группы и 21/130 (16,1% случаев) второй группы (p=0,022). ЗРП было выявлено у (19/120 (15,8%) в первой группе и у (9/130 (6,9% случаев) второй группы (p=0,041). Что говорит о необходимости ранней диагностики ФПН и отнесению её к факторам риска ПОНРП.

Клиническая картина ПОНРП отмечена в 100% случаев в первой группе — это кровянистые выделения из половых путей, локальная болезненность, в 55/120 (45,8% случаев) было зафиксировано нарушение кровотока по данным УЗДГ. В 5 случаях (5/120 (4,1%) было

Таблица 2. Критерии сравнения групп.

Параметры		2016	2017	2018	2019	2020	ВСЕГО	p	
I группа (120 бере- менных)	Критерии сравнения								
	А.	Артериальная гипертензия/ гестационная артериальная гипертензия	20/120 (16,7%)	18/120 (15,0%)	14/120 (11,7%)	23/120 (19,2%)	14/120 (11,7%)	89/120 (74,1%)	0,000
	Б.	Плацентарная недостаточность	19/120 (15,8%)	21/120 (17,5%)	18/120 (15,0%)	15/120 (12,5%)	19/120 (15,8%)	92/120 (76,7%)	0,007
	В.	Преэклампсия	19/120 (15,8%)	17/120 (14,2%)	25/120 (20,8%)	20/120 (16,7%)	15/120 (12,5%)	96/120 (80,0%)	0,005
Г.	Наследственная и приобретенная тромбофилии	17/120 (14,2%)	22/120 (18,3%)	16/120 (13,3%)	18/120 (15,0%)	9/120 (7,5%)	82/120 (68,3%)	0,003	
II группа (130 бере- менных)	Критерии сравнения								
	А.	Артериальная гипертензия/ гестационная артериальная гипертензия	11/130 (8,4%)	14/130 (10,7%)	9/130 (6,9%)	15/130 (11,5%)	6/130 (4,6%)	55/130 (42,3%)	0,000
	Б.	Плацентарная недостаточность	15/130 (11,5%)	17/130 (13,0%)	11/130 (8,4%)	14/130 (10,7%)	15/130 (11,5%)	72/130 (55,3%)	0,007
	В.	Преэклампсия	11/130 (8,4%)	13/130 (10,0%)	17/130 (13,0%)	10/130 (7,6%)	13/130 (10,0%)	64/130 (49,2%)	0,005
Г.	Наследственная и приобретенная тромбофилии	6/130 (4,6%)	9/130 (6,9%)	11/130 (8,4%)	9/130 (6,9%)	5/130 (3,8%)	40/130 (30,7%)	0,07	

Примечание: значимость (p) — значимость коэффициента по критерию Фишера, если значимость меньше 0,05, то значимость коэффициента и соответствующий фактор демонстрирует свое влияние на зависимую переменную.

зафиксировано отсутствие жизнедеятельности плода по данным УЗИ и УЗДГ.

Обсуждение

По данным многих авторов, занимающихся изучением формирования ПОНРП, первый триместр беременности является весьма ключевым, так как именно в этот период формируется плацента и сложные взаимоотношения между матерью и плодом. Патология сосудистой системы матери в первом триместре осложняет нормальное течение этих процессов, что вероятнее всего приводит к формированию плацентарной недостаточности и внутриутробному страданию плода [1].

По данным ряда авторов, исследования вегетативной нервной системы показали практическую значимость метода исследования для оценки состояния как плода, так и фетоплацентарного кровотока [11].

Что касается преэклампсии, многие исследователи не сомневаются в том, что это фактор риска ПОНРП. Несмотря на различные клинические проявления этих осложнений, по-прежнему существует общий патофизиологический процесс. Исходя из этого, американцы

C. Ananth и A. Vintzileos предложили объединить их под общим названием «ишемическая плацентарная болезнь» — синдром, имеющий прочную основу для раннего прерывания беременности [3].

В исследовании Пасман Н.М. и Чумановой О.В. было выявлено, что наследственная и приобретенная тромбофилия имеют важное значение в развитии ПОНРП. Было выявлено статистически значимое повышение концентрации фибриногена и D-димера в основной группе [8].

Данные, полученные при ретроспективном анализе, указывают на значимость патологии сосудистой системы в процессе развития беременности. Пристальный подход и увеличение методов диагностики помогут выявлять патологию на ранних этапах, что в дальнейшем поможет снизить число случаев ПОНРП и улучшить исходы беременности. Артериальная гипертензия в период беременности рассматривается как созависимый фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний.

Данный ретроспективный анализ демонстрирует важность своевременной диагностики патологии сосудистой системы для дальнейшего формирования групп

риска, так как выявление данной патологии сможет предупредить формирование ПОНРП, что будет более прогностическим исходом беременности как для беременной, так и для плода.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дальнейшего изучения предикторов осложненной ПОНРП, своевременной диагностики и снижения перинатальных потерь.

Заключение

1. Оценка патологии сосудистой системы позволит прогнозировать развития неблагоприятных исходом при преэклампсии и фетоплацентарной недостаточности, которые являются предикторами развития состояния ПОНРП.
2. При выявлении пациенток с ПОНРП необходимо оптимизировать прегравидарную подготовку, своевременную диагностику проявлений ФПН на ранних сроках с целью своевременной коррекции, что позволит снизить риск развития ЗРП и улучшить перинатальные исходы.
3. Были выявлены статистически значимые отличия по следующим критериям: нарушение кровотока I-II ($p=0,014$); начальные и выраженные нарушения состояния плода по данным КТГ ($p=0,022$); ЗРП ($p=0,041$), проанализирован выявленный аритмогенный статус при беременности ($p<0,05$)
4. Дальнейшее изучение адаптивных возможностей сосудистой системы поможет более точно

прогнозировать исходы беременности, с дальнейшим снижением как младенческой, так и материнской смертности.

Выводы

1. Данная тема ретроспективного анализа является актуальной и заслуживает более тщательного и корректного разбора в дальнейшем, что поможет более тщательно и достоверно выявлять предикторы ПОНРП.
2. Выявление большего числа предикторов развития ПОНРП позволит в дальнейшем значительно снизить как младенческую, так и материнскую смертности.
3. Проблемы выявления предикторов ПОНРП остаются не до конца выявленными, поэтому в дальнейшем спектр предикторов планируется расширить, тем самым будущие исследования станут содержательнее и достовернее.

1. Этический комитет ГБУЗ «Пензенский городской родильный дом» во главе главного врача Бочарникова Д.Ю одобрил проведение ретроспективного анализа историй родов в период с 2016 года по 2020 год на базе ГБУЗ «Пензенский городской родильный дом».

2. Авторы заявляют об отсутствии необходимости раскрытия финансовой поддержки или конфликта интересов в отношении данной публикации. Все авторы сделали эквивалентный вклад в данную публикацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анохина Л.И., Белокриницкий Т.Е., Смоляков Ю.Н., Патеюк А.В. Модель прогнозирования преждевременной отслойки нормально расположенной плаценты при недоношенной беременности. Чита. // Сибирское медицинское обозрение. 2018. — С. 81–85.
2. Всемирная организация здравоохранения. База данных «Здоровье для всех». <http://www.euro.who.int/ru/what-we-do/data-and-evidence/databases/european-health-for-all-database-hfa-db2>
3. Гусева Е.М. Кровотечение в акушерском стационаре высокой группы риска. Тула. 2018. — С 37–41.
4. Жаркин Н.А., Лавенюкова Е.М., Мирошников А.Е. Преждевременная отслойка нормально расположенной плаценты. Эпидемиология, факторы риска, прогнозирование, исходы. Волгоград. // Российский вестник Акушера-гинеколога 3, 2018. — С. 20–24.
5. Иванова О.С., Майчук Е.Ю., Воеводина И.В. Оценка факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний и артериальной ригидности у женщин различных возрастов. // Архивъ внутренней медицины № 2. 2020. — С. 139–146.
6. Ковтун О.П., Цывьян П.Б. Преэклампсия матери и программирование сердечнососудистого здоровья ребенка. // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2019. 64: (4). — С. 19–23.
7. Наркевич А.Н., Виноградов К.А. Выбор метода для статистического анализа медицинских данных и способа графического представления результатов. ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства Здравоохранения Российской Федерации, Красноярск. 2019. — С 9–14.
8. Пасман Н.М., Чуманова О.В. Значение тромбофилии в развитии преждевременной отслойки нормально расположенной плаценты. // Акушерство, гинекология и репродукция. 2019. (1): — С. 29–34.
9. Рокотянская Е.А., Панова И.А., Малышкина А.И., Фетисова И.Н. Технологии прогнозирования преэклампсии. // Современные технологии в медицине. 2020. Том 12. № 5. — С. 8–84.
10. Фролова Н.И., Белокриницкая Т.Е. Модель прогнозирования преждевременной отслойки нормально расположенной плаценты пациенток с исходно низкой степенью акушерского риска. // Гинекология. Том 22, № 4. Чита. 2020. — С. 6–9.

11. Шарашова Е.Е., Холматова К.К., Горбатова М.А., Гржибовский А.М. Применение многократного линейного регрессионного анализа в здравоохранении с использованием пакета статистических программ SPSS. Наука и здравоохранение 2017; (3): — С. 5–31.
12. Gelaye B, Sumner SJ, McRitchie S, Carlson JE, Ananth CV, Enquobahrie DA. Maternal early pregnancy serum metabolomics profile and abnormal vaginal bleeding as predictors of placental abruption: A prospective study. PLoS One. 2016; 11:6: e0156755.
13. Strategies toward ending preventable maternal mortality (EPMM). World Health Organization. Geneva, 2015.
14. The Global Strategy for Women's, Children's and Adolescents' Health, 2016–2030. New York: United Nations; 2015.
15. Vera Regitz-Zagrosek, Johant Bauersachs, Carina Blomstrom-Lundqvist с соавторами. 2018 ЕОК. Рекомендации по диагностике и лечению сердечно-сосудистых заболеваний во время беременности. Рабочая группа по лечению сердечно-сосудистых заболеваний при беременности Европейского общества кардиологов (ЕОК, esc). 2019. — С. 151–160.

© Виноградова Ольга Павловна, Рахматуллов Фагим Косымович (pgu-vb2004@mail.ru),

Останин Максим Александрович (roddom@sura.ru / pgrd1@mail.ru), Бочарников Денис Юрьевич (roddom@sura.ru / pgrd1@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ДИФФУЗНОЙ СРЕДИННОЙ ГЛИОМЫ ЛЕВОГО ЗРИТЕЛЬНОГО БУГРА

CLINICAL CASE IS DIFFUSE MEDIAL GLIOMA OF THE LEFT OPTIC TUBERCLE

V. Dubrova
A. Tikhonya
A. Tulinov
E. Balakireva
V. Gagloev

Summary. Brain tumors are leading in prevalence among childhood cancers, with a high mortality rate of 0.7–0.8 per 100,000. The most frequent types of brain tumors in children include neuroepithelial neoplasms (NEOs). According to different authors, they account for up to 90% of cases in childhood. This clinical case demonstrates the catastrophic course of a brain tumor in a 9-year-old child with the debut in the form of status epilepticus and relapse of clinical symptoms manifested by repeated epileptic status. Despite surgical treatment, cytostatic and radiation therapy, the disease was characterized by a long asymptomatic period and rapid development, which led to the lethal outcome 1 year after the clinical debut.

Keywords: MRI, optic nerve glioma, tumor.

Дуброва Владислав Александрович

Ординатор

Медицинский институт НИУ «БелГУ»

vladislavdubrova@yandex.ru

Тихоня Антон Олегович

Медицинский институт НИУ «БелГУ»

Тулинов Андрей Иванович

К.м.н.

Медицинский институт НИУ «БелГУ»

Балакирева Елена Александровна

Д.м.н., профессор

НИУ «БелГУ»

Гаглов Виктор Михайлович

К.м.н., доцент

Медицинский институт НИУ «БелГУ»

Аннотация. Опухоли головного мозга занимают лидирующее положение по распространенности среди онкологических заболеваний в детском возрасте, с высоким показателем смертности 0,7–0,8 на 100 тыс. К наиболее частым видам опухолей головного мозга у детей относятся нейроэпителиальные новообразования (НЭО). По данным разных авторов в детском возрасте они составляют до 90% наблюдений. В данном клиническом случае демонстрируется катастрофическое течение опухоли головного мозга у ребенка 9 лет с дебютом в виде эпилептического статуса и рецидивом, проявившимся повторным эпилептическим статусом. Несмотря на проводимое оперативное лечение, цитостатическую и лучевую терапию, данное заболевание отличалось длительным бессимптомным периодом и стремительным развитием, приведшем к летальному исходу через 1 год от клинического дебюта.

Ключевые слова: МРТ, глиома зрительного нерва, опухоль.

Введение

Обычно глиомы зрительного пути — это доброкачественные новообразования, но их течение крайне непредсказуемо, начиная от длительных периодов стабильного размера опухоли и даже спонтанной ее регрессии до периодов медленного или быстрого роста, метастатического распространения, прогрессирующего снижения зрения, неврологических и эндокринных расстройств, кульминацией которых может стать смерть [1].

Глиомы зрительного пути (ГЗП) составляют 5% всех опухолей мозга у детей и в 65% случаев возникают у детей младше 5 лет [2].

ГЗП являются заболеванием преимущественно детского возраста (дети в возрасте до 18 лет составляют до 90% всех больных). В возрасте до 2 лет частота их среди интракраниальных опухолей возрастает до 20%. [3]. Диффузные астроцитомы составляют приблизительно 60% гемисферных астроцитом у взрослых и 30% мозжечковых глиом, выявленных у детей [4].

Анапластические астроцитомы встречаются во взрослом возрасте с пиковой частотой, приходящейся на 40–50 лет, при этом диффузные астроцитомы низкой степени злокачественности встречаются в более молодом возрасте, в то время как глиобластомы — в более старшем [5].

Опухоли головного мозга являются одной из самых серьезных проблем в современной онкологии. Глиальные опухоли, наряду с менигиомами, занимают лидирующие позиции в эпидемиологической структуре первичных опухолей центральной нервной системы (ЦНС), составляя в совокупности 35.5%, при этом 15.6% от этого объема приходится на глиобластомы [6].

Показатели заболеваемости для глиальных опухолей зависят от гистологического типа, возраста в момент постановки диагноза, пола, этнической принадлежности и места жительства. Ежегодно заболеваемость злокачественными глиомами составляет 3–5 случаев на 100000 населения с небольшим преобладанием лиц мужского пола [7, 8].

Глиомы представляют собой наиболее распространенный и агрессивный тип первичной опухоли у взрослых [9, 10, 11]. Так, на них приходится до 70% всех видов злокачественных новообразований головного мозга [7], при этом опухоли головного мозга находятся на 3-м месте по темпам роста заболеваемости среди всех онкологических новообразований [12]. При этом следует отметить, что для глиом не исключается прогрессия заболевания в более высокий класс анаплазии [13]. К первичным злокачественным глиальным опухолям головного мозга относятся глиобластома и анапластическая астроцитома. Несмотря на применение современного комплексного лечения первичных злокачественных глиальных опухолей головного мозга, медиана выживаемости большинства больных не превышает 20,4 месяцев [14;15]. Анапластическая астроцитома представляет собой диффузную инфильтративно растущую злокачественную опухоль (grade III), возникающую в больших полушариях головного мозга. Гистологически опухоль характеризуется ядерной атипией, повышением клеточности и значительной пролиферативной активностью. Индекс мечения пролиферативного маркера Ki-67 составляет 5–10%. Клетки опухоли иммунопозитивны для глиофибрилярного кислого белка GFAP [16]. Злокачественные глиальные опухоли головного мозга характеризуются быстрым темпом и рецидивирующим ростом, что в свою очередь обусловлено слабым иммунным ответом [17]. Развитие злокачественных глиальных опухолей головного мозга протекает на фоне иммунодепрессии, проявляющейся дефектом натуральных клеток-киллеров Т-лимфоцитов и нарушением активности моноцитов. Кроме того, у та-

ких пациентов иммунодепрессия имеет перманентный характер [18].

Несмотря на все достижения современной медицины, прогноз для пациентов с глиальными опухолями головного мозга остается неудовлетворительным [10, 19, 20, 21].

Цель исследования:

Рассмотреть особенность течения диффузной срединной глиомы (анапластические астроцитомы) левого зрительного бугра у пациента 9 лет.

Материалы и методы

В данной работе используются данные обследуемого пациента 10 лет, экстренно доставленного на лечение в отделение онкогематологии ОГБУЗ «Детская областная клиническая больница» города Белгород.

Результаты и обсуждения

Клинический случай пациент Н., 9 лет 17.04.2019год появились жалобы на головную боль и эпизоды рвоты в утрени часы. 19.04.2019года пациент был доставлен в приемное отделение ОГБУЗ «Детская областная клиническая больница» города Белгород, где было отмечено угнетение сознание до комы. Из **анамнеза жизни**: ребенок о 1 беременности, протекавшей без патологии, 1 срочных родов. Масса при рождении: 3820 г., рост 56 см. Период новорожденности: без патологии. Развитие по возрасту. Профилактические прививки: по календарю. Перенесенные заболевания: ОРВИ, в/о (в 6 лет). Аллергический анамнез: спокоен. «Д» учет: у онколога наследственность у мамы — артериальная гипертензия, у бабушки по линии отца — артериальная гипертензия. Эпидемиологический анамнез по туберкулезу, венерическим заболеваниям, ВИЧ-инф. — спокоен. Семейный анамнез по онкологическому профилю неотягощен. **Считает себя** больным с 19.04.2019 г. когда появились жалобами на периодически возникающие головные боли и приступы рвоты, находясь в приемном отделении потерял сознание. Был направлен на МРТ 19.04.2019 где была выявлена опухоль левого зрительного бугра.

Объективно (при поступлении) общее состояние тяжелое по заболеванию. Самочувствие страдает. Сознание ясное. ЧДД-20 мин. Тоны сердца ясные, ритмичные. ЧСС 88 мин. Телосложение правильное, питание удовлетворительное. Костно-мышечная система без патологии. Походка нарушена шаткая. Кожные покровы бледно-розовые, влажные, чистые. Отеков нет. Слизистая бледно-розовая, чистые, влажные. Неврологи-

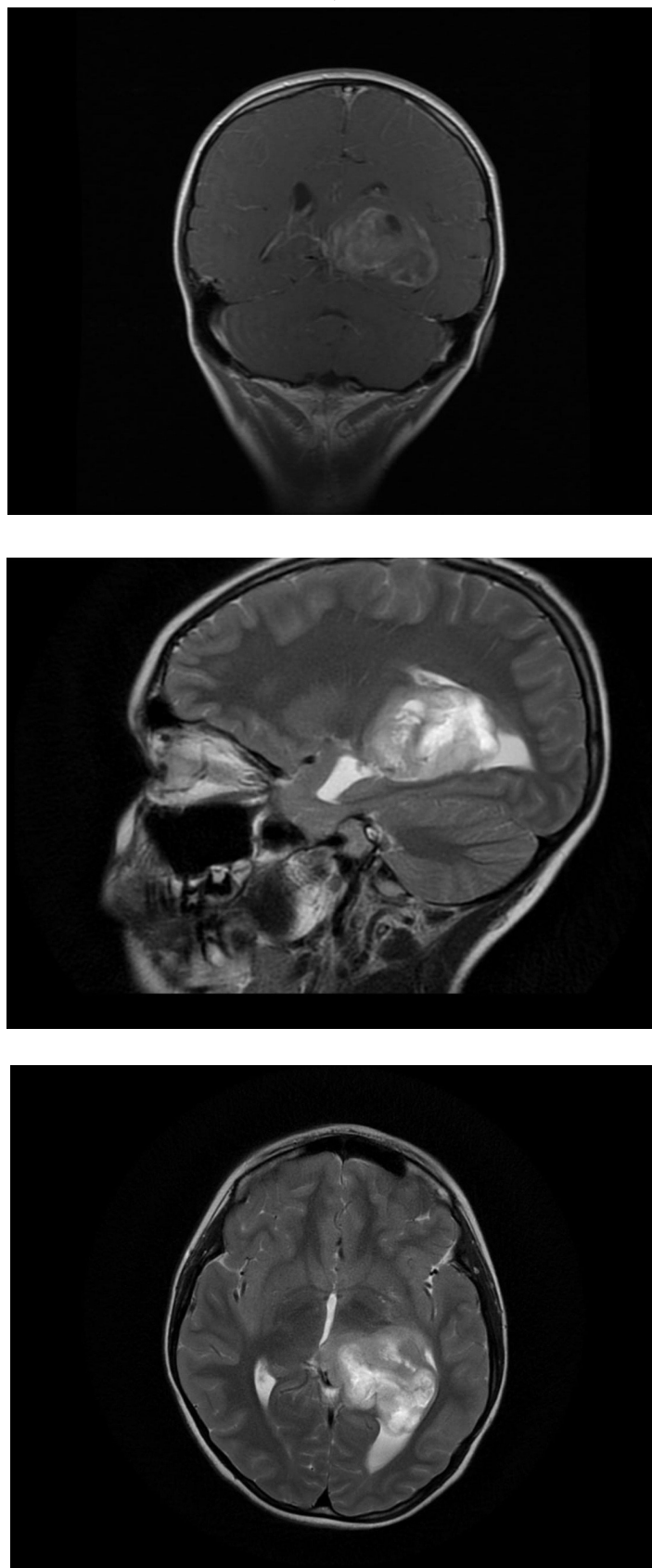


Рис. 1. Магнитно-резонансная томография головного мозга (с контрастным усилением) ОТ 19.04.2019 года.

ческий статус лицо симметрично, анизокории, нистагма нет, язык по средней линии. Зрение несколько снижено. Расходящееся косоглазие обоих глаз. Фотореакция несколько замедлена. Координационные пробы выполняет не четко. Менингеальные симптомы отрицательны. Лимфатические узлы пальпаторно не увеличены.

Неврологический статус (при поступлении) сознание — умеренное оглушение, контактен, быстро истощим. Психомоторное развитие соответствует возрасту. Голова правильной формы. Зрачки OD=OS, фотореакция сохранена. Движение глазных яблок в полном объеме. Мелкоразмашистый горизонтальный нистагм. Парезов, параличей не выявлено. Координаторные пробы не выполняет.

Предъявляет жалобы 19.04.2019 двоение в глазах, правосторонний гемипарез, не может принять вертикальное положение, головокружение, тошнота, рвота.

На серии МР томограмм взвешенных по T1 и T2 в трех проекциях визуализированы суб- и супратенториальные стриктуры.

Срединные структуры не смещены.

Кора и белое вещество головного мозга развиты правильно, имеют нормальную интенсивность МР- сигнала.

Слева, преимущественно в полости бокового желудочка, с распространением в область таламуса, определяется объемное образование размерами 37*53*51 мм, с бугристыми, несколько нечеткими за счет перифокального отека контурами, характеризующееся неоднородными гиперинтенсивным на T2-ви, гипоинтенсивным на T1-ви мр-сигналом с наличием единичных геморрагий. При контрастном усилении отмечается несколько неоднородное, достаточно интенсивное накопление парамагнетика (гадовист) структурой новообразования частично включена задняя мозговая артерия.

Боковые желудочки мозга асимметричны, левый боковой желудочек несколько деформирован за счет наличия новообразования, расширен в области височного рога с явлениями лейкоареоза. 3 и 4 желудочки мозга не расширены, форма их не изменена.

Дополнительных образований в области мосто-мозжечковых углов не выявлено. Внутренние слуховые проходы не расширены.

Субарахноидальное пространство больших полушарий и мозжечка не расширено. Конвексимальные борозды большого мозга и мозжечка — без особенностей.

Базальные цистерны не расширены, не деформированы.

Орбиты без особенностей, данных за наличие явных патологических структурных изменений, достоверно выявленных очагов патологического изменения МР- сигнала в их проекции не выявлено.

Турецкое седло и гипофиз не изменены. Параселлярные структуры без особенностей.

Миндалины мозжечка расположены на уровне большого затылочного отверстия. Краниовертебральный переход — без особенностей.

Околоносовые пазухи и ячейки сосцевидных отростков височных костей развиты правильно, их пневматизация не нарушена.

Заключение — мр- признаки объемного образования левого полушария головного мозга (предположительно глиобластома / анапластическая астроцитома).

Пациента госпитализировали в отделение реанимации ДОКБ где пришел в сознание 19.04.2019 года и 21.04.2019 года отмечен повторный приступ угнетения сознания до комы 1. Отмечается брадикардия.

21.04.2019 года проведено оперативное лечение — наружное дренирование переднего рога правого бокового желудочка и удаление внутримозговой опухоли левой теменно-височно-затылочной области головного мозга и острой внутримозговой гематомы. Микрохирургическое удаление внутримозговой опухоли теменно-височно-затылочной локализации, острой внутримозговой гематомы. В п/о период перенес грибковый энцефалит. Гистопрепараты консультированы в НИИ НХ им. Бурденко-анапластическая астроцитома. WHO Grade3, Ki 67 около 15%. 21.04.2010 По результатам МРТ мр- признаки кровоизлияния в опухоль, внутренняя гидроцефалия.

Жалобы на 29.04.2019 нет.

27.05.2019 выполнена операция ВПШ. Вентрикулоперитонеальное шунтирование справа с установкой системы Medtronic с помпой burr hole на среднее давление.

18.06.2019 проведена 3D комфортная лучевая терапия оптимизацией дозы. Ребенок получал химиотерапию. После МХТ отмечалась аплазия кроветворения, в связи с чем проводилась коррекция терапия.

17.04.2020 Последнее ухудшение, когда появились жалобы на головную боль, расходящееся косоглазие. Тремор в руках, рвоту.

21.04.2020 госпитализирован в отделение реанимации начата противоотечная терапия.

При МРТ головного мозга 21.04.2019 на фоне проведенной операции изменений определяется остаточная опухоль по контуру проведения операции полости, признаки субтотального удаления опухоли.

23.04.2020 отрицательная динамика в виде серии тонико-клонических судорог. Больной переведен в орнит, состояние больного тяжелое, стабильное. Проводится консервативная дегидратационная терапия, антибактериальная, посиндромная терапия.

03.05.2020 в 13.00 произведена интубация трахеи в связи с неадекватностью самостоятельного дыхания. Дыхание через эндотрахеальную трубку с помощью аппарата ИВЛ, тоны сердца приглушены с тенденциями к брадикардии, гемодинамика нестабильна с поддержкой допамина. Увеличение дозировки допамина до 20мкг на кг в минуту. Сознание кома 1. Зрачки D>S, мидриаз, фотореакция снижена. Атония. Сухожильные рефлексы с рук с ног не вызываются. Патологические стопные знаки с двух сторон не вызываются.

14.05.2020 ребенку выполнена операция — нижне-средняя трахеостомия.

15.05.2020 функция внешнего дыхания восстановлена, дышит самостоятельно через трахеостомическую канюлю. Непрерывный мониторинг витальных функций.

01.06.2020 общее состояние с отрицательной динамикой, за счет СПОН, ведущими звеньями которого являются ДН 3ст., НК 3 ст., мозговая кома, расстройство коагуляции, почечная, печеночная недостаточность, грубые электролитные и метаболические нарушения.

01.06.2020 в 22.30 У пациента отмечается остановка сердечной деятельности. Пульс на магистральных артериях отсутствует. По данным реанимационного монитора ЭКГ — асистолия. Зарегистрирована клиническая смерть. 01.06.2020 в 22.30 начаты реанимационные мероприятия. На фоне проведения реанимационных мероприятий в полном объеме на протяжении 30 минут пульсация на магистральных артериях не отмечалась, по данным ЭКГ реанимационного монитора — сохранялась асистолия. Реанимационные мероприятия на протяжении 30 минут неэффективны.

01.06.2020 в 23.00 констатирована биологическая смерть.

Посмертный диагноз

Основной: Диффузная срединная глиома левого зрительного бугра. Состояние поле парциальной резекции опухоли. МТС в структуре мозга. Состояние после КСО с парциальной МХТ. Прогрессирование болезни — метастазирование в ЗЧЯ. Реконвалесцент грибкового энцефалита. Состояние после ВПШ.

Осложнения: Субтрофия зрительных нервов, гиперметропический астигматизм. Расходящееся косоглазие. Носитель трахеостомы. ДВСС, тромбоцитопении. Дефицитная анемия. Посттерапевтическая аплазия кроветворения.

На серии МР томограмм взвешенных по T1 и T2 в трех проекциях визуализированы суб- и супратенториальные структуры.

Слева, преимущественно в полости бокового желудочка, с распространением в область таламуса, определяется объемное образование, с бугристыми, несколько нечеткими за счет перифокального отека контурами, характеризующееся неоднородными гиперинтенсивным на T2-ви, гипоинтенсивным на T1-ви мр-сигналом с наличием единичных геморрагий, состояние после оперативного вмешательства — частичное удаление опухоли. При контрастном усилении отмечается несколько неоднородное, достаточно интенсивное накопление парамагнетика (гадовист) структурой новообразования частично включена задняя мозговая артерия. От заднего рога левого бокового желудочка к субарахноидальному пространству по конвексу имеется зона после операционных изменений с неоднородного гиперинтенсивным мр-сигналом (наличие губки).

Субарахноидальное пространство локально расширено, мр-сигнал неоднороден наличие воздуха и крови. Справа в кортикально-субкортикальных отделах лобной и височной долей имеются зоны повышенного мр- сигнала от вещества мозга за счет геморрагического пропитывания. В вещества мозга правой лобной доли, в полости правого бокового желудочка имеется наличие дренажа. Субарахноидальное пространство правой лобной области расширено — наличие воздуха.

Боковые желудочки мозга асимметричны, левый боковой желудочек несколько деформирован за счет наличия новообразования, расширен в области височного рога. Мр- сигнал от вещества мозга перивентрикулярно усилен(отек), больше слева. 3 желудочек

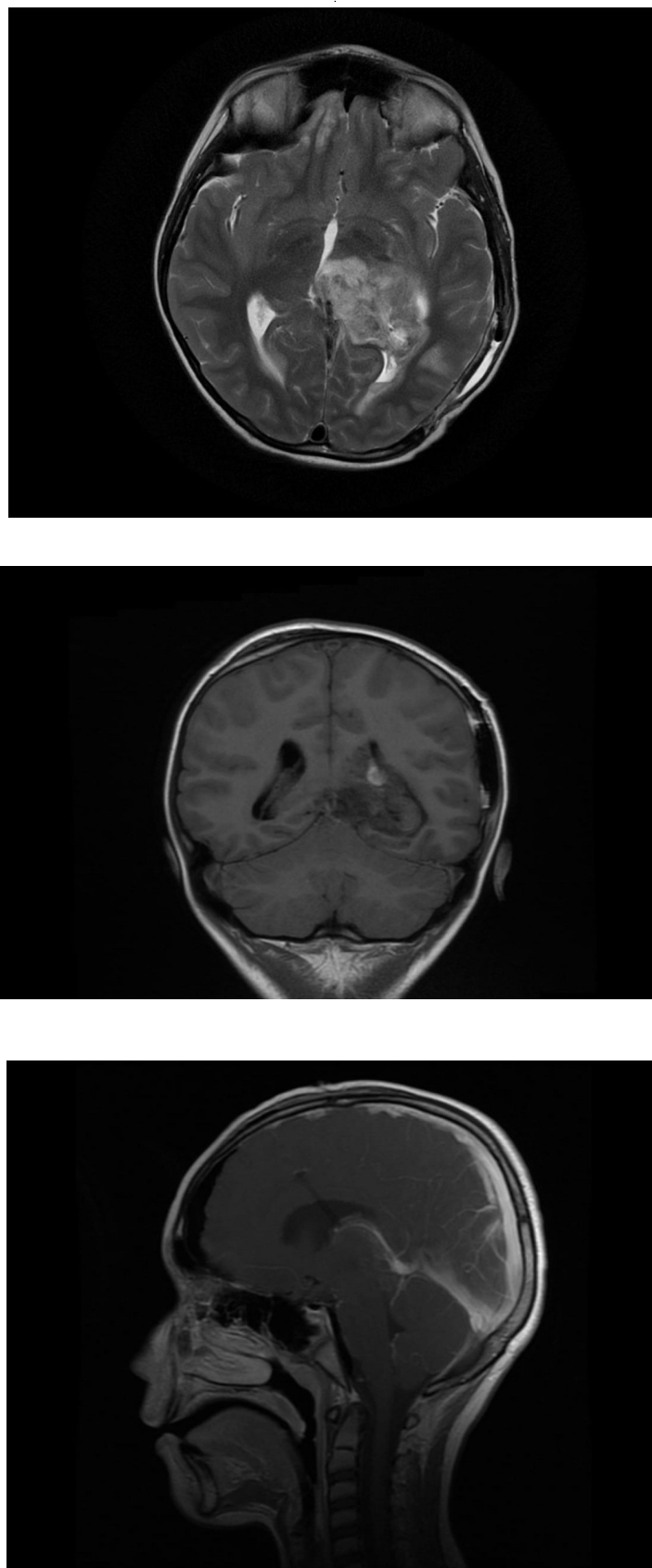


Рис. 2. Магнитно-резонансная томография головного мозга (с контрастным усилением) ОТ 21.04.2019 года.

деформирован в задних отделах. 4 желудочек мозга не расширены, форма не изменена.

Дополнительных образований в области мосто-мозжечковых углов не выявлено. Внутренние слуховые проходы не расширены.

Базальные цистерны не расширены, не деформированы.

Орбиты без особенностей, данных за наличие явных патологических структурных изменений, достоверно выявленных очагов патологического изменения МР-сигнала в их проекции не выявлено.

Турецкое седло и гипофиз не изменены. Параселлярные структуры без особенностей.

Миндалины мозжечка расположены на уровне большого затылочного отверстия. Краниовертебральный переход — без особенностей.

Околоносовые пазухи и ячейки сосцевидных отростков височных костей развиты правильно, их пневматизация не нарушена.

Заключение — мр- признаки объемного образования левого полушария головного мозга, состояние после частичного удаления опухоли, дренирование желудочковой системы. Наличие зон геморрагических изменений в кортикальной- субкортикальных отделах правой лобной и височной долей. Пневмоцефалия правой лобной области.

ПЭТ/КТ с метионином от 31.05.2019 (нужно или нет).

Было проведено ПЭТ/КТ с метионином от 31.05.2019г в медиальном отделе левой височной доле, зрительном бугре, с вращением в левый боковой желудочек определяются очаги накопления РФП ИНЕ=1,8 диаметром до 7мм30*41*37 мм в ХСО- определяется мелкий очаг накопления РФП ИНЕ — 1,8 диаметром до 7 мм, заключение — высокая метаболическая активность в остатке опухоли правого зрительного бугра, МТС В ХСО. Молекулярное исследование от 8.05.2019г — K27M позитивная, MGMT негативная. Учитывая невозможность проведения лучевой терапии. Получал цикл МХТ темозоломидом 150мг/м (180 мг сутки) 5 дней. С 18.06.2019 по 16.08.2019 после предлучевой подготовки проведена 30 комфортная лучевая терапия с оптимизацией дозы (1МЯТ, УМАТ) в объеме КСО РОД 1,6Гр до СОД экв 35,2 Гр, с последующей локальной лучевой терапии на ложе первичной и остаточной опухоли РОД 1,8 Гр общ. СОД экв. 60Гр. СОД области мтс в ХСО — 54,4Гр, на линейном ускорителе Triebasck, под контролем изображений КТ в коническом пучке (КЖТ) на фоне параллельной химиотерапии темозоломидом 100мг в сутки с (19.06.2019 по 2.07.2019г) Перенес на фоне посттерапевтической аплазии кроветворения (нейтропении) и терапии КСФ, в связи с чем темозоломидом был отмечен. ОАК 17.09.2019г гемоглобин 11, тромбоциты 157, лейкоциты 2,65 нейтрофилы 51%.

Учитывая гистологический диагноз, объем проведенной терапии и достигнутый эффект рекомендовано проведение комбинированной терапии: цикловой МХТ Темозоломида 150 мг/м² (180 мг в сутки) 1–5 дни. МХТ провести по месту жительства под наблюдением онколога.

Клинический диагноз: основное заболевание: диффузная срединная глиома левого зрительного бугра. Состояние после парциальной резекции опухоли. МТС в структуре мозга. Состояние после КСО с параллельной МХТ темозоломидом. Положительная динамика. Мутация K27M позитивная. В процессе ХТ.

Осложнение основного: посттерапевтическая аплазия кроветворения.

Сопутствующее заболевание: состояние после ВПШ. Реконволесцент п/о грибового вентрикулита.

Сопутствующее заболевание: состояние после ВПШ. Реконволесцент п/о грибового вентрикулита.

Выводы

В представленном клиническом случае у пациента острейшее проявление в течении 3-х дней от начала проявления первых симптомов до впадения в кому. Определяется объемное образование размерами 37*53*51 мм. Учитывая современные возможности диагностики, нужно проводить МРТ головного мозга при первых симптомах, для раннего выявления и своевременного оказания специализированной помощи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Nicolin G., Parkin P., Mabbott D., Hargrave D., Bartels U., Tabori U., et al. Natural history and outcome of optic pathway gliomas in children. *Pediatric Blood and Cancer* 2009; 7 (53): 1231–7.
2. Jahraus C.D., Tarbell N.J. Optic pathway gliomas. *Pediatric Blood and Cancer* 2006. 5 (46): 586–96.
3. Binning M.J., Liu J.K., Kestle J.R.W., Brockmeyer D.L., Walker M.L. Optic pathway gliomas a review. *Neurosurg. Focus.* 2007. Vol. 23 (5). N5. P. 1–8.

4. Louis D.N., Perry A., Reifenberger G., von De-Imling A., Figarella-Branger D., Cavenee W.K., Ohgaki H., Wiestler O.D., Kleihues P., Ellison D.W. The 2016
5. Scott W. Atlas. Magnetic Resonance Imaging of the Brain and Spine. (2018)
6. Ostrom Q.T., Gittleman I.I., Liaw D., Vecchione-Koval T., Wolinsky Y., Kruchko C., CBTPUS Statistical Report: Primary brain and other central nervous system tumors diagnosed in the United States in 2010–2014. *Neuro Oncol.* 2017. V.19(suppl_5).P. v1-v88 DOI:10.1093/neuonc/nox158/.
7. Stupp R., Brada M., van den Bent M.J., Tonn J.C. et al. High-grade glioma: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up, *Annals of Oncology*, 2014, Vol. 25, No. 3, pp. 93–101.
8. Khan L., Soliman H., Sahgal A. et al. External beam radiation dose escalation for high grade glioma, *Cochrane Database Syst Rev.*, 2016, Vol. 19, No. 8. p. CD011475.
9. Brierley B.B. Fighting tumour with humour, *The Lancet Oncology*, 2015, Vol. 16, No. 8, pp. 895–896.
10. Huang W.J., Chen W.W., Zhang X. Glioblastoma multiforme: Effect of hypoxia and hypoxia inducible factors on therapeutic approaches, *Oncol. Lett.*, 2016, Vol. 12, No. 4, pp. 2283–2288.
11. Anvari K., Seilanian T. M., Shahidsales S., Motlagh F. Treatment Outcomes and Prognostic Factors in Adult Astrocytoma: In North East of Iran, *Iran J. Cancer Prev.*, 2016, Vol. 9, pp. 4.
12. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. (ред.) Злокачественные новообразования в России в 2013 году (заболеваемость и смертность). М.: филиал ФГБУ «ФМИЦ им. П.А. Герцена» Минздрава России, 2015. С. 250.
13. Killela P.J., Pirozki Ch.J., Reitman Z.J., Jones S., Rasheed B.A., Lipp E., Friedman H., Friedman A.H., He Y., McLendon R.E., Bigner D.D., Yan H. The genetic landscape of anaplastic astrocytoma, *Oncotarget*, 2013, Vol. 5, No. 6, pp. 1452–1457.
14. Абсаямова О.В., Кобяков Г.Л., Галанов А.В., Шишкина Л.В., Рыжова М.В. [и др.] Комплексное лечение пациентов с глиобластомой // VII Всероссийский съезд нейрохирургов: сборник тезисов. Казань, 2015. С. 85.
15. Киселев А.М., Биктимиров Р.Г., Терещенко С.Г., Лапаева Л.Г. Интраоперационная локальная лазерная спектроскопия при глиобластомах. // VII Всероссийский съезд нейрохирургов: сборник тезисов. Казань, 2015. С. 112.
16. Абсаямова О.В., Алешин В.А., Аникеева О.Ю., Бекашев А.Х. Клинические рекомендации по диагностике и лечению больных с первичными опухолями головного мозга. 2014. С. 1–60.
17. Черных Е.Р., Ступак В.В., Центнер М.И., Хонина Н.А., Леплина О.Ю. [и др.] Эффективность комбинированной иммунотерапии в комплексном лечении злокачественных глиом головного мозга // Сибирский онкологический журнал. 2004. № 2–3 (10-и). С. 85–88.
18. Хетта Н.А., Центнер М.И., Лепта О.Ю. [и др.] Характеристика и механизмы иммунных нарушений у больных со злокачественными опухолями головного мозга // Вопросы онкологии. 2002. Т. 48, № 2. С. 65–75.
19. Анохина Ю.Е., Гайдар Б.В., Мартынов Б.В., Алексеев Д.Е., Свистов Д.В., Папаян Г.В. Влияние объема хирургического вмешательства с применением интраоперационной флуоресцентной диагностики на течение послеоперационного периода у пациентов со злокачественными глиомами головного мозга // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова. 2014. Т. VI. № 2. С. 22–28.
20. Thakkar J.P., Dolecek T.A., Horbinski C., Ostrom Q.T. et al. Epidemiologic and molecular prognostic review of glioblastoma, *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, 2014, Vol. 23, No. 10, pp. 1985–1986.
21. Granovetter M. Potential treatment for a subtype of glioblastoma tumours, *The Lancet Oncology*, 2016, Vol. 17, No. 5, pp. 1467–1469.)

© Дуброва Владислав Александрович (vladislavdubrova@yandex.ru), Тихоня Антон Олегович,
Тулинов Андрей Иванович, Балакирева Елена Александровна, Гаглов Виктор Михайлович.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ФАКТОРЫ РИСКА И ОСОБЕННОСТИ ЭТИОПАТОГЕНЕЗА ВРОСШЕГО НОГТЯ

Злобина Екатерина Александровна

Аспирант

Южно-Уральский государственный медицинский

университет

fluchi@mail.ru

RISK FACTORS AND FEATURES OF THE ETIOPATOGENESIS OF THE INGROWN NAIL

E. Zlobina

Summary. An ingrown nail is one of the main pathologies in the structure of outpatient surgery. The article describes the features of etiopathogenesis and risk factors in patients, the exclusion of which will effectively prevent this condition and choose the right tactics for treating the process.

Keywords: ingrown toenail, onychocryptosis, outpatient surgery.

Аннотация. Вросший ноготь является одной из основных патологий в структуре амбулаторно-поликлинической хирургии. В статье изложены особенности этиопатогенеза и факторы риска у пациентов, исключение которых, позволит эффективно профилактировать данное состояние и выбрать верную тактику лечения процесса.

Ключевые слова: вросший ноготь, онихокриптоз, амбулаторная хирургия.

Вросший ноготь (onychocryptosis) представляет собой сложный патологический процесс, обусловленный рядом причин и проявляющийся совокупностью морфофункциональных изменений со стороны ногтей пальцев стоп, матрикса, мягких тканей, а также опорно-двигательного аппарата стопы. Процесс этот хронический и часто рецидивирующий, что важно при оценке состояния пациента и выборе тактики лечения. Пациенты, страдающие данной проблемой, испытывают не только выраженный болевой синдром непосредственно в области самого ногтя, но и переносят тяжелый воспалительный процесс, часто с нагноением, испытывают косметические проблемы, страдает психоэмоциональное состояние [1], снижается качество жизни.

Онихокриптоз или вросший ноготь — одно из самых распространенных заболеваний ногтевого аппарата и одна из самых частых причин обращения пациентов к хирургу за амбулаторной помощью. Патология ногтей нижних конечностей встречается у 3,16% людей [2], а проблема вросшего ногтя в настоящий момент является одной из ключевых в амбулаторно-поликлинической практике хирурга. Такие пациенты составляют от 0,5 до 10% от общего числа больных [3,4,5] их удельный вес среди обратившихся за хирургической помощью составляет 0,71% [6]. Заболевание распространено во всех возрастных группах, однако большинство пациентов составляют подростки и лица старшей возрастной группы [7]. В пубертатном периоде развитие процесса связано с неправильной самостоятельной стрижкой ногтей, гипергидрозом, скачками роста, гормональными перестрой-

ками организма [8,9]. У людей старшего возраста — как осложнение эффективного лечения онихомикоза [10], проявление синдрома диабетической стопы [11]. У некоторых пациентов был негативный опыт оперативного лечения, следствием которого стал рецидив процесса по ряду причин, как со стороны врача, так и со стороны пациента: неверно выбранный вариант хирургического лечения, нерадикально выполненная операция, отсутствие навыка применения определенных методик, низкая приверженность пациента к лечению — несоблюдение рекомендаций и отсутствие домашнего ухода в послеоперационном периоде. По ложному убеждению, пациентов, многократно перенесших тотальное удаление ногтевой пластины, и потерявших надежду вернуться к полноценной жизни без хронического болевого синдрома, регулярное оперативное вмешательство и отсутствие ногтевой пластины вовсе, гарантирует стойкий результат на 4–6 месяцев.

Ногти являются одними из самых прочных придатков кожи, производными эпидермиса. Начинают развиваться с конца III месяца внутриутробного развития из эктодермы эмбриона, а полное их формирование происходит на VII–VIII месяце эмбриогенеза. Располагаются на тыльной поверхности дистальных фаланг пальцев. Ноготь состоит из основных частей: ногтевой пластины, ногтевого ложа и вспомогательных структур [12].

Ногтевая пластина представляет собой слой спрессованных ороговевших эпителиоцитов — кератиноцитов. В норме пластина имеет форму прямоугольника, выпуклая, гладкая и прозрачная, за счет просвечивающего

богатого сосудами ногтевого ложа. Ногтевой аппарат состоит из:

- ◆ Ногтевого ложа — участок эпидермиса под ногтевой пластиной. Оно покрыто тонким неороговевающим эпидермисом, и называется так же вентальным матриксом.
- ◆ Подногтевой дермы — богата сосудами и примыкает к ложу, содержит большое количество артериовенозных анастомозов и гломулов
- ◆ Гипонихия — участок кожи, не соединенный с ногтевой пластиной и расположенный под ее свободным краем, является продолжением ногтевого ложа. Очень нежный и часто травмируемый при неправильной стрижке ногтей.
- ◆ Матрикса или ростковой зоны — участок эпителия обеспечивающий рост ногтя со скоростью около 1 мм в сутки.
- ◆ Эпонихий — роговой слой проксимального валика, нарастающий на корень ногтевой пластины, через него в основание ногтя виден участок просветления полукруглой формы — лунула

Вспомогательные структуры ногтя:

- ◆ Проксимальный и боковые, латеральный и медиальный, ногтевые валики — складки кожи с ростковым и ороговевающим слоями эпидермиса
- ◆ Боковые пазухи — щелевидные пространства между валиками и ногтевой пластиной

Здоровый ноготь на ногах у взрослого растет в среднем на 0,05 мм в сутки, следовательно, после тотального удаления ногтевой пластины требуется около 1 года для полного ее отрастания, и чем старше пациент, тем больше времени это занимает. Скорость роста так же зависит от сезона года: весной на 10% быстрее, чем зимой; может повышаться при беременности, механических травмах. Замедляют рост строгая, бедная минералами диета, локальные нарушения микроциркуляции, эндокринная патология, прием цитостатиков.

В основе развития онихокриптоза лежит совокупность анатомических предпосылок, структурных и функциональных нарушений роста ногтевой пластины, ее матрикса и околоногтевых валиков на фоне воздействия извне. В настоящее время в нашей стране не разработана общепринятая классификация. Но для формулировки показаний к оперативному лечению требуется стадирование процесса, для этого в нашей стране принято опираться на классификацию по Д.И. Муратову 1972 года [6]:

- ◆ I степень — обычная форма ногтя, пациенты предъявляют жалобы на периодическую боль в области дистальной фаланги. Местными проявлениями являются гиперемия и отек боковых валиков.
- ◆ II степень — выпуклая форма ногтя, толщина — 0,5–1 мм, визуализируется врастающий в боковые

валики край ногтя. Угол врастания от 15 до 30 градусов.

- ◆ III степень — башневидная форма ногтя с глубоким врастанием края ногтя в боковые валики, толщина — 2,5 мм. Угол врастания от 30 до 45 градусов.
- ◆ IV степень — грифозно утолщенный ноготь, толщина более 2,5 мм. Угол врастания более 45 градусов. Можно наблюдать симптомы трофических изменений матрикса, тканей ногтевого ложа и ногтевой пластины.

Наряду с ней существует классификация, принятая европейским подологическим обществом в 2008 году:

- ◆ I стадия — гиперемия, незначительный отек и болью при пальпации, при отсутствии гипертрофии боковых валиков.
- ◆ II А стадия — усиливается болевой синдром, появляется отек, очаг гиперемии, гипергрануляции; возможно появление гнойного отделяемого при пальпации в области боковых валиков. Валик в свою очередь гипертрофирован и нависает над видимой частью ногтевой пластины менее чем на 3 мм.
- ◆ II Б стадия — появляется заметно более выраженный болевой синдромом, присутствием отека, гиперемии и гипергрануляций, возможно наличие гнойного отделяемого при пальпации бокового валика. Боковой валик гипертрофирован и нависает на видимую часть ногтевой пластины более чем на 3 мм
- ◆ III стадия — появляются боли в покое, отек нарастает, появляются гипергрануляции, возможно просачивание гнойного отделяемого в покое, без пальпации. Гипертрофированные латеральный и медиальный валики могут нависать на ногтевую пластину с одной или одновременно с двух сторон.
- ◆ IV стадия — ногтевая пластина серьезно гипертрофирована, гипергрануляционной тканью и нависающими гипертрофированными боковыми валиками, нависающими на латеральную, медиальную и дистальную части ногтевой пластины.

Факторы риска. Проблему вросшего ногтя можно отнести к болезням образа жизни:

- ◆ Профессиональные вредности — длительное стояние на ногах, статико-динамические перегрузки, ношение специализированной узкой, подобранной не по размеру, спортивной обуви, не учитывающей анатомические особенности стоп и особенностей физических нагрузок
- ◆ Отсутствие культуры ухода за ногтями и кожей стоп — нарушение гигиены стоп, присоединение грибковой инфекции, инфицированные мозоли и трещины, гипергидроз, неправильная стрижка

ногтей, некачественно выполненный педикюр с покрытием ногтей гель-лаком, постоянное ношение утягивающих чулок, в том числе компрессионного трикотажа по типу колготок, для профилактики тромбозов и тромбоэмболических осложнений;

- ◆ Анатомические предпосылки — вальгусная деформация, остеоартропатии при сахарном диабете, анатомические особенности ногтя и ногтевых валиков — крупные мясистые нависающие боковые валики, арочные ногтевые пластины, врожденные деформации.
- ◆ Хронические неинфекционные заболевания — лишний вес и ожирение, различные формы плоскостопия, облитерирующие заболевания артерий нижних конечностей, патологии обмена веществ, в том числе сахарный диабет, наследственная предрасположенность, иммунодефицитные состояния, острая и хроническая травма ногтевой пластины.

Попытка лечения данной патологии исключительно хирургическим путем приводит к длительному и тяжелому послеоперационному периоду, увеличению сроков временной нетрудоспособности, косметическим дефектам, вплоть до полного отсутствия ногтя или его

деформации [13]. Полный же отказ от оперативного лечения ведет к длительному болевому синдрому, частым рецидивам [14], затяжному инфицированию с нагноением и нередко — ампутации [15]. Оперативное лечение в виде полного, частичного удаления ногтевой пластины и пластики валиков является самым распространенным. Но хирургическое лечение на данном этапе нельзя считать единственно верным из-за большого числа рецидивов и осложнений, что свидетельствует о важности проблемы и необходимости разработки новых подходов к лечению вросшего ногтя.

Комплексность же, и подбор метода лечения опираясь на классификацию по степеням тяжести развития процесса позволит пациентам при тщательном соблюдении рекомендаций и назначений получить стойкий результат и избежать рецидивов [16,17].

На данный момент разработаны различные варианты ортониксии, которые являются альтернативным методом в лечении вросшего ногтя, показывают хорошие результаты, но требуют апробации и грамотного внедрения в лечебно-диагностический процесс. Так же необходимо сформулировать четкие показания к применению того или иного методов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Морозова А.Х., Сизов С.В. Тревожные состояния у пациентов, обращающихся за амбулаторной хирургической помощью // БМИК. 2015. № 5.
2. Емельянов Ю.Ф. О поражении ногтевых пластинок // Военно- медицинский журнал 1984. — № 3. — С. 68–69.
3. Кочев К.Н. Лечение вросшего ногтя // Советская медицина. 1954. — № 6. — С. 511.
4. Ларин В.Ф. Лечение вросшего ногтя // Вестник хирургии. 1971. -№ 11—С. 115–118.
5. Пермяков Н.И. Сравнительная оценка некоторых способов лечения вросшего ногтя / Авторефер. дис. канд. — Астрахань, — 1999. — 23с.
6. Муратов Д.И. К методике оперативного лечения подногтевого экзостоза пальцев стопы // Тр. Урал. конф. хирургов 24–27 июня 1969 г. — Пермь, 1971 (вып. дан 1972). С. 515–516.
7. Хозина, Т.Ш. Лечение вросшего ногтя в амбулаторно -поликлинических условиях / Т.Ш. Хозина, А.А. Сухоцкая // Сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа, 2014. — С. 33.
8. Мелешевич А.В., Мелешевич М.В. Хирургическое лечение вросшего ногтя: Руководство для врачей. — Гродно: ГОУТ, 1993. — 80 с.
9. Fleischner G. Podologische Orthopedie — Munchen: Verlag Neuer Merkur GmbH, 2003. — P. 346
10. Дукович, Е.В. Организация работы центра по лечению заболеваний кожи стоп и ногтей Самарского областного кожно-венерологического диспансера / Е.В. Дукович, Р.Х. Хабирова, А.Ю. Титугина, О.Ю. Белов, А.И. Табашникова // Тезисы научных работ II всероссийского конгресса дерматовенерологов. -СПб., 2007. — С. 9.
11. Гирш Я.В., Давиденко О.П. Характеристика синдрома диабетической стопы в условиях северных территорий // Вестник СурГУ. Медицина. 2013. № 4 (18).
12. Тлиш М.М., Катханова О.А., Кузнецова Т.Г., Наатыж Ж.Ю., Поповская Е.Б. / «Ониходистрофии»: учебно-методическое пособие. Краснодар, 2013. — 43 стр.
13. Гаин Ю.М., Богдан В.Г, Попков О.В., Алексеев С.А. Монография. — Минск: Издатель Змицер Колас, 2007. — 224 с., 67 ил.
14. Ткаченко Т.К. Лечение вросшего ногтя // Здравоохранение Казахстана. — 1981. — № 1. — С. 58–59.
15. Noula AGM., Tochie JN., Tchienkam LW., Abang DA., Essomba R. Surgical site infection leading to gangrene and amputation after ambulatory surgical care of an ingrown toenail: a case report. // Patient Saf Surg — 2019 — Vol13 — NNULL — p.44
16. Kruijff S., Van Det R.J., Van der Meer G.T. et al. Partial matrix excision or orthonyxia for ingrowing toenails // J. Am. Coll. Surg. — 2008. -Vol.206 (1).-P.148–153.
17. Li J., Hong G., Chen Z. Clinical study on treatment of obstinate ingrown nail with distal phalanx of great toe and soft tissue orthopaedics // Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi. — 2007. — Vol.21 (9). — P. 982–984.

© Злобина Екатерина Александровна (fluchi@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ПРОГРЕССИРОВАНИЯ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА У ПАЦИЕНТОВ С АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКИМ ПОРАЖЕНИЕМ МАГИСТРАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ

OPTIMIZATION OF DIAGNOSTIC METHODS PROGRESSION OF ATHEROSCLEROTIC PROCESS IN PATIENTS WITH ATHEROSCLEROTIC LESIONS OF THE MAIN ARTERIES

**A. Kazakov
N. Sokolova
A. Gerasin
G. Dokshokov
I. Churilov
S. Medzidov**

Summary. This article presents a literature review on the effectiveness of the use of various methods of laboratory diagnostics of atherosclerosis to determine the degree of progression of the process. Research purpose: to optimize the diagnosis of the progression of the atherosclerotic process in patients with significant atherosclerotic lesions of the main arteries.

Keywords: atherosclerosis, progression of atherosclerosis, cytokines, cardiovascular diseases.

Казаков Андрей Юрьевич

Тверской государственный медицинский
университет
andre_kazakov@mail.ru

Соколова Наталья Юрьевна

Доцент
Тверской государственный медицинский
университет
nsokolova1711@gmail.com

Герасин Андрей Юрьевич

Аспирант
Тверской государственный медицинский
университет
wolf692008@yandex.ru

Докшок Гертман Русланович

Аспирант
Тверской государственный медицинский
университет
kuchi21@bk.ru

Чурилов Илья Сергеевич

Аспирант
Тверской государственный медицинский
университет
churilov1994@mail.ru

Меджидов Сабир Рустамович

Аспирант
Тверской государственный медицинский
университет
medzhidovsibir81@gmail.com

Аннотация. В данной статье представлен литературный обзор, посвященный эффективности применения различных методов лабораторной диагностики атеросклероза, для определения степени прогрессии процесса. Цель: оптимизировать диагностику прогрессирования атеросклеротического процесса у пациентов со значимым атеросклеротическим поражением магистральных артерий.

Ключевые слова: атеросклероз, прогрессирование атеросклероза, цитокины, сердечно-сосудистые заболевания.

Сердечно-сосудистые заболевания являются основной причиной смертности населения во всем мире, а облитерирующие заболевания магистральных артерий нижних конечностей занимают третье место, уступая инфарктам и инсультам [1,4]. Число смертей, связанных с сердечно-сосудистыми заболеваниями, также растет в развивающихся странах. [1,3] Основополагающую роль в патогенезе ишемической болезни сердца и цереброваскулярных заболеваний играет атеросклероз. [4,31] Основными факторами, способствующими развитию атеросклероза многие годы, являлось высокое артериальное давление и повышенный уровень холестерина крови. В настоящее время ведущим фактором риска развития атеросклероза признана дислипидемия. Также недавние исследования убедительно продемонстрировали, что хроническое воспаление также играет ключевую роль в патогенезе атеросклеротического процесса. [3,6,32].

В диагностике атеросклероза используют лабораторные методы, исследующие уровень холестерина в крови. [34] Для оценки концентрации общего холестерина в клинической практике используется энзиматический метод, который является референтным химическим методом диагностики [12,14]. Обычные нормальные показатели общего холестерина до 5,17 ммоль/л, пограничное значение 6,2 ммоль/л, а высокие — более 6,2 ммоль/л. Общий холестерин стабилен при хранении сыворотки в течение суток, уровень от времени приема пищи не зависит. Целевое значение при лечении статинами составляет менее 4,5 ммоль/л.

Оценка уровня триглицеридов так же производится энзиматическим методом [11,20,31]. Нормальные его показатели составляют концентрацию, равную 2,3 ммоль/л. Пграничному уровню соответствуют значения до 4,5 ммоль/л, а высокое определяется значениями выше 4,5. Хранение сыворотки крови возможно в замороженном виде. Перед взятием крови на анализ выполняется требование — обязательно голодание в течение 12 часов во избежание ложного завышения показателя, которое возможно из-за длительной циркуляции хиломикрон в крови. Существует циркадные ритмы, которые тоже необходимо учитывать при проведении анализа. Минимальный и максимальный уровни триглицеридов определяются в 3 и в 15 часов, соответственно. [33]

Для оценки уровня фракций липопротеинов высокой, низкой и очень низкой плотности используются референтные методы, такие как ультрацентрифугирование, иммуноферментный анализ [7,8,36]. На практике классы липопротеидов определяют по количеству содержащегося в них холестерина, это быстрые, недо-

рогие и легко автоматизируемые методы для широкого клинического применения.

Аполипопротеин А1 — основной белок липопротеинов высокой плотности — определяется в норме у женщин в концентрации 106–228 мг/дл, у мужчин 109–184 мг/дл. Уровень выше 125 мг/дл считается “фактором защиты” от ишемической болезни сердца [15,16].

Аполипопротеин В100 используется для синтеза липопротеинов низкой и очень низкой плотности. Нормальные значения у женщин составляют 56–182 мг/дл, а у мужчин — 63–188. [37,38]. При превышении пограничного уровня необходима коррекция диеты и препаратами, блокирующими синтез липидов. Это связано с резко возрастающим риском развития ишемической болезни сердца, так как аполипопротеин В100 количественно соответствует уровню липопротеидов низкой и очень низкой плотности. [21]

Липопротеин (а) — информативный показатель для выявления наследственных форм ишемической болезни сердца [22,25]. Нормальные значения колеблются от 0 до 30 мг/дл. Его уровень не меняется под действием статинов. Повышение данного показателя при сахарном диабете и нефротическом синдроме не доказаны. Данный показатель применяется для ранней диагностики семейной ишемической болезни сердца у молодых людей. Массовое обследование бессимптомных пациентов экономически не обоснованно, поэтому не рекомендуется для исследований.

Гомоцистеин является независимым показателем риска поражения артериального русла. [27] Повышение его уровня резко увеличивает риск развития ишемической болезни сердца и ишемии головного мозга во всех группах, даже при нормальных значениях холестерина. В норме его уровень составляет 5–12 мкмоль/л, умеренное повышение соответствует 15–30 мкмоль/л, а тяжелое — 30–100 мкмоль/л. Уровень гомоцистеина более 13 мкмоль/л увеличивает риск сердечного приступа у мужчин в 3 раза, а также резко усиливает повреждение сосудов у пациентов с сахарным диабетом. [13,25]

На данный момент это основные методы лабораторной диагностики, применяемые в большинстве случаев ведения пациента с атеросклеротическим поражением сосудов (коронарные сосуды сердца, периферические артерии нижних конечностей). Однако исследование липидного профиля в стационаре, при профилактических осмотрах не дает полноценного представления о дальнейших темпах и степени прогрессирования поражения артериального русла.

Опираясь на данные зарубежных исследований, можно с уверенностью сказать, что есть новые, более эффективные методы лабораторной диагностики атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний. Одним из таких методов является исследование уровня цитокинов в крови у пациентов с риском атеросклероза и его клинических проявлений (инфаркта миокарда и других форм ишемической болезни сердца, инсульта, заболеваний периферических артерий).

Цитокины — это медиаторы белковой природы, которые участвуют во многих физиологических процессах, а также в процессе воспаления. [3,24]. Цитокины включают более сотни секретируемых факторов, которые подразделяются на несколько видов: интерфероны (IFN), интерлейкины (IL), факторы некроза опухоли (TNF), колониестимулирующие факторы (CSF), трансформирующие факторы роста (TGF) и различные хемокины. [28] Цитокины продуцируются моноцитами, Т-клетками, макрофагами, тромбоцитами, эндотелиальными клетками и адипоцитами в ответ на воспаление. Повышенная продукция провоспалительных цитокинов связана с прогрессированием заболевания и способствует развитию атеросклероза. [18] Активация эндотелиальных клеток, индуцированная цитокинами, может вызывать дисфункцию эндотелия, сопровождающуюся повышением активности молекул адгезии и хемокинов, что способствует миграции иммунных клеток (моноцитов, нейтрофилов, лимфоцитов) в участок атеросклероза. [5,9,10] На поздних стадиях развития атеросклеротической бляшки провоспалительные цитокины способствуют дестабилизации бляшки, апоптозу различных клеток и деградации матрикса, ускоряя разрушение бляшек и образование тромбов.

На протяжении многих лет цитокины, продуцируемые Т-хелперами, подразделялись на две группы: цитокины, продуцируемые Т-хелперами типа I (Th1), и цитокины, продуцируемые Т-хелперами типа II (Th2). Недавние исследования показали важность Т-клеток 17-го типа (клетки Th17) и регуляторных Т (Treg) — клеток в патогенезе различных иммунных нарушений. Цитокины типа I продуцируются Th1-клетками и включают гамма-интерферон (IFN- γ) и фактор некроза опухоли- α (TNF- α). Основная роль цитокинов Th1 — активация макрофагов и Т-клеток. [6,18]

У пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями наблюдается повышенный уровень гамма-интерферона (IFN- γ) в крови. [35] Продукция IFN- γ особенно повышена в атеросклеротической бляшке, где IFN- γ продуцируется Th1-клетками, цитотоксическими Т-клетками и естественными киллерами клетками. Было обнаружено, что IFN- γ действует как патогене-

тический фактор при атеросклерозе, он способствует воспалительному ответу путем активации Т-лимфоцитов, макрофагов, NK-клеток и гладкомышечных клеток артерии. В частности, было показано, что IFN- γ увеличивает экспрессию рецептор-скавенджер-A (SR-A) на макрофагах, облегчая накопление окисленных липопротеинов низкой плотности и образование пенистых клеток. Генетическое влияние на рецепторы IFN- γ или IFN- γ значительно подавляет воспаление и увеличивает содержание коллагена в бляшках. Введение экзогенного IFN- γ способствовало развитию атеросклероза. По данным исследователей, при ингибировании IFN- γ путем введения растворимого мутантного рецептора IFN- γ (sIFN- γ R) подавляло воспаление и стабилизовало атеросклеротические бляшки у мышей Арое. [29]

Фактор некроза опухоли- α (TNF- α) — провоспалительный цитокин, участвующий в клеточном гомеостазе и регуляции иммунного ответа. Обнаружено, что TNF- α играет ключевую роль в развитии атеросклероза. [23] Этот агент продуцируется CD4+ Т-клетками, миелоидными клетками аорты. Прогрессирование атеросклероза всегда напрямую коррелирует с локальным увеличением продукции TNF- α в атеросклеротической бляшке и с его уровнем в крови.

Экспериментальные исследования с двойным нокаутом генов TNF- α (TNF- α — / -) и Арое (Арое — / -) выявили значительное уменьшение размера бляшек в аорте у мышей Tnf- α — / — Арое — / — по сравнению с контрольной группой Арое — / — по причине выработки молекул адгезии ICAM-1 и VCAM-1 и хемотаксического белка моноцитов-1 (MCP-1). У больных с ревматоидным артритом, предрасположенных к сердечно-сосудистым заболеваниям, терапия анти-TNF- α уменьшала частоту сердечно-сосудистых событий. [17,30]

Исследователями были изучены цитокины плазмы крови в двух разных группах с ангиографически документированным коронарным атеросклерозом с острым коронарным синдромом или хронической стабильной стенокардии. Экспериментальные данные, полученные на животных моделях, и анализ атеросклероза у человека убедительно доказывают патогенную роль цитокинов I типа (IFN- γ и TNF- α). [29]

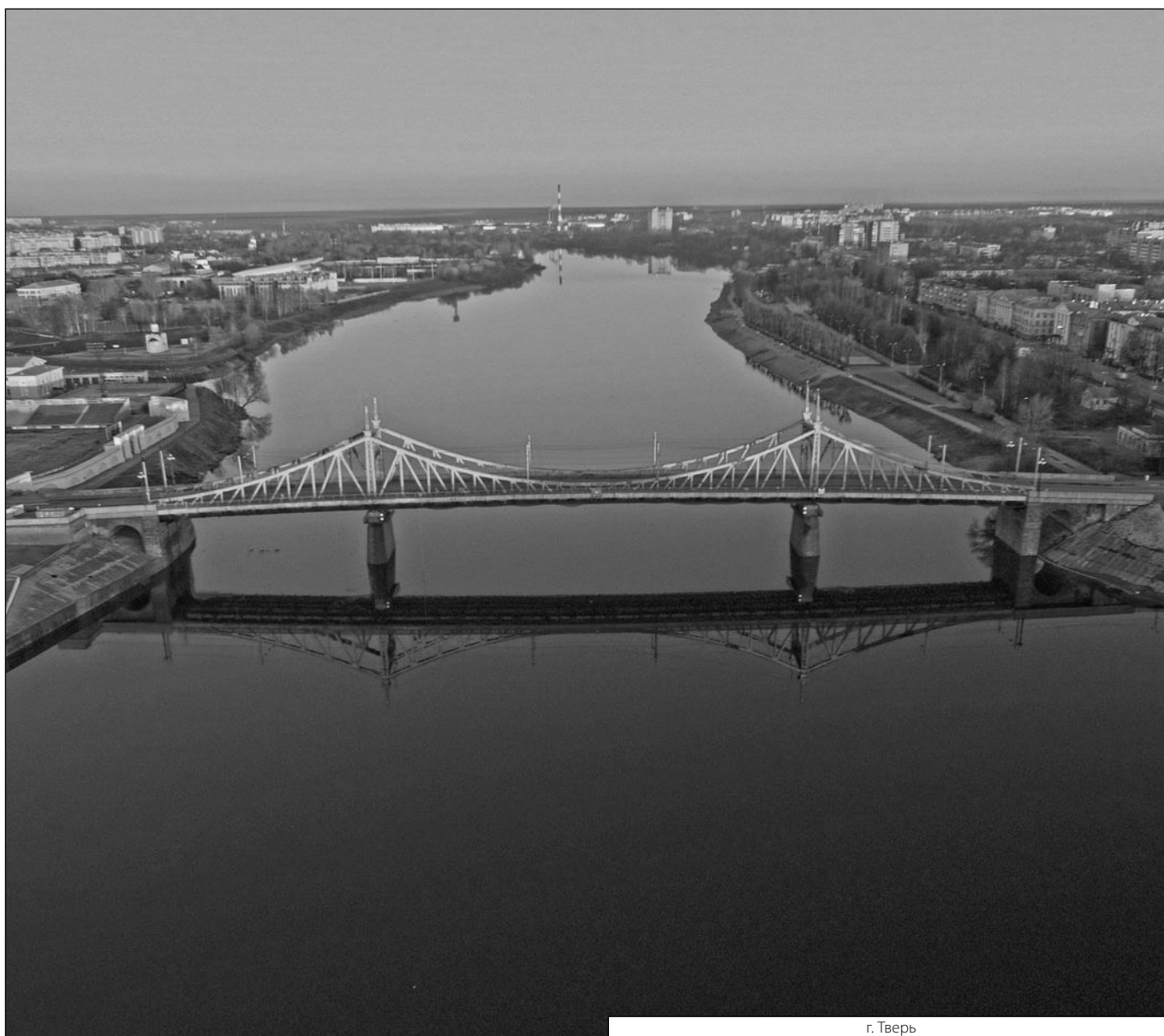
Таким образом, мы можем сделать вывод о том, что необходимо вводить новые методики исследования оценки риска развития и прогрессирования атеросклероза в клиническую практику для более ранней и эффективной диагностики данного заболевания, а также правильной и своевременной интерпретации его клинических проявлений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бокерия, Л.А. Сердечно-сосудистая хирургия — 2017. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения / Л.А. Бокерия, Р.Г. Гудкова// Москва: НЦ ССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2017. — 252 с.
2. Дутова, С.В. Цитокины и атеросклероз — новые направления исследований./ С.В. Дутова [и др.] // Бюллетень сибирской медицины. — 2018. — Т. 17, № 4. — с. 199–208.
3. Фатхуллина, А.Р. Роль цитокинов в развитии атеросклероза /А.Р. Фатхуллина, И.О. Пешкова, Е.К. Кольцова // Биохимия. — 2016. — Т. 81, № 11. — с. 1614–1627.
4. Харченко, В.И. Место болезней системы кровообращения в структуре смертности населения в современной России (Аналитический обзор официальных данных Госкомстата и Минздрава России) / В.И. Харченко, А.С. Акопян, В.Г. Мишиев [и др.] // Ангиология и сосудистая хирургия. — 1998. — Т. 4, № 3–4. — С. 131–142.
5. Abbate, A. Interleukin-1 and the Inflammasome as Therapeutic Targets in Cardiovascular Disease./A. Abbate [et al.] //Circ. Res. — 2020. — Vol.126,№ 9. — p.1260–1280.
6. Ahotupa, M. Oxidized lipoprotein lipids and atherosclerosis. / M. Ahotupa //Free Radic. Res. — 2017. — Vol. 51, № 4. — p.439–447.
7. Annema, W. HDL and atherothrombotic vascular disease./ W. Annema, A. von Eckardstein, P.T. Kovanen // Handb. Exp. Pharmacol. — 2015. — Vol.224. — p.369–403.
8. Arnao, Valentina. Lipoproteins in Atherosclerosis Process. / Valentina Arnao, [et al] // Curr. Med. Chem. — 2019. — Vol.26,№ 9. — p.1525–1543.
9. Bahrami, A. Role of Interleukin-18 in the Development and Progression of Atherosclerosis./A. Bahrami, T. Sathyapalan, A. Sahebkar //Curr. Med. Chem. — 2021.-Vol.28, № 9. — p.1757–1774.
10. Bakogiannis, C. Platelet-derived chemokines in inflammation and atherosclerosis. / C. Bakogiannis, [et al.] // Cytokine. — 2019. — Vol. 122, № 10. -p.154–157.
11. Budoff, Matthew. Triglycerides and Triglyceride-Rich Lipoproteins in the Causal Pathway of Cardiovascular Disease. /Matthew Budoff//Am. J. Cardiol. — 2016. — Vol. 118, № 1. — p.138–145.
12. Castañer, O. Remnant Cholesterol, Not LDL Cholesterol, Is Associated With Incident Cardiovascular Disease./ O. Castañer [et al.]//J. Am. Coll. Cardiol. — 2020. — Vol.76, № 23.-p.2712–2724.
13. Chrysant, S.G. The current status of homocysteine as a risk factor for cardiovascular disease: a mini review/ S.G. Chrysant, G.S. Chrysant // Expert Rev. Cardiovasc. Ther. — 2018. — Vol.16, № 8. — p.559–565.
14. Didac, Mauricio. Cholesterol and Inflammation in Atherosclerosis An Immune-Metabolic Hypothesis / Mauricio Didac, [et al.] //Nutrients. — 2020. — Vol. 12, № 8. — p.2444.
15. Emiel, P.C. van der Vorst. High-Density Lipoproteins and Apolipoprotein A1. / Emiel P.C. van der Vorst //Subcell. Biochem. — 2020. — Vol. 94. — p.399–420.
16. Ertek, S. High-density Lipoprotein (HDL) Dysfunction and the Future of HDL. /S. Ertek //Curr. Vasc. Pharmacol. — 2018. — Vol.16,№ 5. — 490–498.
17. Ganjali, S. Monocyte-to-HDL-cholesterol ratio as a prognostic marker in cardiovascular diseases. / S. Ganjali, [et al.]//J. Cell. Physiol. — 2018. — Vol.233, № 12. — p.9237–9246.
18. Geovanini, G.R. Atherosclerosis and inflammation: overview and updates. / G.R. Geovanini, P. Libby //Clin. Sci. (Lond). — 2018. — Vol.132, № 12. — p.-1243–1252.
19. Gimbrone, M.A. Jr. Vascular endothelium, hemodynamics, and the pathobiology of atherosclerosis. / M.A., Jr. Gimbrone, G. Garcia-Cardena // Circ. Res. — 2016.-Vol.118,№ 4. — p.620–636.
20. Girona, J. HDL Triglycerides: A New Marker of Metabolic and Cardiovascular Risk./ J. Girona [et al.] // Int. J. Mol. Sci. — 2019. — Vol.20,№ 13. — p. 3151.
21. Johannesen, C.D.L. Apolipoprotein B and Non-HDL Cholesterol Better Reflect Residual Risk Than LDL Cholesterol in Statin-Treated Patients./C.D.L. Johannesen, M.B. Mortensen, A. Langsted, B.G. Nordestgaard //J. Am. Coll. Cardiol. — 2021. — Vol.77,№ 11. — p.1439–1450.
22. Kamstrup, P.R. Lipoprotein(a) and Cardiovascular Disease./P.R. Kamstrup // Clin. Chem. — 2021.-Vol.67, № 1. — p.154–166.
23. Kim, C.W. A strategy to prevent atherosclerosis via TNF receptor regulation./ C.W. Kim, E.T. Oh, H.J. Park //FASEB J. — 2021. — Vol.35,№ 3. — p.e21391.
24. Legein, Bart. Inflammation and immune system interactions in atherosclerosis. /Bart Legein, [et al.]// Cell. Mol. Life Sci. — 2013. — Vol. 70, № 20. — p. 3847–3869.
25. McCully, Kilmer S. Homocysteine and the pathogenesis of atherosclerosis /Kilmer S. McCully// Expert Rev. Clin. Pharmacol. — 2015. — Vol. 8, № 2. — p. 211–219.
26. Mozaffarian, D. Heart disease and stroke statistics-2015 update: a report from the American Heart Association./ D. Mozaffarian [et al.] // Circulation. — 2015. — T.131,№ 4. — p.e29–322.
27. Park, S. Homocysteine is not a risk factor for subclinical coronary atherosclerosis in asymptomatic individuals./S. Park [et al.] //PLoS One. — 2020. — Vol.15,№ 4. — p.e0231428.
28. Pedro-Botet, J. Atherosclerosis and inflammation. New therapeutic approaches./J. Pedro-Botet, E. Climent, D. Benaiges//Med. Clin. (Barc). — 2020. — Vol.155,№ 6. — p.256–262.
29. Pirillo, A. The Interplay of Lipids, Lipoproteins, and Immunity in Atherosclerosis. / A. Pirillo, [et al.] //Curr. Atheroscler. Rep. — 2018. — Vol.14,№ 3. — p.12.
30. Poznyak, A.V. Anti-Inflammatory Therapy for Atherosclerosis: Focusing on Cytokines. /A.V. Poznyak//Int. J. Mol. Sci. — 2021.-Vol.22,№ 13. — p.7061.
31. Rahman, M.S. Atherosclerosis./M.S. Rahman, K. Woollard//Adv. Exp. Med. Biol. — 2017. — Vol.1003. — p.121–144.

32. Ranjbaran, Hooman. An Inflammatory Pathway of IFN- γ Production in Coronary Atherosclerosis/ Hooman Ranjbaran [et al.] //J. Immunol.— 2007.— Vol. 178,№ 1.— p. 592–604.
33. Reyes-Soffer, G. Triglyceride-rich lipoproteins and atherosclerotic cardiovascular disease risk: current status and treatments./ G. Reyes-Soffer // Curr. Opin. Endocrinol. Diabetes Obes.— 2021.— Vol.28, № 4.— p.85–89.
34. Rosenson, R.S. Dysfunctional HDL and atherosclerotic cardiovascular disease./ R.S. Rosenson, [et al.] // Nat. Rev. Cardiol.— 2016.— Vol.13, № 1.— p.48–60.
35. Schaftenaar, F. Atherosclerosis: the interplay between lipids and immune cells. / F. Schaftenaar, [et al.] //Curr. Opin. Lipidol.— 2016.— Vol.27,№ 3.— p. 209–215.
36. Smith, J.D. Dysfunctional HDL as a diagnostic and therapeutic target. /J.D. Smith //Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.— 2010.— Vol.30,№ 2.— p.151–155.
37. Sniderman, A.D. Apolipoprotein B Particles and Cardiovascular Disease: A Narrative Review./A.D. Sniderman [et al.]// JAMA Cardiol.— 2019.— Vol.4,№ 12.— p.1287–1295.
38. Stock, Jane. Triglycerides and cardiovascular risk: Apolipoprotein B holds the key/Jane stock // Atherosclerosis.— 2019.— Vol.284.— p.221–222.

© Казаков Андрей Юрьевич (andre_kazakov@mail.ru), Соколова Наталья Юрьевна (nsokolova1711@gmail.com), Герасин Андрей Юрьевич (wolf692008@yandex.ru), Докшоков Герман Русланович (kuchi21@bk.ru), Чурилов Илья Сергеевич (churilov1994@mail.ru), Меджидов Сабир Рустамович (medzhidovsabir81@gmail.com).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Тверь

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ НА СДВИГ АДГЕЗИВА 4-ГО, 5-ГО И 7-ГО ПОКОЛЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИХ СТОМАТОЛОГАМИ С РАЗЛИЧНЫМ ОПЫТОМ РАБОТЫ С АДГЕЗИВНОЙ ТЕХНИКОЙ.

COMPARATIVE EVALUATION OF THE SHEAR STRENGTH OF 4TH, 5TH AND 7TH GENERATION ADHESIVES WHEN USED BY DENTISTS WITH DIFFERENT EXPERIENCE WITH ADHESIVE TECHNIQUES.

**S. Miklyaev
E. Afonina
A. Sushchenko
S. Sokolov
A. Vyzhanova**

Summary. Adhesives are used in all areas of dentistry. In therapeutic dentistry — to ensure adhesion of all filling materials to tooth tissues, in orthopedic dentistry — to fix all indirect structures, it is also used for fixing orthodontic structures. Generations of adhesives differ in the mechanism of attachment to the dentin and the strength of the bond.

Keywords: sensitivity to application technique, adhesive, primer, dentin.

Микляев Станислав Валерьевич

К. м. н., доцент

Тамбовский государственный университет им.

г. Р. Державина

miklaev@mail.ru

Афонина Екатерина Сергеевна

Клинический ординатор

Тамбовский государственный университет им.

г. Р. Державина

afonina.ekaterina-2012@yandex.ru

Сущенко Андрей Валерьевич

Д. м. н., профессор

Воронежский государственный медицинский

университет им. Н. Н. Бурденко

avs270270@mail.ru

Соколов Сергей Михайлович

Клиника С-МЕД Люкс (ООО «Альянс»)

Выжанова Алина Алексеевна

Тамбовский государственный университет им.

г. Р. Державина

alya.vyzhanova@inbox.ru

Аннотация. Адгезивы применяют во всех областях стоматологии. В терапевтической стоматологии — для обеспечения адгезии всех пломбирочных материалов к тканям зуба, в ортопедической стоматологии — для фиксации всех непрямых конструкций, также используется для крепления ортодонтических конструкций. Поколения адгезивов отличаются механизмом прикрепления к дентину и силой связывания.

Ключевые слова: чувствительность к технике применения, адгезив, праймер, дентин.

Цель исследования

Проверка гипотезы, что более простые в применение дентинные адгезивы 5-го и 7-го поколения при использовании их неопытными стоматологами позволяют получить лучшие результаты, чем более сложные адгезивы четвертого поколения.

Введение

В последнее время произошло значительное усовершенствование стоматологических адгезивов. Од-

нако беспочвенная боязнь повреждения пульпы в результате протравливания отсрочила повсеместное распространение данной методики. В это же время было показано, что для повышения силы адгезии протравленная поверхность перед нанесением адгезива должна оставаться влажной.

Дентинные адгезивы, которые применяли в начале 90-х годов XX века, используются по сей день, их часто называют адгезивами 4-го поколения. Такие адгезивные системы включают в себя отдельные протравливающий агент (часто это 30–40%-ный раствор фосфорной

кислоты), праймер и адгезив. Праймер является гидрофильным мономером, растворенным в различных растворителях, таких, как ацетон, этиловый спирт или вода. Адгезив состоит из той же системы мономеров, что и композит.

Результаты исследований *in vitro* и *in vivo*, опубликованных в 90-х гг. XX века, отличались. Такие отличия объясняли недостаточной стандартизацией протоколов исследований и различием используемых субстратов. Кроме того, Сапо и соавт. продемонстрировали, что ключевым является человеческий фактор, то есть результаты зависели от квалификации операторов. Различные результаты, полученные разными стоматологами при одинаковых протоколах исследования, могут быть обусловлены различным мнением относительно требуемой влажности дентина, количества праймера и адгезива. Так как для применения этих адгезивных систем необходимо провести три этапа (протравливание, нанесение праймера и адгезива), стоматологи считали 4-е поколение дентинных адгезивов сложным в применении и требующим слишком много времени и предпочли бы более простую систему. Первым шагом на пути к оптимизации адгезивов стало появление адгезивов 5-го поколения, в которых праймер и адгезив поставлялись в одной емкости. Вскоре эти системы получили популярность, однако результаты первых же клинических исследований не подтвердили сопоставимую эффективность адгезивов 5-го и 4-го поколений. Несмотря на это, устойчивый спрос на адгезивы 5-го поколения подтвердил желание стоматологов иметь более простые системы. Это привело к появлению еще более простых в применении адгезивных систем. Один вид таких систем состоял из кислотного праймера и адгезива (6-е поколение), а второй включал в себя протравливающий агент, праймер и адгезив в одном флаконе (7-е поколение адгезивных систем). [1]

Результаты опубликованных исследований адгезии к дентину демонстрируют значительные отличия силы адгезии у различных операторов и исследовательских групп, что не позволяет провести реальное сравнение дентинных адгезивов четырех поколений (с 4-го по 7-е). Однако с точки зрения пользовательских характеристик последние поколения адгезивов проще предыдущих, что подталкивает производителей к разработке более простых и удобных систем. Возможный риск такого подхода заключается в том, что рынок может уйти от адгезивных систем относительно высокого качества к более простым системам. В то же время есть вероятность того, что более простые в применении материалы все же могут обеспечивать высокое клиническое качество. Использование таких материалов требует меньшего числа этапов, таким образом давая меньше возможности для ошибки. Другими словами, продукт,

который лучше работает в идеальных условиях, может при этом иметь высокий риск неудачного результата из-за большего числа рабочих этапов.

Различные показатели прочности адгезии, полученные разными исследователями, можно объяснить различными факторами, включая различия методологии исследований и особенности применения разных материалов разными операторами. Известно, что эффективность использования различных материалов по-разному зависит от их чувствительности к технике применения. К сожалению, чувствительность к технике применения определить непросто, поскольку мнения стоматологов относительно простоты использования одних и тех же материалов сильно отличаются. Наименее чувствительный к технике применения материал должен позволять получать хорошие результаты при использовании всеми группами стоматологов, вне зависимости от того, насколько сложным в применении они считают этот материал. Чувствительность к технике применения является всего лишь комбинацией различных непостоянных параметров клинического применения.

Можно предположить, что уменьшение числа непостоянных параметров снижает чувствительность материала к технике применения. Однако такой взгляд может быть несколько наивным, поскольку устранение одних параметров может привести к устранению других, которые окажут отрицательное влияние на окончательный результат. Кроме того, можно предположить, что адгезивные системы 7-го поколения менее чувствительны к технике применения, чем адгезивные системы 4-го поколения. [2] В то же время качество протравливания адгезивов 4-го и 5-го поколения должно превосходить таковое у адгезивов 6-го и 7-го поколения. При использовании адгезивных систем 4-го и 5-го поколения растворенные компоненты смываются с поверхности, которая затем покрывается пленкой смолы, не содержащей этих веществ. При применении адгезивов 6-го и 7-го поколения растворенные компоненты дентина удерживаются внутри адгезивной смолы. Более того, в ходе протравливания мономер становится анионным, что должно снижать его способность к диффузии в глубь поверхности зуба. Таким образом, предположение о том, что более простые в применении дентинные адгезивы должны обеспечивать лучшие результаты по сравнению с более сложными системами, может быть недостаточно обоснованным.

Единственный способ выявления действительной чувствительности к технике применения заключается в оценке результатов, полученных пользователями, абсолютно не имеющими опыта работы с адгезивными системами. Таким образом, привлекая стоматологов, не име-

Таблица 1. Исследуемые материалы

Материал	Партия, №	Символ	Поколение
OptiBond FL (Kerr)	Праймер, партия № 352650 Адгезив, партия № 191172	МА	4-е
Adper Single Bond2 (3M)	Партия № 51202	МВ	5-е
Bond Forse II (Tokuyama Dental)	Партия № 191427	МС	7-е

ющих опыта работы с адгезивными системами, можно определить, сможет ли более сложная система (адгезивная система 4-го поколения) обеспечить такие же результаты, как и более простые системы (7-го поколения) благодаря лучшей адгезивной основе первой. [3]

Другим фактором, способным повлиять на клинически характеристики, является протравливающая активность различных субстратов. Дентинные адгезивы используются в области не только дентина, но и эмали. В ряде исследований было показано, что адгезивные системы 4-го и 5-го поколения с отдельным этапом протравливания позволяют получить лучшую адгезию к эмали по сравнению с адгезивами 6-го и 7-го поколений. Это объясняют тем, что кислотное протравливание эмали 30 или 40%-ной фосфорной кислотой более эффективно, чем протравливание при использовании адгезивов 6-го и 7-го поколений. [4] Таким образом, изучение особенностей применения адгезивных систем позволяет определить степень зависимости адгезии от субстрата или адгезивной системы, а также существование между ними взаимосвязи.

В данном исследовании была предпринята попытка подтверждения гипотезы о том, что простые в применении адгезивные системы 7-го поколения более эффективны в практике неопытных пользователей, чем более сложные адгезивы 4-го поколения. Кроме того, в исследовании сравнили эффективность адгезии систем 7-го и 4-го поколений. [5]

Материалы и методы

В исследовании использовали три адгезивные системы (МА, МВ и МС) (Табл. 1). Перед нанесением адгезива МА проводили протравливание гелем 40%-ной фосфорной кислоты (Gel Etchat (Kerr), который входит в набор адгезивной системы). Адгезивная система МС была расфасована во флаконы.

Подготовка зубов

Для исследования использовали 108 моляров, которые собрали из нескольких стоматологических клиник: и возраст, и причина удаления зубов были неизвестны.

Все зубы сначала погружались в супергипс (Альфа-рок IV класс;), оставляя вестибулярные поверхности слегка открытыми. После отвердевания гипса гипсовые поверхности с открытыми эмалевыми поверхностям обрабатывали наждачной бумагой (зернистость 600) до обнажения больших плоских эмалевых поверхностей, площадь которых превосходила площадь поверхности, необходимую для достижения адгезии между зубом и композитом. Все зубы (108) распределили на 12 групп по 9 зубов в каждой. Группы распределили между 12 участниками исследования.

После завершения адгезивных манипуляций на эмали и исследования зубов эмаль сошлифовывали до обнажения плоских дентинных поверхностей внешней трети дентина. Затем проводили адгезивные процедуры в области дентина, после чего зубы извлекали из гипса и снова фиксировали в гипсе, оставляя открытыми оральные поверхности, которые затем обрабатывали наждачной бумагой. После проведения адгезивных процедур и оценки зубов эмалевые поверхности сошлифовывали до обнажения плоских дентинных поверхностей. При использовании описанной процедуры можно в одном зубе дважды оценить адгезию к эмали и дважды — адгезию к дентину. [6]

Адгезивные процедуры

Перед началом проведения адгезивных процедур участникам продемонстрировали особенности использования аппликаторов, воздуха, воды и инструментов для нанесения композита, а также полимеризирующей лампы. Затем участникам предоставили инструкции по проведению адгезивных процедур.

После знакомства с инструкциями ни одному участнику не потребовались дополнительные пояснения. Участникам предложили начинать с одной адгезивной системы при проведении первой адгезивной процедуры, для второй процедуры использовать второй адгезив, для третьей — третью систему. Затем последовательность рекомендовали повторить.

Сначала на поверхность зуба наносили адгезив, который затем полимеризовали. После этого на поверх-

Таблица 2. Результаты анализа GLM

Источник	DF	Тип I SS	Среднеквадратичное значение	Значение F	Pr > F
Продукт	2	2334,035556	1167,017778	22,21	<0,0001
Субстрат	1	505,484468	505,484468	9,62	0,0021
Имя	11	1275,777292	115,979754	2,21	0,0137
Прод*Субстр	2	1481,877963	740,938981	14,10	<0,0001
Прод*Имя	22	2574,321111	117,014596	2,23	0,0014
Субстр*Имя	11	433,378032	39,398003	0,75	0,6902
Прод*Субстр*Имя	22	1676,452037	76,202365	1,45	0,0881

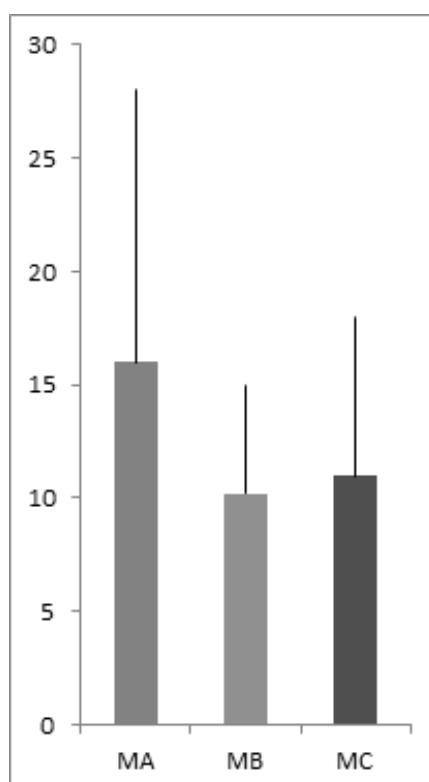


Рис. 1. На диаграмме представлены среднее значение силы адгезии и стандартные отклонения для трех дентинных адгезивов. Каждый столбик (n=144) представляет собой адгезию как к эмали, так и к дентину (72 дентинных и 72 эмалевых образца в каждом) и базируется на среднем показателе для всех 12 пользователей

ность, на которую предполагается нанести композит, устанавливали диск из нержавеющей стали (форму) с отверстием в центре (диаметр 3,0 мм). Внешний диаметр этого диска составил 13,0 мм, а толщина — 2,0 мм. Центральное отверстие служило формой для композита.

После установки диска наносили и полимеризовали композитный материал, как это описано в инструкции. Для всех адгезивных процедур использовали один и тот же композитный материал цвета A2 (Estelite Sigma Quick, Tokuyama Dental). Для полимеризации использо-

вали лампу Led B Woodpecker (Китай) с плотностью светового потока, составляющей 420 мВт/см².

По окончании адгезивных процедур металлические формы оставались на поверхностях зубов, а образцы переносили в водопроводную воду с температурой 37 °C и хранили в ней в течении 24 часов.

Процедура тестирования

Через 24 часа хранения в воде образцы фиксировали к устройству для определения прочности адгезии

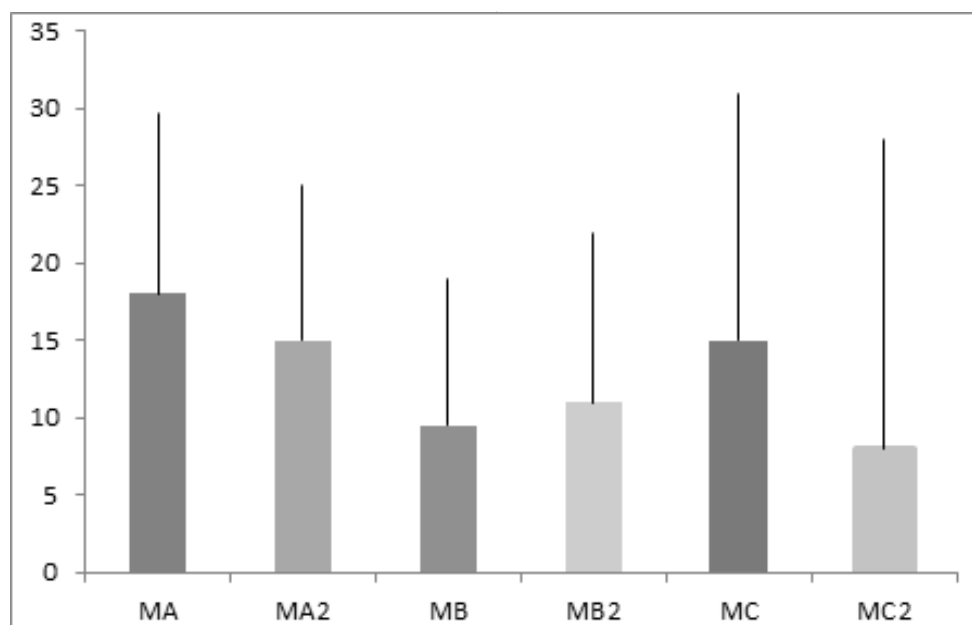


Рис. 2. На диаграмме представлены среднее значение и стандартные отклонения для трех адгезивов при адгезии к эмали и дентину. Каждый столбик (n=72) представляет собой среднее значение для 12 пользователей

MA — дентин; MA2 — эмаль; MB — дентин; MB2 — эмаль; MC — дентин; MC2 — эмаль

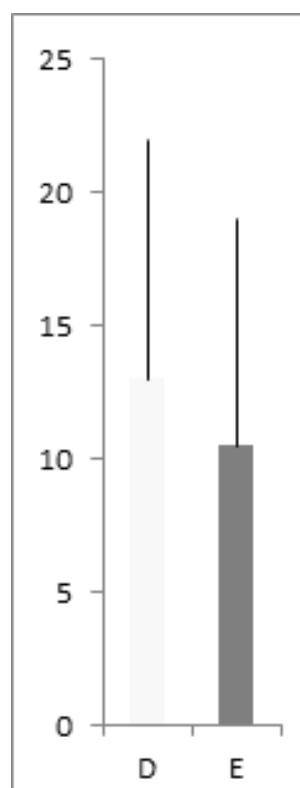


Рис. 3. На диаграмме представлены среднее значение и стандартные отклонения силы адгезии к эмали и дентину. Каждый столбик (n=216) представляет собой среднее значение для всех трех продуктов и всех 12 пользователей

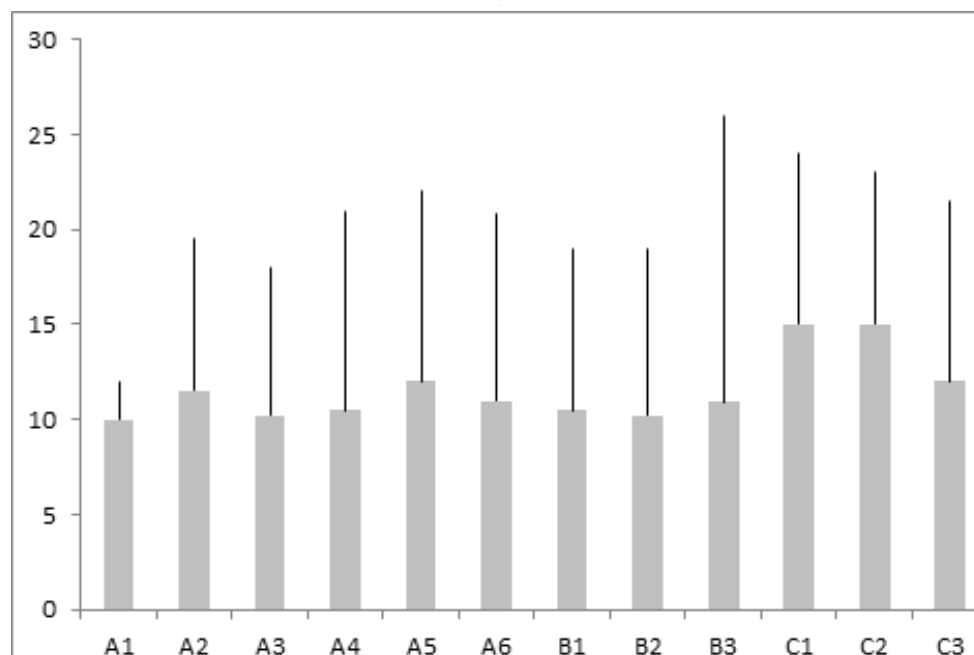


Рис. 4. На диаграмме представлены среднее значение и стандартные отклонения для 12 пользователей. Каждый столбик ($n=36$) представляет собой комбинированное среднее значение прочности на сдвиг трех адгезивных систем при использовании на эмали (6 образцов) конкретным пользователем: А — группа неопытных пользователей; В — врачи-ординаторы; С — опытные стоматологи

на сдвиг и помещали в универсальный тестирующий аппарат (Instron Model 1125). Тестирование проводили при скорости ползуна 0,5мм/мин до скола. Прочность адгезии на сдвиг проверяли путем деления нагрузки в момент возникновения скола на площадь поперечного сечения адгезивного образца.

Статистическая оценка

Статистический анализ проводили с помощью трехвариантного анализа PROC GLM (SAS Institute). Три переменными являлись продукты, субстраты и пользователи, а также взаимодействие между этими тремя переменными. Достоверность при проведении всех тестов составила 95%. Кроме указанного выше анализа, были проведены одновариантные анализы GLM с целью определения различий между группами неопытных (группа А) и опытных (группа В и С), также между всеми тремя группами.

Результаты

Результаты анализа GLM (Табл. 2) показывают, что наиболее значимой переменной являлся используемый продукт. Из трех тестируемых адгезивов лучшие результаты показал продукт МА (Рис. 1).

Статистически значимых различий между адгезивами МВ и МС не отметили. Большое стандартное отклонение отчасти связано с повреждениями, возникающими при хранении в воде или извлечении из нее, также при установке в аппарат.

Вторым по значимости фактором являлось взаимодействие между продуктом и субстратом, следующим — различие субстратов (Рис. 2).

Сравнение различных адгезивов и субстратов показало, что адгезивы МА и МС имеют лучшую адгезию к дентину, чем к эмали. Сила адгезии к дентину адгезива МС превышала в 1,6 раза таковую адгезива МВ была в 1,4 раза выше, чем у МС. Из этих трех адгезивных систем лучшие результаты показала система МА.

Несколько неожиданным оказался тот факт, что при сравнении адгезии к эмали и дентину независимо от используемой адгезивной системы, сила адгезия к дентину была значительно выше, чем к эмали (Рис. 3). Однако эти результаты необходимо сравнивать с данными, представленными на Рис. 2. Адгезивные системы МА и МС показали лучшие результаты адгезии к дентину, чем эмали, а МВ — наоборот, лучшие результаты адгезии к эмали. Следовательно, Рис. 2 и 3 показывают, что адгезия к дентину зачастую лучше, чем к эмали, од-

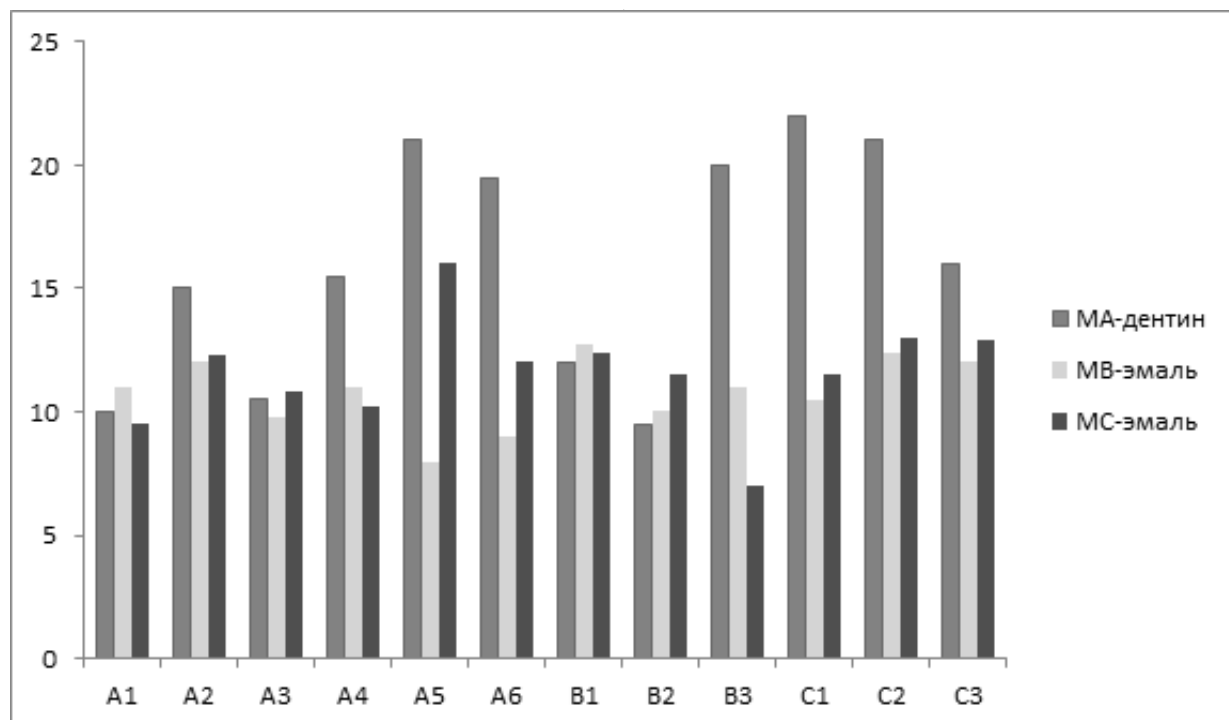


Рис. 5. На схеме представлены среднее значения и стандартные отклонения для каждого пользователя и адгезива. Каждый столбик (n=12) представляет собой суммарные значения силы адгезии к эмали и дентину.

нако среди различных адгезивных систем бывают и исключения.

Сравнение различных групп пользователей (Рис. 4) не показало значительных различий между группой лиц, не имеющими опыта работы с адгезивными системами (А), и пользователями, имеющими такой опыт (группы В и С). Однако сравнение всех групп продемонстрировало, что в группе С результаты значительно лучше, чем в группах А и В, в то время как между группами А и В отличий не наблюдалось.

При сравнении результатов, полученных различными группами пользователей, становится очевидным, что квалификация пользователей также влияет на результаты (см. Рис. 4).

Из всех пользователей в группах С1 и С2 была достигнута более высокая сила адгезии, а в группа А1 и А3 — самая низкая.

При анализе взаимодействий между пользователем и продуктом были получены и другие интересные результаты (Рис. 5). Так, у пользователей А1 и А3 отмечались самые низкие суммарные показатели силы адгезии, а С1 и С2 — самые высокие. У пользователей А1 и А3 показатели силы адгезии при использовании адгезивов

МВ и МС были незначительно ниже, чем у пользователей С1 и С2.

Взаимодействия становятся еще более сложными при анализе продукта, субстрата и пользователя (Рис. 6). Например, у пользователя С3 сила адгезии составила 9,8 МПа при использовании адгезива МА, в то время как при использовании адгезива МС сила адгезии к дентину составляла 18,3 МПа. Сила адгезии к эмали у пользователя С3 при использовании адгезива МА составила 20,8 МПа, а при МС — 8,1 МПа.

Все образцы разрушались по так называемому адгезивному типу.

Обсуждение

Результаты показывают, что для каждой группы характерно большое стандартное отклонение.

Отклонения в большей степени связаны с разрушением образцов при низких нагрузках или до начала исследования в тестирующем аппарате.

Несмотря на предупреждение пользователей о необходимости плотного прижимания круглого металлического блока к срезу тканей зуба в процессе нанесения

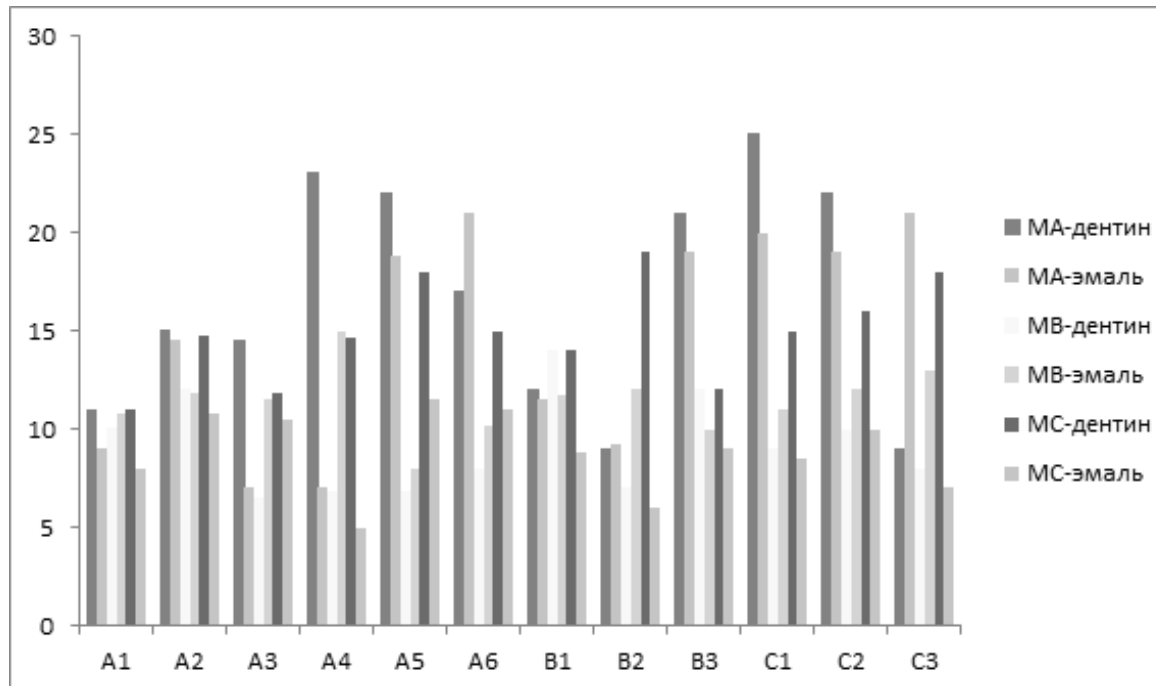


Рис.6. Столбики (6 образцов для каждого столбика) демонстрируют среднее значение и стандартные отклонения для каждого пользователя, адгезива и субстрата

композита, нельзя исключать вероятности разрушения некоторых образцов из-за неустойчивого положения блока при нанесении материала. Однако в исследованиях, в которых металлические блоки фиксировали к зубам во время проведения адгезивных процедур с помощью металлического зажима, не было выявлено статистически значимых различий по сравнению с незафиксированными металлическими блоками. Поэтому в данном исследовании зажимы не использовали.

В данном исследовании для фиксации зубов вместо композита химического отверждения использовали гипс. Преимущества гипса заключаются в отсутствии проникновения композитной смолы в ткани зуба, отсутствии формирования смазанного слоя на срезанной поверхности срезанного зуба в процессе шлифования, меньшем выделении тепла при отверждении и более простом удалении зубов из окружающего материала. Последнее является самым большим преимуществом, поскольку позволяет использовать противоположную поверхность зуба для изучения силы адгезии. Это особенно важно, принимая во внимание сложность выбора большого числа удаленных зубов, для исследования, подобного данному. Значительные различия между первичной и повторной фиксацией зубов выявлены не были.

Несмотря на большие стандарты отклонения, результаты убедительно показывают существование

значительных различий между тремя тестируемыми продуктами. Система 4-го поколения (МА) явно превосходит две адгезивные системы 5-го 7-го поколения (МВ и МС), что может быть обусловлено различными механизмами протравливания и диффузии мономера. В случае адгезива 4-го поколения проводится отдельная процедура протравливания, после чего поверхность моют водой и смывают осажденные компоненты, образующиеся при протравливании. После протравливания и промывания в качестве праймера наносят относительно нейтральный мономер, который пропитывает протравленную поверхность. Вследствие этого облегчается диффузия праймера и улучшается микромеханическая ретенция. Адгезивы 5-го и 7-го поколения являются самопротравливающими. Во время протравливания поверхности кислотный мономер получает отрицательный заряд. Отрицательно заряженные цепочки могут в свою очередь прицепляться к положительно заряженным участкам, находящимися по соседству, что мешает молекулам кислоты проникать вглубь тканей зуба. Из-за повышения молекулярной массы молекулы кислоты и введения более кислых групп в основную структуру молекулы — вероятность раннего взаимодействия с положительно заряженными частицами еще более возрастает, что еще больше тормозит и диффузию. [7]

Результаты показали, что сила адгезии к дентину была выше, чем к эмали, по крайней мере, для адге-

живной системы 4-го поколения и (МС) адгезива 7-го поколения. Адгезив 7-го поколения (МС) имел лучшую адгезию к эмали, чем к дентину. Эти свидетельства о том, что, несмотря на использование гидрофильных систем, может быть достигнута лучшая адгезия к эмали (по крайней мере, для адгезивной системы 4-го поколения), если удалить воду перед проведением адгезивных процедур и не использовать праймер. При применении праймера, такого как НЕМА, более слабая смола пропитывает частично деминерализованную эмалевую поверхность. Во время тестирования на данную область оказывается давления, что приводит к образованию трещин в этом слое, поскольку сохранившиеся хрупкие структуры гидроксиапатита слабо поддерживаются низкомолекулярным НЕМА, который может сохранять некоторое количество воды. С этой точки зрения адгезия к дентину имеет более благоприятные условия в отношении распределения нагрузки по границе между композитом и поверхностью дентина. При адгезии к дентину праймер и адгезив пропитывают коллагеновый слой. Так как коллаген является менее хрупким, чем гидроксиапатит эмали, в гибридном слое трещины не возникают с такой легкостью, как на границе композита с эмалью. [8]

Различное поведение двух адгезивов 5-го и 7-го поколения и их взаимодействия с эмалью и дентином может быть обусловлено различными составами этих материалов. В одной системе используются более мелкие кислые молекулы мономера, чем в другом. Более мелкие молекулы могут быть более эффективными для протравливания эмали и дентина. Механизм действия такой системы в большей степени похож на систему 4-го поколения. Система с более длинными молекулами кислотного мономера может быть не настолько эффективной при протравливании более глубокий участков из-за указанных выше особенностей диффузии. Следовательно, такая система может менее эффективно пропитывать коллаген, что снижает ее эффективность в отношении дентина. С другой стороны, более поверхностное протравливание и менее глубокое проникновение мономера в совокупности с большим числом заряженных участков в основной структуре объясняют более высокую эффективность такой адгезивной системы в отношении эмалевой поверхности. [9]

При изучении различных групп пользователей было выявлено значительных различий между группами неопытных (А) и опытных (В + С) пользователей. Однако при разделении группы опытных пользователей на группы В и С было выявлено, что группа С получила значительно более высокие результаты силы адгезии, чем группы А и В. Результаты, полученные в данном исследовании группой пользователей не имеющих опыта работы со стоматологическими адгезивами (А),

не подтвердили гипотезу, что адгезивные системы 5-го и 7-го поколения, благодаря простоте использования, обеспечивают лучшие результаты, чем адгезивы 4-го поколения, в руках неопытных пользователей. В то же время мы не можем опровергнуть заявление, что адгезивные системы 5-го и 7-го поколения в меньшей степени чувствительны к технике применения. Если чувствительность к технике применения подразумевает, что, независимо от того, как используется продукт, будет достигнута приемлемая адгезия, то большая вариабельность между различными продуктами, выявленная в данном исследовании, говорит о том, что мы все еще далеко от этой цели. В нашем исследовании пользователи четко следовали инструкции, и, несмотря на ту стандартизацию, вариабельность все же была высокой. Было выявлено, что при данных условиях адгезивной системы 4-го поколения показывают лучшие результаты, чем тестируемые системы 5-го и 7-го.

Переменные величины, являющиеся причиной этих различий, в настоящее время неизвестны, но могут включать в себя разную степень высушивания воздухом, разное давление воды при промывании, разный угол полимеризации и, наконец, одно из самых главных различий — разные методики нанесения композитного материала. На последнем пункте необходимо сделать особый акцент, так как, по нашим наблюдениям, разные пользователи по-разному справляются со свойством композита прилипать к инструменту. Например, один пользователь может оторвать от поверхности уже адаптированную к ней порцию композита, создавая щель на границе между материалом и тканями зуба, а другой интуитивно избежит этой ошибки.

Существует непосредственная взаимосвязь между пользователем, адгезивной системой и субстратом, что делает невозможным определение универсального адгезива. В настоящее время неизвестно, чем обусловлена эта взаимосвязь. Кроме того, это подтверждает необходимость уменьшения вариабельности техники применения адгезивов. Для определения предсказуемости адгезивной системы или процедуры нанесения и адаптации композита должны быть проведены дополнительные исследования. [10]

Выводы

Полученные результаты позволяют сделать заключение об отсутствии доказательств, поддерживающих предположение о том, что применение адгезивных систем 5-го и 7-го поколения позволяет получить более высокие результаты, чем адгезивов 4-го. Напротив, следование инструкциям производителя позволяют получить лучшие результаты при исследовании адгезивных систем 4-го поколения по сравнению с системами 5го и 7-го по-

коления. С точки зрения субстрата чаще получается добиться лучшей адгезии к дентину, чем к эмали, однако выбор адгезива в некоторых случаях позволяет добиться обратного результата. Эти данные очень важны, так как они подвергают сомнению общепринятое мнение, что адгезия к эмали является более надежной, чем к дентину.

Полученные данные демонстрируют, что конкретный пользователь может влиять на результат, а так-

же, что существует значительная взаимосвязь между продуктами, субстратами и пользователями. Следовательно, невозможно порекомендовать конкретному пользователю конкретный продукт. Однако результаты, представленные в данной статье, показывают, что из протестированных в нашем исследовании адгезивных систем при соблюдении инструкции по пользованию наиболее часто обеспечивала лучшие результаты система 4-го поколения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Остолоповская О.В., Анохина А.В., Рувинская Г.Р. Современные адгезивные системы в клинической стоматологии // ПМ. 2013. № 4 (72).
2. Удод А.А., Сагунова К.И. Адгезивные системы в реставрационной стоматологии: эволюция и перспективы // Вісник проблем біології і медицини. 2014. № 2.
3. Адамов Павел Геннадьевич, Николаев Александр Иванович, Бирюкова Марина Александровна, Ивкина Наталия Павловна, Сухенко Александра Павловна Исследование прочности связи с дентином различных адгезивных систем // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2014. № 4.
4. Кузнецова, Е.Д. Применение современных адгезивных систем в клинической стоматологии / Е.Д. Кузнецова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 44 (282). — С. 143–147.
5. Зотова А.С., Котукова Ю.А. Адгезивные системы последнего поколения // БМИК. 2016. № 6.
6. Титова Ольга Юрьевна, Меленберг Татьяна Вильгельмовна, Линник Людмила Николаевна, Боева Тахмина Рахимдиловна, Буров Андрей Иванович, Дайронас Сергей Константинович, Дайронас Элла Геннадиевна Адгезивные системы в практике врача-стоматолога // Проблемы стоматологии. 2020. № 1.
7. Асланян М.А., Еремин О.В., Труфанова Ю.Ю., Асланян Мел.А., Еремин А.О., Быкова О.А., Завьялов А.И. Применение адгезивных систем в стоматологии: прошлое и настоящее // Саратовский научно-медицинский журнал. 2018. № 2.
8. Зикеев А.А., Патрушев А.С., Патрушева М.С., Снигур Г.П. Влияние методики адгезивной подготовки на структуру границы дентин-композит при применении адгезивов v поколения // Волгоградский научно-медицинский журнал. 2018. № 2.
9. Жукова Е.С., Токмакова С.И., Бондаренко О.В. Сравнительная оценка краевого прилегания композиционных пломбировочных материалов при различной адгезивной подготовке твердых тканей зуба // Здоровье и образование в XXI веке. 2017. № 10.
10. Жукова Е.С., Токмакова С.И., Бондаренко О.В. Сравнительная оценка краевого прилегания композиционных пломбировочных материалов при различной адгезивной подготовке твердых тканей зуба // Здоровье и образование в XXI веке. 2017. № 10.

© Микляев Станислав Валерьевич (miklaev@mail.ru), Афонина Екатерина Сергеевна (afonina.ekaterina-2012@yandex.ru),
 Сущенко Андрей Валерьевич (avs270270@mail.ru), Соколов Сергей Михайлович,
 Выжанова Алина Алексеевна (alya.vyzhanova@inbox.ru).
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НОВЫЙ МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАЗРУШЕННОЙ КЛИНИЧЕСКОЙ КОРОНКИ БОКОВЫХ ЗУБОВ (КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ)

NEW METHOD OF RESTORATION OF THE DESTROYED CLINICAL CROWN OF LATERAL TEETH (CLINICAL CASE)

N. Musaev

Summary. Introduction. An urgent problem of modern dentistry is the problem of restoring the destroyed clinical crown of the tooth. The share of these diseases in the structure of requests for dental care can reach up to 18%. At the same time, the methods of orthopedic treatment of this pathology proposed to date are not without drawbacks. The aim of this work was to describe and demonstrate by clinical example the method of orthopedic treatment of patients with destroyed clinical crowns of teeth proposed by the authors. Material and methods of research. The paper presents a new method of prosthetic treatment of patients with destroyed clinical crowns of lateral teeth. Prosthetic treatment was conducted in dental clinic "Nadejda". We have carried out prosthetic treatment of 34 patients with destroyed clinical crowns of teeth. For clarity, the article considers an original clinical case of treatment of a patient with destroyed clinical crowns of teeth, to whom a device was manufactured to restore the destroyed crown of lateral teeth. To confirm the effectiveness of the proposed technique, comparative prosthetics of the destroyed tooth of the opposite side was carried out using the classical method (production of a cast stump pin tab with subsequent coating with an artificial crown. Conclusion. 2 years after prosthetics, the patient does not complain. Hermeticism is not broken. Mobility of manufactured orthopedic structures is not observed, there are no ceramic chips. It can be concluded that the use of a device for restoring the destroyed crown of the lateral teeth of the proposed design makes it possible to successfully restore the clinical crowns of destroyed teeth in a relatively short time.

Keywords: destroyed tooth, clinical crown, endocrowns.

Мусаев Нуруз Ширванович

Врач-стоматолог-ортопед ООО «Надежда»;
соискатель Самарский Государственный Медицинский
Университет
musaev163@rambler.ru

Аннотация. Введение. Актуальной проблемой современной стоматологии является проблема восстановления разрушенной клинической коронки зуба. Доля данных заболеваний в структуре обращений за стоматологической помощью может достигать до 18%. При этом, предложенные на сегодняшний день способы ортопедического лечения данной патологии не лишены недостатков. Целью данной работы стало описать и наглядно продемонстрировать на клиническом примере метод ортопедического лечения пациентов с разрушенными клиническими коронками зубов. Материал и методы исследования. В работе представлен новый метод ортопедического лечения пациентов с разрушенными клиническими коронками боковых зубов. Ортопедическое лечение пациентов проводилось на базе стоматологической клиники «Надежда». При помощи предложенного метода было проведено ортопедическое лечение 34 пациентов с разрушенными клиническими коронками зубов. Для наглядности в статье рассмотрен оригинальный клинический случай лечения пациента с разрушенными клиническими коронками зубов, которому было изготовлено устройство для восстановления разрушенной коронки боковых зубов. Для подтверждения эффективности предложенной методики проводилось сравнительное протезирование разрушенного зуба противоположной стороны при помощи классического метода (изготовление литой культевой штифтовой вкладки с последующим покрытием ее искусственной коронкой. Результаты. Спустя 2 года после протезирования пациент жалоб не предъявляет. Герметизм не нарушен. Подвижности изготовленных ортопедических конструкций не наблюдается, поверхностных сколов и трещин нет. Можно сделать вывод, что применение устройства для восстановления разрушенной коронки боковых зубов предложенной конструкции позволяет успешно восстановить клинические коронки разрушенных зубов в относительно короткие сроки.

Ключевые слова: разрушенный зуб, клиническая коронка, эндокоронка.

Актуальной проблемой современной стоматологии является проблема восстановления разрушенных клинических коронок зубов [1,2]. Доля пациентов с данной патологией в структуре обращений за стоматологической помощью может достигать до 18% [3,4]. Наибольшую сложность для протезирования представляют пациенты с низкими клиническими коронками зубов [5,6]. Согласно данным отечественной и зарубежной литературы, низкие и разрушенные клинические коронки могут быть следствием кариозного процесса твердых тканей зуба, повышенной

стираемости зубов, травмы, избыточного препарирования культи зуба при протезировании [7,8,9]. В результате этого при разрушении клинической коронки зуба остается крайне мало места для адекватного ортопедического лечения и восстановления коронковой части зуба.

Для восстановления разрушенной клинической коронки зуба на сегодняшний день предложены различные методы ортопедического и терапевтического воздействия.

Широкое распространение получил метода восстановления коронковой части зуба при помощи светоотверждаемого композитного материала и штифтов из различных материалов [10]. Как правило, на сегодняшний день, врачи-стоматологи применяют стандартные стекловолоконные штифты, которые обладают как хорошими эстетическими показателями, так и высокой эластичностью в комплексе с достаточно высокой прочностью [11]. Однако, согласно исследованиям отдельных авторов, использование данного метода ограничено. Связано это в основном с возникновением полимеризационного стресса в композитном материале, усадкой материала, разницей коэффициентов термического расширения композита и тканей зуба, а также возникновением вторичного кариеса и недостаточная устойчивость изготовленной конструкции к механическим нагрузкам, что приводит к неудовлетворительным результатам лечения [12,13].

Еще одним распространенным методом является изготовление литой культевой штифтовой вкладки с последующим покрытием ее искусственной коронкой. Многие авторы считают данную методику «золотым стандартом», поскольку ее применение позволяет добиться наиболее стабильного и прогнозируемого результата восстановления коронок разрушенных зубов [14,15]. Однако, данная конструкция также не лишена недостатков. Так, при низкой клинической коронке зуба, часто наблюдается нарушение фиксации изготовленной искусственной коронки. Помимо этого, для изготовления покрывающей искусственной коронки на вкладку необходимо дополнительно снять оттиски, изготовить и примерить коронку, а затем зафиксировать ее на цемент, что увеличивает время протезирования пациента и финансовые затраты [16].

Цель

Целью данной работы стало описать и наглядно продемонстрировать на клиническом примере метод ортопедического лечения пациентов с разрушенными клиническими коронками зубов.

Материал и методы исследования

Описываемое исследование проводилось на базе стоматологической клиники «Надежда». Предложенные конструкции были изготовлены 34 пациентам с разрушенными клиническими коронками зубов.

Пациенту с разрушенной коронковой частью зуба до начала ортопедического лечения проводят терапевтическую подготовку: девитализируют зуб (если он живой), пломбируют корневые каналы и восстанавливают утраченные ткани при помощи Core-композита на уровне

оставшихся стенок клинической коронки зуба, не восстанавливая её анатомическую форму. Минимальный объем сохранившихся тканей клинической коронки зуба должен не менее 2 мм в высоту и не менее 1 мм в толщину. Подготовленный таким образом зуб препарировать следующим образом: иссекают ткани зуба и композит с окклюзионной поверхности зуба до создания ровной горизонтальной площадки, при этом высота полученной культи должна быть не менее 2 мм; затем формируют полость в зубе, придавая ей форму обратного усеченного конуса с закругленным по периметру основанием. Глубина полости должна быть не менее 4 мм, а толщина стенок не менее 2 мм. Причем боковые стенки полости должны иметь угол расхождения 3–4°. На оральной стенке горизонтальной опорной поверхности зуба дополнительно препарируют направляющий паз радиусом в 1 мм для точной припасовки и фиксации изготавливаемой конструкции. После придания полости зуба окончательной формы, ее полируют резиновыми головками и получают оттиски с челюстей при помощи силиконового материала, отливают модели. Определяют цвет будущей реставрации

Устройство для восстановления разрушенной коронки боковых зубов (Заявка на Патент РФ № 2022115552) изготавливают из диоксида циркония методом фрезерования. Цвет полученной конструкции индивидуализируется при помощи различных красителей.

При припасовке устройства сначала на модели челюсти проверяют плотность и равномерность контактов на участках соприкосновения с твердыми тканями зуба и пломбирочным материалом, после чего приступают к фиксации в полости рта.

Представленный клинический случай наглядно демонстрирует эффективность применения предложенной конструкции при восстановлении разрушенной клинической коронки зуба.

Пациент А., 27 лет (рис. 1) обратился на базу кафедры ортопедической стоматологии с жалобами на неудовлетворительную композитную реставрацию, дефект твердых тканей зуба 3.6. Помимо этого пациент предъявляет жалобы на постоянные сколы композитной реставрации в области зубов 3.5., 4.6.

Пациенту поставлен диагноз: Дефект твердых тканей зуба 3.6 и 4.6, ИРОПЗ по В.Ю. Миликевич — 0,8. Дефект твердых тканей зуба 3.5, ИРОПЗ — 0,4.

Пациенту предложено изготовить устройство для восстановления разрушенной коронки боковых зубов на зуб 3.6. Зуб 4.6. было решено восстановить при помощи, литой культевой штифтовой вкладки с последующим покрытием коронкой из диоксида циркония, а на зуб 3.5



Рис. 1. Фото пациента А., 27 лет, до начала ортопедического лечения

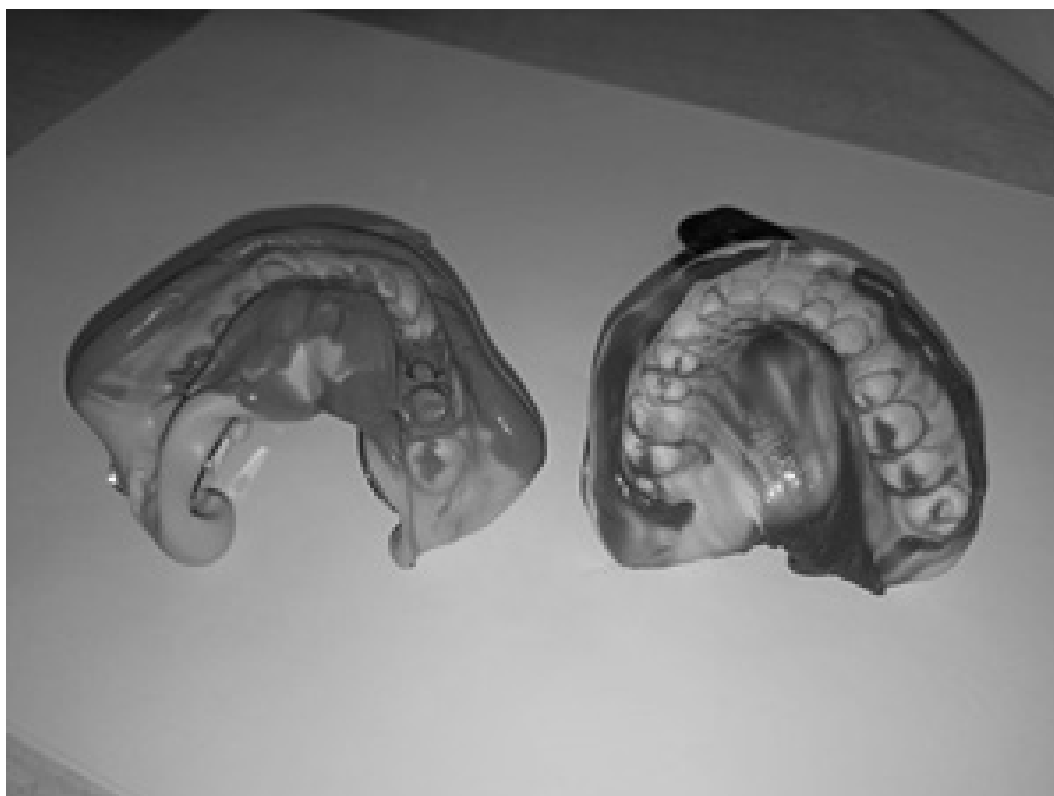


Рис. 2. Оттиски верхней и нижней челюсти после проведенного препарирования зубов

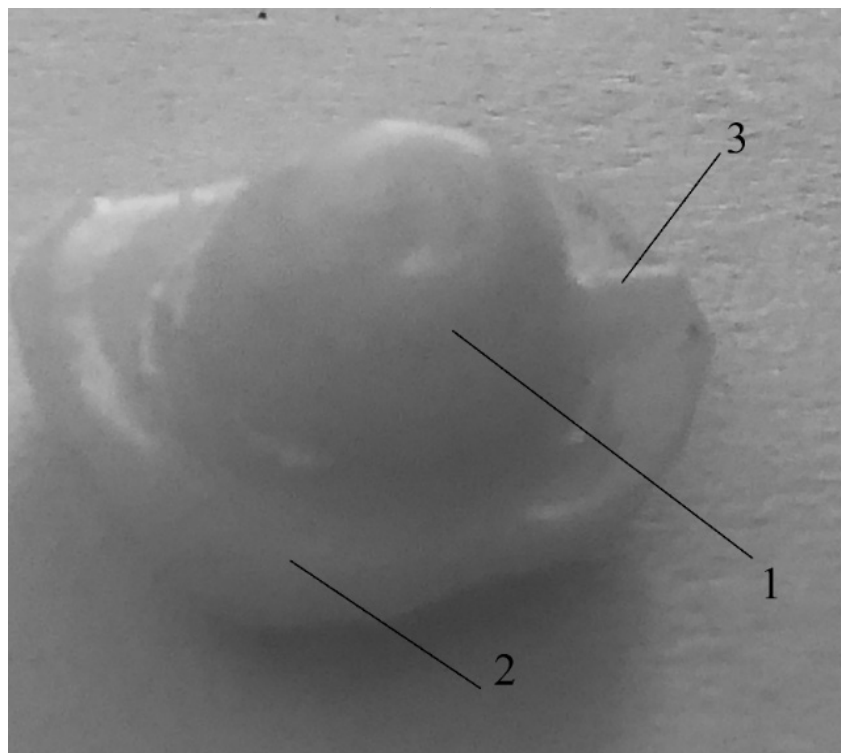


Рис. 3. Фото готового устройства для восстановления разрушенной коронки боковых зубов: 1- фиксирующая часть, 2-восстанавливающая часть, 3-направляющий выступ.



Рис. 4. Припасовка на гипсовой модели готового устройства для восстановления разрушенной коронки боковых зубов на зуб 3.6.



Рис. 5. Фото пациента А., 27 лет, после проведенного ортопедического лечения

изготовить керамическую вкладку типа Onlay. После проведенного терапевтического лечения и восстановления культи зуба при помощи Core-композиата, проведено препарирование твердых тканей зуба под предложенную конструкцию, получены оттиски с верхней и нижней челюсти при помощи силиконового материала (рис. 2).

После отливки гипсовых моделей проведено их сканирование в аппарате Medit T310. После моделирования устройства для восстановления разрушенной коронки боковых зубов (рис. 3) проведено его изготовление методом фрезерования из блока IPS e.max CAD CEREC/inLab MT.

После обработки и индивидуализации изготовленной конструкции проводим ее припасовку на гипсовой модели (рис. 4) и в полости рта.

После припасовки ортопедическую конструкцию фиксируют в полости рта по стандартному адгезивному

протоколу на композитный цемент двойного отверждения (рис. 5). В данном клиническом случае фиксацию осуществляли на композитный цемент NX 3 (Kerr), адгезив Optibond Solo+ (Kerr).

Спустя 2 года после протезирования пациент жалоб не предъявляет. Герметизм не нарушен. Подвижности изготовленных ортопедических конструкций не наблюдается, поверхностных сколов и трещин нет.

Заключение

В результате проведенного лечения можно сделать вывод, что применение для устройства восстановления разрушенной коронки боковых зубов позволяет успешно восстановить клинические коронки разрушенных зубов в относительно короткие сроки. При этом срок службы и надежность конструкции не уступает классической конструкции, литой культевой штифтовой вкладки в комбинации с искусственной коронкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евтухов В.Л., Максимович Е.В., Рутковская И.Л. Стоматология. Эстетика. Стоматология. 2021. 5(4): 368–372.
2. Митин Н.Е., Мишин Д.Н., Егоркина М.А. Клинический случай восстановления разрушенной коронковой части зуба, осложненной изменениями в области бифуркации. Казанский медицинский журнал. 2018. 99 (5): 825–828.

3. Нестеров А.М., Садыков М.И., Сагиров М.Р. Анализ ортопедического лечения пациентов культевыми штифтовыми вкладками с искусственными коронками по данным архивных материалов крупной стоматологической поликлиники. *The Scientific Heritage*. 2021. 76–1: 17–20.
4. Шумилов Б.Р., Иванов С.Г., Ермилов Д.А. Прямая постэндодонтическая реставрация зубов с использованием core-композиатов и стекловолоконных штифтов морфологические аспекты (Исследование In Vitro). *Эндодонтия Today*. 2022. 20 (1): 20–27.
5. Михальченко Д.В., Данилина Т.Ф., Верстаков Д.В. Протезирование зубов с низкой коронкой несъемными мостовидными протезами. *Фундаментальные исследования*. 2013. 9(6): С. 1066–1069.
6. Садыков М.И., Эрtesян А.Р. Современные аспекты протезирования больных с низкими и разрушенными клиническими коронками зубов (обзор литературы). *Аспирантский вестник Поволжья*. 2015. 1–2:174–181.
7. Sequeira-Byron P., Fedorowicz Z., Carter B. Single crowns versus conventional fillings for the restoration of root-filled teeth. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015. 9: 90–93.
8. Нестеров А.М., Садыков М.И., Матросов В.В. Новое в ортопедическом лечении пациентов при отсутствии клинической коронки премоляров и передних зубов. *Медико-фармацевтический журнал «Пульс»*. 2020. 22(4): 67–73.
9. Старченко В.И., Скориков В.Ю. Особенности ортопедического лечения пациентов с низкой коронковой частью зуба. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2014. 2–1: 172–175.
10. Pontoriero D.I.K., Grandini S., Spagnuolo A.G. et al. Clinical Outcomes of Endodontic Treatments and Restorations with and without Posts Up to 18 Years. *J Clin Med*. 2021. 10(5): 908–914.
11. Новак Н.В. Применение штифтов различного типа при реставрации коронки зуба (Обзор) / Н.В. Новак // *Стоматологический журнал*. — 2018. — Т. 19. — №. 4. — С. 288–293.
12. Lazari P.C. Survival of extensively damaged endodontically treated incisors restored with different types of posts-and-core foundation restoration material. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2018. 119(5): 769–776.
13. Николаев А.И., Глебова Д.А., Орехова Н.С. Постэндодонтическая реставрация зубов: биомеханические, технологические и клинические аспекты. *Институт стоматологии*. 2018. 80: 56–58.
14. Постников М.А., Нестеров А.М., Трунин Д.А. Возможности диагностики и комплексного лечения пациентов с дисфункциями височно-нижнечелюстного сустава. *Клиническая стоматология*. 2020. 1: 60–63.
15. Хабазде З.С., Даврешян Г.К., Терехов М.С. Физико-химические условия долгосрочного функционирования реставраций с каркасом из диоксида циркония: обзор литературы. *Медицинский алфавит*. 2019. 1(5): 48–51.
16. Ardila C.M. Efficacy of CAD/CAM Technology in Interventions Implemented in Orthodontics: A Scoping Review of Clinical Trials. *Biomed. Res. Int*. 2022. 2: 531–535.

© Мусаев Нуруз Ширванович (musaev163@rambler.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Самара

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИЧНОСТИ ПАЦИЕНТОВ В ПОСТКОВИДНОМ ПЕРИОДЕ

PSYCHOLOGICAL FEATURES OF THE PERSONALITY OF PATIENTS IN THE POSTCOVID PERIOD

**A. Oskolkova
T. Bogdanova
M. Polidanov
I. Kondrashkin
V. Blinova
V. Karsakov
E. Lyapina**

Summary. The paper examines the psychological characteristics of patients during the recovery period after a coronavirus infection (COVID-19) from the standpoint of their stress resistance, the construction of stress-overcoming behavior and the presence of alexithymicity of varying degrees of severity. It is shown that persons in the sand-like period who assess their well-being as unsatisfactory were unproductive in the formation of protective and compensatory behavior. It was found that in patients who had suffered a coronavirus infection, with a low level of stress tolerance, unproductive coping behavior and the highest proportion of alexithymicity in their personal radical, the infection itself was more severe and its complications occurred more often. This group of patients needs psychological correction of the changes established in them.

Keywords: transferred new coronavirus infection, postcovid period, psychological characteristics of personality, stress resistance, alexithymicity, coping behavior.

Осколкова Анна Ивановна

Д.м.н., профессор

Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского

Богданова Татьяна Михайловна

К.м.н., доцент

Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского

Полиданов Максим Андреевич

Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского

maksim.polidanoff@yandex.ru;

Кондрашкин Иван Евгеньевич

Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского

Блинова Виктория Викторовна

К.м.н.

Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского

Карсаков Вадим Александрович

ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского

Ляпина Елена Павловна

Д.м.н., профессор

Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского

Аннотация. В работе рассматриваются психологические особенности пациентов во время восстановительного периода после перенесенной коронавирусной инфекции (COVID-19) с позиции их стрессоустойчивости, построения стресс-преодолевающего поведения и наличия алекситимичности различной степени выраженности. Показано, что лица в постковидном периоде, оценивающие свое самочувствие как неудовлетворительное, были непродуктивны при формировании защитно-компенсаторного поведения. Установлено, что у пациентов, перенесших коронавирусную инфекцию, с низким уровнем стрессоустойчивости, непродуктивным копинг-поведением и наибольшим удельным весом алекситимичности в их личностном радикале, сама инфекция протекала тяжелее и осложнения ее возникали чаще. Данная группа больных нуждается в психологической коррекции установленных у них изменений.

Ключевые слова: перенесенная новая коронавирусная инфекция, постковидный период, психологические особенности личности, стрессоустойчивость, алекситимичность, копинг-поведение.

Введение

На сентябрь 2022 года в мире насчитывалось более 600 миллионов случаев заболеваний новой коронавирусной инфекцией (COVID-19). Более 6 миллионов людей погибло с начала пандемии. Подавляющее большинство больных COVID-19 выздоровело, однако у многих проявления произошедших в организме изменений сохраняются неопределенно длительное время. В связи с этим появился новый тер-

мин — «постковидный период» (англ. Post-COVID-19 period), также известный как Long Covid, во время которого могут появляться различные симптомы, продолжительностью до 12 недель или (примерно у 2,3% больных) больше. На сегодняшний день нет четких данных о частоте развития возможных клинических проявлений, являющихся следствием коронавирусной инфекции. В различных публикациях указывается, что ими страдают от 20% до 100% пациентов, перенесших COVID-19 [1]. Эти проявления могут появляться в раз-

Характеристика обследованных больных

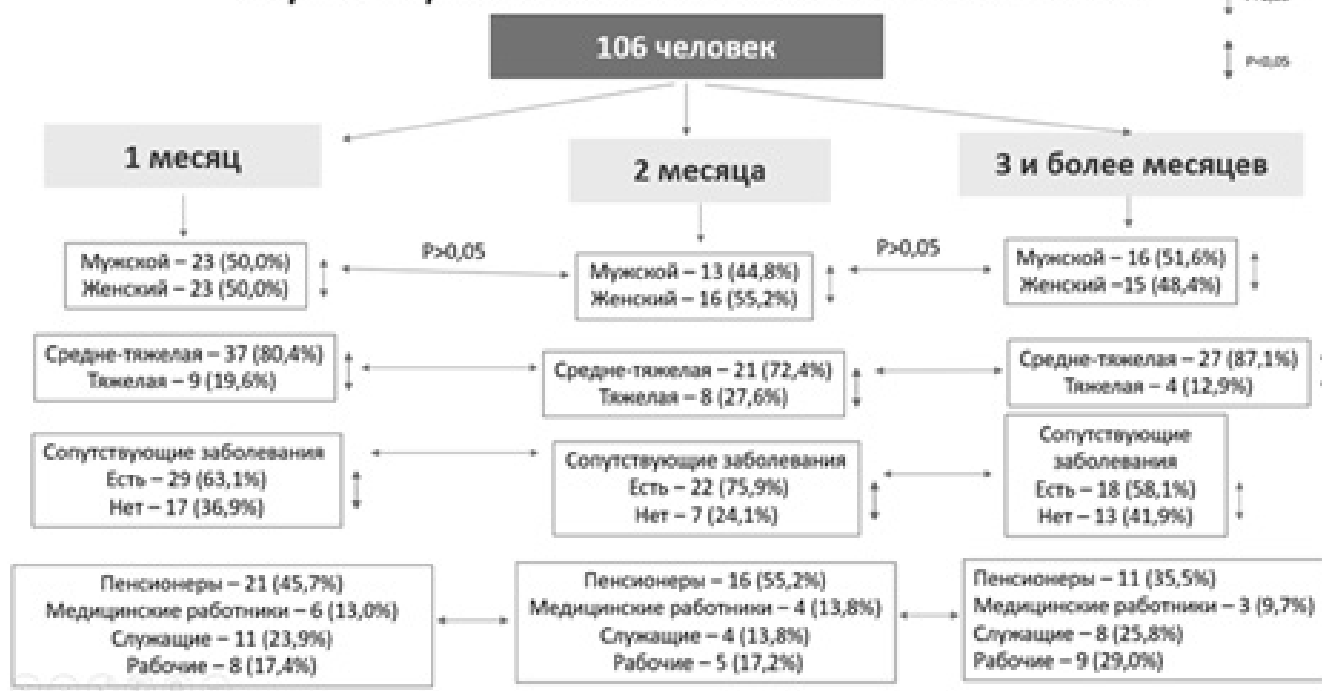


Рис. 1. Краткая характеристика обследуемых больных

ные сроки, причем их развитие не зависит от тяжести перенесенного заболевания и может сопровождать даже легкие формы болезни [2, 3].

SARS-CoV-2 поражает не только дыхательную, но и центральную и периферическую нервную системы, что может сопровождаться появлением острых неврологических симптомов, которые, как правило, утяжеляют течение заболевания [4]. Сообщалось о нескольких постинфекционных, предположительно аутоиммунных осложнениях после COVID-19, таких как хроническая усталость и ортостатическое головокружение, которые соответствуют ортостатическому гипоперфузионному синдрому [5].

Особое место занимают психологические нарушения у больных в постковидном периоде (ПКП): тяжелые психические расстройства в очагах инфекции COVID-19; депрессия; тревога; панические атаки; увеличение количества суицидов; декомпенсации характерологических особенностей личности [6, 7]. В свою очередь, дистресс и депрессия ослабляют иммунитет и осложняют течение и прогноз любого соматического заболевания, включая инфекционные [8].

В ходе исследования С.Н. Осколковой [9] было выдвинуто предположение, что психологические и психиатрические расстройства во время пандемии COVID-19

не имеют значительных отличий от наблюдающихся во время других эпидемий и чрезвычайных ситуаций. Автором высказывается мнение, что главной причиной возникновения и развития психолого-психиатрических отклонений во время этой эпидемии является длительная социальная изоляция и постоянное упоминание в масс-медиа о необходимости ее соблюдения [10].

Среди отечественных и зарубежных публикаций, посвященных психологическим нарушениям у пациентов в ПКП, работ о взаимосвязи их уровней устойчивости к действию стрессовых агентов, эффективности формирования копинг-поведения с дифференциацией по сферам (когнитивной, эмоциональной и поведенческой) и отсутствия или наличия алекситимичности различной степени выраженности в личностном радикале с самооценкой самочувствия, степенью тяжести течения инфекции, наличия осложнений нами не было найдено.

Цель

Определение психологических особенностей пациентов во время восстановительного периода после перенесенной коронавирусной инфекции (COVID-19) с позиции их стрессоустойчивости, построения стресс-преодолевающего поведения и наличия алекситимичности в их личностном радикале.

Материалы и методы

Под нашим наблюдением находилось 106 добровольцев мужского (52/49,1%) и женского (54/50,9%) пола, средний возраст которых составил 55,4 (40,3; 65,6) лет, проживающих в городе Саратове и области. Краткая характеристика обследуемых нами лиц в зависимости от продолжительности амбулаторного (постгоспитального) наблюдения представлена на рис. 1.

Для исследования личностных характеристик использовали комплекс психологических тестов: опросники Э. Хайма на формирование копинг-поведения с разделением по сферам (когнитивной, эмоциональной и поведенческой) [11] и С. Субботина [12] — для определения стрессоустойчивости, а также Торонтскую алекситимическую шкалу (ТАШ) [13].

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 1.2.0. Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка (при числе исследуемых менее 50) или критерия Колмогорова-Смирнова (при числе исследуемых более 50). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1-Q3). Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия хи-квадрат Пирсона (при значениях ожидаемого явления более 10). Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью U-критерия Манна-Уитни. Сравнение трех и более групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью критерия Краскела-Уоллиса, апостериорные сравнения — с помощью критерия Данна с поправкой Холма.

Результаты

Анализ острого периода COVID-19 у обследованных больных позволил выявить зависимость тяжести

болезни от гендерной принадлежности ($p < 0,005$), с более тяжелым течением болезни у мужчин; зависимость тяжести болезни от принадлежности к социальной группе ($p = 0,026$), с более тяжелым течением заболевания у пенсионеров; зависимость наличия осложнений от тяжести коронавирусной инфекции ($p = 0,011$) с увеличением их частоты при тяжелой форме COVID-19; увеличение количества койко-дней с ростом тяжести болезни ($p < 0,001$), что согласуется с данными других исследователей.

Независимо от продолжительности восстановительного периода у большинства опрошенных лиц сохранялись жалобы, самыми частыми из которых были затруднение дыхания (86,80%) и кашель (79,20%). Чуть реже встречались слабость (75,50%) и нарушение обоняния (74,50%). У 39,60% пациентов регистрировался субфебрилитет. Эти симптомы не зависели от тяжести новой коронавирусной инфекции, не считая затруднения дыхания, которое беспокоило чаще ($p = 0,012$) больных, перенесших тяжелую форму болезни.

Статистически значимые зависимости были установлены между следующими показателями: значениями стрессоустойчивости по С. Субботину (в баллах) и степенью тяжести коронавирусной инфекции ($p < 0,036$); уровнями стрессоустойчивости по С. Субботину и наличием осложнений ($p < 0,036$); а также характером построения совладающего поведения по сферам и самочувствием пациентов во время опроса (по самооценке) ($p < 0,036$); различными показателями по ТАШ и степени тяжести протекания болезни ($p < 0,036$) (рисунки 2-каковы различия в ПКП особенностей личностного реагирования у лиц, принадлежащих к разным социальным группам;

каков удельный вес в общем массиве психологических изменений отличительных черт, существующих у пациентов в преморбиде, а каков тех, которые являются следствием самой перенесенной коронавирусной инфекции?

Конфликт интересов не заявляется.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kamal, M., Abo Omirah, M., Hussein, A. et al. Assessment and characterisation of post- COVID- 19 manifestations. International journal of clinical practice 2021; 75 (3): e13746.
2. Vink M, Vink-Niese A. Could Cognitive Behavioural Therapy Be an Effective Treatment for Long COVID and Post COVID-19 Fatigue Syndrome? Lessons from the Qure Study for Q-Fever Fatigue Syndrome. Healthcare (Basel). 2020; 8(4): 552. doi: 10.3390/healthcare8040552
3. Yvonne M.J. Goërtz, Maarten Van Herck, Jeannet M. Delbressine et al. Persistent symptoms 3 months after a SARS-CoV-2 infection: the post-COVID-19 syndrome? ERJ Open Res 2020; 6: 00542.
4. Баклаушев В.П., Кулемзин С.В., Горчаков А.А. и соавт. COVID-19. Этиология, патогенез, диагноз и лечение. Клиническая практика 2020; 11 (1): 7–20.

5. Elizabeth Carroll, Henry Neumann, Maria E. Aguero-Rosenfeld et al. Post-COVID-19 inflammatory syndrome manifesting as refractory status epilepticus, *Epilepsia Official Journal of the International League Against Epilepsy* 2020; 61 (10): 135–139.
6. Courtet P, Olié E, Debien C et al. Keep socially (but not physically) connected and carry on: preventing suicide in the age of COVID-19. *J Clin Psychiatry* 2020; 81 (3): 20com13370.
7. Goldberg JF. Psychiatry's niche role in the COVID-19 pandemic. *J Clin Psychiatry* 2020; 81(3): 20com13363.
8. Александровский Ю.А., Чехонин В.П. Клиническая иммунология пограничных психических расстройств. М.: ГЭОТАР-Медиа 2005; ISBN5970401226.
9. Осколкова С.Н. Амбулаторные случаи психических нарушений в период коронавирусной пандемии COVID-19. *Психиатрия* 2020; 18 (3): 49–57.
10. Anurag Kumar Singh, Bharat Bhushan, Anand Maurya et al. Novel coronavirus disease 2019 (COVID-19) and neurodegenerative disorders, *Dermatologic Therapy* 2020; 1: 35–91.
11. Heim E. Coping und Adaptivitat: Gibt es Geeignetes oder Ungeeignetes Coping? *Psychoter Psychosom Med. Psychol* 1988; (1): 8–17.
12. Субботин С.В. Устойчивость к психическому стрессу как характеристика метаиндивидуальности учителя: Дис. канд. психол. наук Пермь 1993; 152.
13. Martinez-Sanchez F. The Spanish version of the Toronto Alexithymia Scale (TAS-20). *Clinica Salud* 1996; 7: 19–32.
14. Кодочигова А.И., Полиданов М.А., Кондрашкин И.Е., Майскова Е.А., Оленко Е.С., Богданова Т.М., Паршина С.С., Лобанов М.Е., Блохин И.С., Синькеев М.С., Джейранова М.О., Киричук В.Ф. Сниженная стрессоустойчивость как один из ключевых психосоциальных факторов кардиоваскулярного риска. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2021; 17 (3): 523–526.
15. Смулевич А.Б. Психосоматические расстройства в клинической практике. М.: МЕДпресс-информ, 2016; 776 с.

© Осколкова Анна Ивановна, Богданова Татьяна Михайловна,
 Полиданов Максим Андреевич (maksim.polidanoff@yandex.ru), Кондрашкин Иван Евгеньевич,
 Блинова Виктория Викторовна, Карсаков Вадим Александрович, Ляпина Елена Павловна.
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



МГУТУ им. К.Г. Разумовского

ТЕЧЕНИЕ ИНТЕРСТИЦИАЛЬНОЙ ВНЕМАТОЧНОЙ БЕРЕМЕННОСТИ У ЖЕНЩИНЫ НА ПОЗДНЕМ СРОКЕ ГЕСТАЦИИ (16–17 НЕДЕЛЬ) — ТРУДНОСТИ ДИАГНОСТИКИ (КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ)

THE COURSE OF INTERSTITIAL ECTOPIC PREGNANCY IN A WOMAN AT LATE GESTATIONAL AGE (16–17 WEEKS) — DIFFICULTIES IN DIAGNOSIS (CLINICAL CASE)

**I. Salov
A. Parshin
M. Polidanov
D. Tyapkina
I. Kondrashkin**

Summary. This article presents a clinical case of an ectopic pregnancy in the interstitial part of the fallopian tube diagnosed at 16–17 weeks' gestation. The peculiarities of this observation are the rare occurrence of tubal pregnancy progression up to the second trimester of gestation, the complexity of diagnosis and the presence of a severe complication in the form of massive internal bleeding. Taking into account the fact that the publications concerning the progression of ectopic pregnancy of such localization to similar terms are few, the described clinical case is of interest in our opinion.

Keywords: ectopic pregnancy, rare forms of ectopic pregnancy, disrupted interstitial ectopic pregnancy, late gestational age, restoration of fertility.

Салов Игорь Аркадьевич

*Д.м.н., профессор, Заслуженный врач России
Саратовский государственный медицинский
университет имени В.И. Разумовского*

Паршин Алексей Владимирович

К.м.н

*Саратовский государственный медицинский
университет имени В.И. Разумовского*

Полиданов Максим Андреевич

*Саратовский государственный медицинский
университет имени В.И. Разумовского
maksim.polidanoff@yandex.ru;*

Тяпкина Дарья Андреевна

*Саратовский государственный медицинский
университет имени В.И. Разумовского*

Кондрашкин Иван Евгеньевич

*Саратовский государственный медицинский
университет имени В.И. Разумовского*

Аннотация. В статье представлен клинический случай эктопической беременности в интерстициальном отделе маточной трубы, диагностированной при сроке гестации 16–17 недель. Особенность данного наблюдения заключается в редкой встречаемости прогрессирования трубной беременности вплоть до второго триместра гестации, в сложности диагностики и наличии тяжелого осложнения в виде массивного внутреннего кровотечения. Учитывая, что публикации, касающиеся развития внематочной беременности такой локализации до аналогичных сроков немногочисленны, описываемый клинический случай на наш взгляд представляет интерес.

Ключевые слова: внематочная беременность, редкие формы внематочной беременности, нарушенная интерстициальная внематочная беременность, поздний срок гестации, восстановление фертильности.

Введение

Внематочная беременность является одним из тяжелых заболеваний репродуктивной сферы, нередко сопровождается массивной кровопотерей, требует неотложного оперативного вмешательства и может привести к утрате репродуктивной функции. В последние годы эта проблема стала очень актуальной, поскольку отмечена тенденция к росту частоты внематочной беременности [1]. По данным разных авторов у 7,5–22% пациенток возможна повторная эктопическая беременность [2]. В России среди всех случаев беременности эктопиче-

ская беременность встречается в 1,4–2% [3,4] По данным мировой статистики частота внематочной беременности составляет от 0,5 до 6% [5]. Пациентки с этой патологией составляют 13,7% больных гинекологических стационаров, нуждающихся в оперативном лечении [4], и 18% госпитализированных по поводу осложнений I триместра беременности [6].

По данным Росстата в 2017 году в структуре материнской смертности внематочная беременность составила 8,1%, в 2018 году этот показатель составил 4,1%, в 2019 году — 4,5%. В абсолютном большинстве случа-

ев причиной смерти явилась массивная кровопотеря. Смерть признана непредотвратимой в 50% случаев и условно предотвратимой в 50% случаев [7]. Согласно данным Creanga [8] частота прервавшейся внематочной беременности как причины материнской смертности составляет 2,7%.

Среди факторов риска внематочной беременности лидирующее место занимают воспалительные заболевания придатков матки, перенесенные хирургические вмешательства, спаечный процесс в малом тазу, внутриматочная контрацепция, бесплодие сроком более 2 лет и др. [9,10,11]. Повышенный риск эктопии плодного яйца нередко связан с применением вспомогательных репродуктивных технологий [12].

В 98% случаев при эктопической беременности плодное яйцо имплантируется в маточной трубе [8]. Беременность в интерстициальном отделе трубы встречается в 2–5% всех случаев трубных беременностей [13]. Диагностика развивающейся интерстициальной беременности основывается на данных ультразвукового исследования — плодного яйца в полости матки нет. оно располагается снаружи в интрамуральной части трубы и окружено миометрием толщиной менее 5 мм. В сомнительных случаях рекомендовано результаты ультразвукового исследования в 2-х измерениях подкрепить трехмерным УЗИ. В алгоритм обследования входит динамическое определение концентрации бета-субъединицы хорионического гонадотропина человека в сыворотке крови. В ряде случаев при сложностях диагностики рекомендовано проведение МРТ [3]. Трубная беременность чаще прерывается при сроке 3,5–5,5 недель [13]. Отчетливая симптоматика при интерстициальной беременности появляется только при прерывании беременности, когда в результате прорастания ворсин хориона в миометрий происходит разрыв плодместилища, а следовательно, и угла матки, приводящий к профузному внутрибрюшному кровотечению [13]. Ранняя диагностика и своевременное лечение пациенток с внематочной беременностью позволяет не только снизить материнскую смертность, но и дает возможность применить малоинвазивные и органосохраняющие виды хирургического лечения.

Цель

Представить клинический случай беременности в интерстициальном отделе маточной трубы, развивавшейся в 16–17 недель гестации и закончившейся разрывом матки в области ее трубного угла и массивным внутренним кровотечением.

На публикацию представляемых данных из истории болезни получено добровольное информированное согласие пациентки.

Клинический случай. Больная А., 26 лет, 9.07.2022 доставлена бригадой скорой медицинской помощи в Городскую клиническую больницу № 1 г. Саратова в тяжелом состоянии с жалобами на резкие боли в нижних отделах живота, слабость и головокружение. Боли появились несколько часов назад, бригада скорой медицинской помощи была вызвана, когда состояние ухудшилось.

Считает себя беременной сроком около 16 недель. С 8 недель беременности наблюдается в частной клинике г. Саратова, осложнений в первом триместре беременности не было. 04.06.2022 года было проведено ультразвуковое исследование, в ходе которого в полости матки были визуализированы 2 плодных яйца округлой формы с ровными четкими контурами: первый эмбрион — 21 мм, на сроке 8 недель и 5 дней, второй эмбрион — 57 мм, на сроке 12 недель и 2 дня. Заключение: диамниотоническая дихориальная двойня при сроке гестации 12 недель и 2 дня. Замершая беременность первого плода при сроке гестации 8 недель и 5 дней (рисунок 1). Было продолжено амбулаторное наблюдение.

Менструальная функция не нарушена. Половая жизнь с 16 лет. В анамнезе хронический сальпингоофорит (находилась на стационарном лечении в 2016 году). Соматически здорова.

Данная беременность третья. Первые две — трубные по поводу чего была произведена сальпингоэктомия справа в 2016 году и пластика левой маточной трубы в 2018 году. Поскольку в последующие 4 года беременность не наступала, был выставлен диагноз «Вторичное трубно-перитонеальное бесплодие».

При поступлении состояние тяжелое. Заторможена. Кожа и слизистые бледные. Пульс 100 в 1 минуту ритмичный. АД 80 и 40 мм рт. ст. Живот несколько вздут, резко болезненный при пальпации.

Гинекологический осмотр затруднен из-за напряжения мышц передней брюшной стенки и болезненности. Осмотр на зеркалах: слизистая влагалища цианотична, шейка матки без патологии. Бимануальное исследование: шейка матки коническая, длиной 2 см, наружный зев закрыт. Матка увеличена до 18–20 недель беременности, в повышенном тоне, при пальпации болезненная в области дна и правого ребра. Придатки с обеих сторон не определяются. Умеренное нависание и болезненность сводов влагалища. Выделения из половых путей слизистые. Заподозрено внутренне кровотечение, возможно разрыв культи трубы (после сальпингоэктомии).

С учетом тяжелого состояния пациентки она сразу же помещена в операционный блок. От операции без дополнительных методов обследования больная категори-



Рис. 1. Фотофиксация изображения ультразвукового трансвагинального исследования матки и придатков



Рис. 2. Извлечённое из операционной раны вместилище внематочной беременности локализованной в интерстициальном отделе правой фаллопиевой трубы



Рис. 3. Макропрепарат плодовместилища с плодом длиной 16 см.

чески отказалась. Предложена диагностическая лапароскопия, после чего согласие получено.

В ходе диагностической видеолапароскопии, проводимой параллельно с противошоковой терапией, в брюшной полости обнаружено около 2000 мл жидкой крови и сгустков. Начато переливание эритроцитарной взвеси. Всего интраоперационно перелито 500 мл эритроцитарной взвеси и 3 дозы свежезамороженной плазмы.

В связи с массивным внутрибрюшным кровотечением для определения его источника операция расширена до нижнесрединной лапаротомии, после чего удалось осмотреть органы малого таза. Обнаружено, что общие размеры матки соответствуют 18–20 неделям беременности. В области правого маточного угла, захватывая часть правого ребра, дна и передней стенки матки, располагается, округлое мягковатое образование размерами 20*15*20 см, синюшно-багрового цвета, с выраженным сосудистым рисунком и настолько истонченными стенками, что через них легко определялись мелкие части плода. На образовании имеется кровотокающий разрыв с плацентарной тканью и плодным пузырем в ране, по правому ребру матки — гематома, расщепляющая миометрий (рисунок 2). Неизмененный правый яичник подпаян к задней стенке матки, правая маточная труба отсутствует. Слева имеется анатомическое образование, напоминающее маточную трубу в спайках, и неувеличенный, в спайках яичник. После вскрытия плодного пузыря и извлечения

плода (масса 120 гр., рост 15 см.) и плацентарной ткани, стало хорошо визуализироваться увеличенное тело матки, отклонённое влево плодместилищем, исходящим из правого трубного угла с захватом правого ребра матки. Учитывая большую заинтересованность пациентки в последующих беременностях, было решено ограничиться резекцией правого угла матки и части имбибированного участка миометрия в области правого ребра матки (рисунок 3). Из полости матки удалена децидуальная ткань. Стенки матки ушиты. Матка хорошо сократилась.

Общая кровопотеря составила 2500 мл. Течение послеоперационного периода осложнилось постгеморрагической анемией, послужившей показанием к гемотрансфузиям.

Диагноз беременности в интерстициальном отделе трубы подтвержден при патоморфологическом исследовании.

Заключение

Представленный клинический случай эктопического расположения плодного яйца в интерстициальном отделе маточной трубы, при котором беременность прогрессировала вплоть до 16–17 недель беременности, является достаточно редкой патологией. Трудности своевременной диагностики были обусловлены отсутствием чёткой визуализации при ультразвуковом исследовании и поздним обращением в стационар.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хачкурузов С.Г. Ультразвуковая диагностика внематочной беременности. 3-е изд. М.: МЕДпресс-информ. 2017; 448 с.
2. Стрижаков А.Н., Давыдов А.И., Шахламова М.Н., Белоцерковцева Л.Д. Внематочная беременность. М.: Медицина. 2001; 215 с.
3. Клинические рекомендации. Внематочная (эктопическая) беременность МЗРФ 2021 г.
4. Носова К.Е., Веркина Е.И. Неклассическое течение внематочной беременности. Сборник материалов 6 международной конференции «Новые задачи современной медицины Казань. май, 2019.
5. Петрова Е.В. Внематочная беременность в современных условиях. Акушерство и гинекология. 2008; 1: 31–33.
6. Barnhart K.T., Sammel M.D., Gracia C.R. et al. Risk factors for ectopic pregnancy in women with symptomatic first-trimester pregnancies. *Fertil Steril.* 2006; 86: 36–43.
7. Филиппов О.С. Гусева Е.В. Материнская смертность в Российской Федерации в 2019 году. Проблемы репродукции. 2020; 26 (6–2): 8–26
8. Creanga A.A., Syverson C., Seed K. et al. Pregnancy-related mortality in the United States, 2011–2013. *Obstet Gynecol.* 2017; 130 (2): 366–73.
9. Адамян Л.В., Козаченко А.В., Кондратович Л.М. Спаечный процесс в брюшной полости история изучения, классификация, патогенез (Обзор литературы). Проблемы репродукции. 2013; 6: 7–13.
10. Уткин Е.В., Кулавский В.А. Воспалительные заболевания органов малого таза у женщин. Москва, 2015; 112 с.
11. Early pregnancy loss, Queensland Clinical Guideline, MN11.29-V2-R16 September 2011. Amendment date March 2015; 33 p.
12. Main E.K., Goffman D., Scavone B.M. et al. National Partnership for Maternal Safety; Council on Patient Safety in Womens Health Care. National Partnership for Maternal Safety: Consensus Bundle on Obstetric Hemorrhage. *Obstet Gynecol.* 2015; 126 (1): 155–165.
13. Соломатина А.А., Науменко А.А., Коновалова А.В., Тюменгиева М.Ю. Интерстициальная локализация внематочной беременности. Клиника, диагностика, лечение. Акушерство и гинекология. 2011; 6: 76–80.

© Салов Игорь Аркадьевич, Паршин Алексей Владимирович,

Полиданов Максим Андреевич (maksim.polidanoff@yandex.ru), Тяпкина Дарья Андреевна, Кондрашкин Иван Евгеньевич.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ВЗАИМОСВЯЗЬ УРОВНЯ ГОМОЦИСТЕИНА СО СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ СЕРДЦА У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ КОРОНАРНЫМ СИНДРОМОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАЛИЧИЯ СИНДРОМА НЕДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ДИСПЛАЗИИ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ

THE RELATIONSHIP OF HOMOCYSTEINE LEVELS WITH STRUCTURAL AND FUNCTIONAL PARAMETERS OF THE HEART IN PATIENTS WITH ACUTE CORONARY SYNDROME, DEPENDING ON THE PRESENCE OF UNDIFFERENTIATED CONNECTIVE TISSUE DYSPLASIA SYNDROME

O. Sultanova
E. Chernysheva
B. Kuzmichev
V. Kuzmichev
N. Prokopenko
S. Sultanova

Summary. The article studies and analyzes the relationship between the level of homocysteine and the structural and functional parameters of the heart in patients with acute coronary syndrome, depending on the presence of undifferentiated connective tissue dysplasia syndrome.

Keywords: homocysteine, syndrome of undifferentiated connective tissue dysplasia, acute coronary syndrome, structural and functional parameters of the heart.

Султанова Оксана Эседуллаевна

Ассистент

Астраханский государственный медицинский университет

oksanka.sultanova@mail.ru

Чернышева Елена Николаевна

Доцент, доктор медицинских наук

Астраханский государственный медицинский университет

Кузьмичев Богдан Юрьевич

кандидат медицинских наук

Астраханский государственный медицинский университет

Кузмичев Владимир Юрьевич

Врач рентгенолог

Астраханский государственный медицинский университет

Прокопенко Надежда Андреевна

К.м.н

Астраханский государственный медицинский университет

Султанова Самира Шамильевна

Астраханский государственный медицинский университет

Аннотация. В статье изучена и проанализирована взаимосвязь между уровнем гомоцистеина и структурно-функциональными параметрами сердца у пациентов с острым коронарным синдромом в зависимости от наличия синдрома недифференцированной дисплазии соединительной ткани.

Ключевые слова: гомоцистеин, синдром недифференцированной дисплазии соединительной ткани, острый коронарный синдром, структурно-функциональными параметрами сердца.

Во всем мире сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) занимают лидирующее место среди причин, приводящих к гибели пациентов, особенно трудоспособного возраста. В последние годы бесспорным является тот факт, что возрастает смертность и потеря трудоспособности от ССЗ именно у пациентов молодого возраста [1; 2; 6; 8]. Несмотря на успехи меди-

цины в диагностике и лечении ССЗ, смертность от данной патологии не снижается.

В своем исследовании особое внимание мы уделили острому коронарному синдрому (ОКС), так как за последние 15 лет он стал встречаться у пациентов более молодого возраста, приводя к увеличению инва-

лидизации данных пациентов [23; 28]. Результаты независимого Российского Регистра Острого Коронарного Синдрома «РЕКОРД-3» (Российская Федерация), свидетельствуют о том, что снизился общий коэффициент смертности от болезней системы кровообращения более чем на 25%, хотя, госпитальная летальность от ОКС остается высокой [3; 8; 10; 13; 27; 39].

По результатам ранее проведенных нами исследований, оказалось, что в 40% случаев ОКС развивается на фоне синдрома недифференцированной дисплазии соединительной ткани СНДСТ [3; 27]. При СНДСТ характерны изменения со стороны желудочно-кишечного тракта, костной ткани, органов зрения, мочевыделительной и дыхательной систем [2; 13; 17], поражение сердечно — сосудистой системы: изменение клапанных структур сердца — пролапс митрального клапана [10; 36], наличие аномально расположенных хорд [33; 34], аномалии строения сосудов [33], нарушения проводящей системы сердца [1; 7], так же регистрируются анатомические особенности коронарных сосудов (аномалия отхождения артерий, гипоплазия коронарных артерий, аномалии расположения коронарных артерий с наличием мышечных мостиков) [2; 36]. В исследованиях многих ученых было доказано, что у пациентов хроническая ишемическая болезнь сердца (ИБС) протекает более тяжело при наличии синдрома СНДСТ — чем выше степень дисплазии соединительной ткани, тем чаще у пациентов с ИБС встречается фибрилляция предсердий, желудочковая экстрасистолия, пароксизмальная желудочковая тахикардия на фоне более выраженного ремоделирования миокарда [1; 5; 3; 38]. Ремоделирование миокарда можно верифицировать с помощью эхокардиографии. Развитие и усовершенствование эхокардиографического метода исследования и возможности динамического наблюдения за больными позволили зарегистрировать структурную перестройку сердечной мышцы [26].

Исходя из вышеперечисленного, можно прийти к выводу, что наличие дисплазии соединительной ткани является фоном для появления различных заболеваний, влияет на характер течения болезней, довольно часто приводя к хронизации процесса. Учитывая широкую распространённость ОКС и синдрома СНДСТ, в популяции они достаточно часто сочетаются.

Основные факторы риска ИБС не отражают всех вариантов осложнений ССЗ, в связи с чем непрерывно ведется поиск новых факторов риска [9; 16; 12; 11]. Свыше 30 лет в кардиологической практике исследуется гомоцистеин. Гипергомоцистеинемия (ГГЦ) является значимым фактором риска развития тромбоза коронарных, церебральных и периферических артерий. ГГЦ встречается более чем у 60% больных ишемической болезнью сердца [19; 32; 30]. Обнаружена связь

гипергомоцистеинемии с развитием тяжелых сосудистых заболеваний, таких как тромбоэмболии в сочетании с повреждениями сосудов, приводящих к ранней смертности населения [14]. Одним из биохимических механизмов гомоцистеина является угнетение натрий калиевой АТФ-синтетазы в мембране гладкомышечных клеток сосудов, что вызывает их вазоконстрикцию. Возникает порочный круг, лежащего в основе патогенеза артериальной гипертензии (АГ) и ассоциированных с ней коронарных осложнений [18]. Высокие концентрации гомоцистеина усиливают окислительный стресс и снижают эффективность тромболитической терапии, что ухудшает прогноз для больных с острым инфарктом миокарда [37]. Кроме этого, в литературе описаны цитотоксические эффекты гомоцистеина [18].

Изучая литературу, мы не встретили публикаций по результатам исследований, посвященных изучению взаимосвязи уровня гомоцистеина с показателями ЭХО КГ при ОКС с СНДСТ и при ОКС без СНДСТ, что и легло в основу целей нашего исследования.

Цель исследования

Изучить и проанализировать взаимосвязь между уровнем гомоцистеина и структурно-функциональными параметрами сердца (ЭХО КГ) у пациентов с острым коронарным синдромом в зависимости от наличия синдрома недифференцированной дисплазии соединительной ткани (СНДСТ).

Материалы и методы

Клинические данные для данного исследования были получены в ПСО городской клинической больницы № 3 имени С.М. Кирова и в региональном сосудистом центре Александрo-Мариинской областной клинической больницы города Астрахань в 2018–2019 гг. От всех пациентов были получены добровольные информированные согласия об участии в исследовании. 241 пациент (возраст от 35 до 65 лет) был обследован в рамках данного исследования. Для диагностики инфаркта миокарда (ИМ) и нестабильной стенокардии (НС) применялись национальные рекомендации РКО [13;14;15].

Основную группу составили 113 пациентов с ОКС+СНДСТ. 128 пациентов с ОКС без СНДСТ вошли в группу сравнения. Группу контроль составили 50 соматически здоровых лиц. Все пациенты были сопоставимы по возрасту и полу.

Для определения уровня ГЦ был использован — набор FHCY100 фирмы «Axis — Shield Diagnostics Ltd», Великобритания, методом иммуноферментного анализа.

Таблица 1. Структурно-функциональные параметры сердца у пациентов с ОКС в зависимости от наличия СНДСТ

Показатель / Группа	Группа контроль, n=50	Группа пациентов с ОКС без СНДСТ, n=128	Группа пациентов с ОКС на фоне СНДСТ, n=113	Kruskal Wallis Test
КДРЛЖ	4,98 [4,92; 5,03]	5,61 [5,37; 5,88] $p_1 < 0,001$	5,31 [5,22; 5,45] $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$	$\chi^2 = 159,75$; df=2; $p < 0,001$
КСРЛЖ	3,45 [3,36; 3,51]	4,49 [4,33; 4,62] $p_1 < 0,001$	4,07 [3,93; 4,16] $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$	$\chi^2 = 205,66$; df=2; $p < 0,001$
ТЗСЛЖ	0,96 [0,92; 1,01]	0,96 [0,91; 0,99] $p_1 = 0,712$	0,91 [0,87; 0,97] $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$	$\chi^2 = 38,51$; df=2; $p < 0,001$
ТМЖП	0,98 [0,95; 1,03] $p_1 < 0,001$	1,05 [1; 1,09] $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$	0,93 [0,88; 0,97]	$\chi^2 = 239,58$; df=2; $p < 0,001$
ФВ ЛЖ	59,76 [58,45; 60,58]	55 [44,89; 60,18] $p_1 < 0,001$	48,7 [35,13; 55,8] $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$	$\chi^2 = 68,01$; df=2; $p < 0,001$
ЛП	3,78 [3,7; 3,89]	4,27 [4,06; 4,39] $p_1 < 0,001$	4,28 [4,08; 4,43] $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$	$\chi^2 = 54,54$; df=2; $p < 0,001$
ПЖ	2,13 [2,08; 2,21]	2,23 [2,18; 2,35] $p_1 < 0,001$	2,17 [2,08; 2,29] $p_1 < 0,001$ $p_2 < 0,001$	$\chi^2 = 70,41$; df=2; $p < 0,001$

Примечание: p_1 — уровень статистической значимости различий с группой контроля; p_2 — уровень статистической значимости различий с группой пациентов с ОКС без СНДСТ.

Для подтверждения СНДСТ проводилось определение уровня антител человека к коллагенам II и III типа методом ИФА (оксипролин в сыворотки крови) забор крови так же проводился утром натощак из локтевой вены. В норме содержание оксипролин в сыворотке крови — 12,68 мкмоль\литр.

Для определения содержания уровня антител человека к коллагенам II и III типа методом ИФА (оксипролин в сыворотки крови) в образцах плазмы использовался метод иммуноферментного анализа с помощью коммерческой тест системы (каталожный номер SEA808Ge фирмы «Иммунотэкс», г. Ставрополь, Ставропольский край), согласно прилагаемой к ней инструкции.

ЭХО КГ сердца осуществляли на сканерах на аппаратах фирмы «Toshiba» (Япония), электронным секторальным датчиком с частотой 3,0 Мгц в одномерном (М), двухмерном (В) режимах и в режиме доплер — эхо-

кардиографии (с использованием импульсного и постоянно волнового спектрального доплера, а также цветного доплеровского картирования кровотока). Обследование пациентов проводили по стандартной методике из парастер-нального (по длинной и короткой осям) и апикального доступов. Определяли: конечный диастолический размер левого желудочка (КДР ЛЖ), конечный систолический размер левого желудочка (КСР ЛЖ), толщину задней стенки левого желудочка (ТЗС ЛЖ), толщину межжелудочковой перегородки (ТМЖП), фракцию выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ), левое предсердие (ЛП), правый желудочек (ПЖ).

Для статистической обработки данных использовалась программа IBM SPSS Statistics 26 и StatTech v. 2.6.5 (разработчик — ООО «Статтех», Россия).

С целью проведения межгрупповых сравнений в 3 и > группах применялся Kruskal Wallis test, для проведе-

Таблица 2. Корреляционные связи между уровнем hsu и структурно-функциональными параметрами сердца у пациентов с ОКС в зависимости от наличия СНДСТ

Показатель / Группа	Группа пациентов с ОКС без СНДСТ, n=128	Группа пациентов с ОКС на фоне СНДСТ, n=113
КДРЛЖ	$r = -0,81$ $p < 0,001$	$r = 0,94$ $p < 0,001$
КСРЛЖ	$r = -0,79$ $p < 0,001$	$r = 0,93$ $p < 0,001$
ТЗСЛЖ	$r = 0,77$ $p < 0,001$	$r = 0,91$ $p < 0,001$
ТМЖП	$r = 0,85$ $p < 0,001$	$r = 0,92$ $p < 0,001$
ФВ ЛЖ	$r = 0,75$ $p < 0,001$	$r = -0,88$ $p < 0,001$
ЛП	$r = -0,72$ $p < 0,001$	$r = 0,85$ $p < 0,001$
ПЖ	$r = -0,81$ $p < 0,001$	$r = 0,93$ $p < 0,001$

Примечание: r -коэффициент корреляции, p -уровень статистической значимости коэффициентов корреляции.

ния апостериорных сравнений в 2 группах — Mann — Whitney U test. Для каждого показателя были определены: медиана (Me), 5 и 95 перцентили. Направления и сила корреляционной взаимосвязи между 2 количественными показателями оценивались с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена. P -value составил $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Первоначально была проведена оценка уровня hsu и структурно-функциональных параметров сердца в исследуемых группах. Значение уровня hsu в группе пациентов с ОКС на фоне СНДСТ составило 47,5 [45,4; 69,6] мкмоль/л, что было статистически значимо выше, чем в группе пациентов с ОКС без СНДСТ 26,8 [18,1; 35,5] мкмоль/л ($p < 0,05$). Было установлено, что уровень hsu был статистически значимо повышен в группах пациентов как с ОКС на фоне СНДСТ так и без СНДСТ по сравнению с группой контроля, где значение уровня hsu составило 8,4 [5,8; 11] мкмоль/л ($p < 0,05$; соответственно).

Данные структурно-функциональных параметров сердца представлены в таблице № 1.

Следующим этапом исследования стало проведение корреляционного анализа между уровнем hsu и структурно-функциональными параметрами сердца среди исследуемых групп пациентов (таблица № 2).

При сопоставлении уровня hsu со структурно-функциональными параметрами сердца в группе пациентов как с ОКС без СНДСТ, так и с ОКС на фоне СНДСТ были

выявлены статистически значимые корреляционные связи.

Так в группе пациентов с ОКС без СНДСТ между уровнем hsu и КДРЛЖ была выявлена отрицательная корреляционная связь высокой силы, а в группе пациентов с ОКС на фоне СНДСТ положительная корреляционная связь очень высокой силы.

При корреляционном анализе между hsu и КСРЛЖ среди пациентов с ОКС без СНДСТ была установлена отрицательная корреляционная связь высокой силы, а среди пациентов с ОКС на фоне СНДСТ связь была положительной очень высокой силы.

При оценке корреляционной связи между hsu и ТЗСЛЖ в группе пациентов с ОКС без СНДСТ была выявлена положительная корреляционная связь высокой силы, а в группе пациентов с ОКС на фоне СНДСТ обнаружена положительная корреляционная связь очень высокой силы.

Между уровнем hsu и ТМЖП в группе пациентов с ОКС без СНДСТ была выявлена положительная корреляционная связь высокой силы, а в группе пациентов с ОКС на фоне СНДСТ положительная корреляционная связь очень высокой силы.

При корреляционном анализе между уровнем hsu и ФВ ЛЖ у пациентов с ОКС без СНДСТ была установлена положительная корреляционная связь высокой силы, а у пациентов с ОКС на фоне СНДСТ связь была отрицательной высокой силы.

При оценке корреляционной связи между уровнем hcy и ЛП в группе пациентов с ОКС без СНДСТ была выявлена отрицательная корреляционная связь высокой силы, а в группе пациентов с ОКС на фоне СНДСТ обнаружена положительная корреляционная связь высокой силы.

При корреляционном анализе между уровнем hcy и ПЖ среди пациентов с ОКС без СНДСТ выявлена положительная корреляционная связь высокой силы, а в группе пациентов с ОКС на фоне СНДСТ установлена положительная корреляционная связь очень высокой силы.

Заключение

Установлено, что у пациентов с ОКС на фоне СНДСТ уровень hcy был статистически значимо выше и составил 47,5 [45,4; 69,6] мкмоль/л, чем у пациентов в группе с ОКС без СНДСТ 26,8 [18,1; 35,5] ммоль/л, $p < 0,05$.

По данным проведенного исследования было установлено наличие статистически значимых корреляционных связей между уровнем hcy и структурно-функциональными параметрами сердца у пациентов как с ОКС без СНДСТ, так и с ОКС на фоне СНДСТ, однако сила корреляционной связи была выше у пациентов с ОКС на фоне СНДСТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абашева, Е.В. Особенности нарушений ритма сердца у молодых людей с малыми аномалиями его развития: Автореф. дис... канд. мед. наук / Е.В. Абашева // ГОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию» — Нижний Новгород, 2007. — 20 с.
2. Аббакумова, Л.Н. Оценка степени тяжести недифференцированной дисплазии соединительной ткани у детей / Л.Н. Аббакумова, Т.Н. Кадурина, // Мед. вест. Север.Кавказа. — Т. 2., № 10. — С. 15–20.
3. Абдуллаев, А.А. Острый коронарный синдром: характеристика и лечение / А.А. Абдуллаев, У.А. Исламова, С.И. Бабатова, З.А. Гайдарова и др. // Профилактическая медицина. — 2011. — № 4(2). — С.3.
4. Аксенов, С.И. Структурные изменения коронарных сосудов у пациентов с дисплазией соединительной ткани (кросс-секционное наблюдение) [Текст] / С.И. Аксенов, Е.А. Лялюкова, Г.И. Нечаева, Ю.Т. Игнатъев // Лечащий врач. — 2016. — № 2. — С. 27–30
5. Андреев, Е.Ю. Ишемическая болезнь сердца у лиц молодого возраста: распространенность и сердечно-сосудистые факторы риска [Текст] / Е.Ю. Андреев, И.С. Явлов, М.М. Лукьянов, А.Н. Вернохаева, О.М. Драпкина, С.А. Бойцов // Кардиологи. — 2018. — Т. 58, № 11. — С. 24–34.
6. Арсентьев, В.Г. Наследственные заболевания соединительной ткани как конституциональная причина полиорганных нарушений у детей [Текст] / В.Г. Арсентьев, В.С. Баранов, Н.П. Шабалов // Спб. СпецЛит, 2015. — 231с.
7. Атеросклероз венечных артерий и ишемическая болезнь сердца. — 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. И.Е. Ганелиной. — СПб.: Издательство СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2012.
8. Батыров, З.С. Клинические и эпидемиологические особенности пациентов с острым коронарным синдромом в Кабардино-Балкарской республике / З.С. Батыров, И.Л. Семёнова, А.М. Инарокова, М.Я. Имагожева // Инновации в современной медицине: матер. Международной медицинской конференции. — Стамбул. 2011. — С. — 51.
9. Верткин А.Л., Тополянский А.В. Проблема гипергомоцистеинемии у кардиологических больных // Фарматека. 2007. № 14. С. 14–18
10. Гнусаев, С.Ф. Клиническое значение малых аномалий сердца у детей / С.Ф. Гнусаев, Ю.М. Белозеров, А.Ф. Виноградов // Медицинский вестник Северного Кавказа. — 2008. — № 2. — С. 39–43.
11. Гордиенко А., Барсуков А., Сердюков Д., Стариенко Е. Гипергомоцистеинемия у больных с различными формами коронарной болезни сердца // Врач. 2011. № 11. С. 43–45.
12. Давыдчик Э.В., Снежицкий В.А., Никонова Л.В. Взаимосвязь гипергомоцистеинемии с ишемической болезнью сердца и сахарным диабетом // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2015. № 1. С. 9–13.
13. Демидов, Р.О. Дисплазия соединительной ткани: современные подходы к клинике, диагностике и лечению [Текст] // Демидов, Р.О. // Практическая медицина — 2015. — Т. 2. — С. 37–40.
14. Денисова А.Г. Гипергомоцистеинемия и дисфункция эндотелия артерий в оценке риска сердечно-сосудистых осложнений у больных сахарным диабетом [Текст] // Денисова А.Г., Татарченко И.П., Позднякова Н.В., Кулюцина Е.Р., Левашова О.Л. Здоровье и образование в XXI веке. 2016. Т. 18, № 2. С. 25–29
15. Друк И. В., Нечаева Г.И., Кузнецова В.В. Состояние коронарных артерий при дисплазиях соединительной ткани // Казанский медицинский журнал. — 2007. — Т. 88, № 5, приложение. — С. 30–32.
16. Ефимов М.М. Гипергомоцистеинемия в клинической практике: руководство / В.С. Ефимов М. [и др.]. // GEOTAP-Медиа; 2013. 79 с.
17. Земцовский, Э.В. Недифференцированная дисплазия соединительной ткани: состояние и перспективы развития представлений о наследственных расстройствах соединительной ткани / Э.В. Земцовский // Дисплазия соединительной ткани. — 2008. — № 1. — С. 5–9.
18. Зотова Д.А. Роль гомоцистеина в патогенезе некоторых заболеваний / Зотова Д.А., Козлов С.А. // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2016. № 3 (39). С. 132–144
19. Каражанова Л.К. Гипергомоцистеинемия как фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний (обзор литературы) / Каражанова Л.К., Жунуспекова А.С. // Наука и здравоохранение (Казахстан). 2016. No4. С. 129–144.

20. Клинические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации «Острый коронарный синдром без подъёма сегмента ST электрокардиограммы» [Текст] / Российское кардиологическое общество при участии ассоциации сердечно-сосудистых хирургов России // — 2020. — С. 12–25.
21. Клинические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации «Острый коронарный синдром с подъёмом сегмента ST электрокардиограммы» [Текст] / Российское кардиологическое общество при участии ассоциации сердечно-сосудистых хирургов России // — 2020. — С. 18–22.
22. Клинические рекомендации Российского научного медицинского общества терапевтов по диагностике, лечению и реабилитации пациентов с дисплазиями соединительной ткани (первый пересмотр) [Текст] / под редактированием А.И. Мартынова // Медицинский вестник Северного Кавказа. — 2018. — Т. 3, № 1.2. — С. 137–209.
23. Концевая, А.В. Экономический ущерб сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации в 2016 году / А.В. Концевая, О.М. Драпкина, Ю.А. Баланова [и др.] // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. — 2018. — Т. 14, № 2. — С. 156–166.
24. Кузьмичев, Б.Ю. Исследование уровня гомоцистеина у пациентов с инфарктом миокарда на фоне хронической обструктивной болезни легких [Текст] / Б.Ю. Кузьмичев, Е.А. Полунина, К.Ю. Кузьмичев, Е.А. Липницкая, М.С. Аджян // Астраханский медицинский журнал. — 2017. — Т. 12, № 4. — С. 44–50.
25. Кузьмичев, Б.Ю. Исследование уровня гомоцистеина у пациентов с инфарктом миокарда на фоне хронической обструктивной болезни легких [Текст] / Б.Ю. Кузьмичев, Е.А. Полунина, К.Ю. Кузьмичев, Е.А. Липницкая, М.С. Аджян // Астраханский медицинский журнал. — 2017. — Т. 12, № 4. — С. 44–50.
26. Мартынов А.И., Васюк Ю.А., Копелева М.В. и др. // Кардиология. — 2001. — № 3. — С. 79–83.
27. Масловская, М.В. Недифференцированная дисплазия соединительной ткани и малые аномалии сердца как предиктор развития нарушения ритма у пациентов с ишемической болезнью сердца / М.В. Масловская, В.А. Лоллини // «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», республика Беларусь— 2014—С. 68–74.
28. Розанов, В.Б. Прогностическое значение факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний, связанных с атеросклерозом, у детей и подростков и отдаленные результаты профилактического вмешательства: Автореф. Дис. д-ра мед. наук / В.Б. Розанов.
29. Сметанин, М.Ю. Дисплазия соединительной ткани и внезапная сердечная смерть [Текст] / М.Ю. Сметанин // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2016. — № 9–3. — С. 405–408.
30. Снежицкий В.А., Яцкевич Е.С., Дорошенко Е.М., Смирнов В.А., Долгошей Т.С., Рубинский А.Ю. Гомоцистеин как прогностический маркер предсердного ремоделирования и клинического течения у пациентов с пароксизмальной и персистирующей формами Фибрилляции предсердий // Клиническая медицина. 2016. № 1 (94). С. 16–22
31. Соколов, Ю.Н. Коронарная болезнь и интервенционная кардиология / Ю.Н. Соколов, В.Г. Терентьев // Киев: МОРИОН; 2011.
32. Сковрцов Ю.И., Королькова А.С. Гомоцистеин как фактор риска развития ИБС / Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т. 7, № 3. С. 619–624
33. Султанова, О.Э. Анатомические особенности коронарных сосудов у пациентов с острым коронарным синдромом на фоне синдрома недифференцированной дисплазии соединительной [Текст] / О.Э. Султанова, Е.Н. Чернышева //Актуальные вопросы современной медицины. Материалы IV Международной научно-практической конференции Прикаспийских государств. Астрахань: Издательство Астраханского ГМУ, 2019 г. — С. 160–162.
34. Яковлев, В.М. Кардиореспираторные синдромы при дисплазии соединительной ткани / В.М. Яковлев, Г.И. Нечаева. // Омск: ОГМА, 1994. — 217 с.
35. Akbarpour, S. Relationship between lifestyle pattern and blood pressure –Iranian national survey / S. Akbarpour, D. Khalili, H. Zeraati [atal.] // SciRep.— 2019. — Oct 25. — Vol. 9 (1). — P. 151–194.
36. Amici, E. Mitral valve prolapse / E. Amici // G. Ital. Cardiol. (Rome). — 2006. — Vol. 7. — P. 4–22.
37. Hu G., Zhang J., Tian Y.G., Li Y.H., You L., Qiao L.J. Diagnostic value of joint detection of homocysteine and RDW CV on acute miocardial infarction // Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci. 2016. Vol. 20, № 19. P. 4124–4128
38. Knowlman, T. The association of electrocardiographic abnormalities and major adverse cardiac events in emergency patients with chest pain / T. Knowlman, J.H. Greenslade, W. Parsonage. [et al.]. // Acad. Emerg. Med. — 2017 –Vol.19. — P. 1–4.
39. Knutikhin, A.G. The role of Epstein-Barr virus in atherosclerosis and related diseases [Text] / A.G. Knutikhin, // New York. — 2013 — P. 21–33

© Султанова Оксана Эседуллаевна (oksanka.sultanova@mail.ru), Чернышева Елена Николаевна,

Кузьмичев Богдан Юрьевич, Кузьмичев Владимир Юрьевич,

Прокопенко Надежда Андреевна, Султанова Самира Шамильевна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МЕДИКО-СОЦИАЛЬНЫЕ ПРЕДИКАТЫ МАТЕРЕЙ НЕСОВЕРШЕННОЛЕТНИХ ПРАВОНАРУШИТЕЛЕЙ

MEDICAL AND SOCIAL PREDICATES OF JUVENILE DELINQUENT'S MOTHERS

D. Yakhieva-Onikhimovskaia
S. Kolesnikova
G. Chizhova
V. Filippova

Summary. Based on the analysis of the history data of mothers of juvenile offenders, selected by the method of continuous sampling in the course of a clinical observational cohort retrospective study, reliable medical and social predicates of the course of pregnancy, characteristic of women in this group, were identified: a significant difference in parity; unfavorable course of pregnancy; lack of supervision in the antenatal clinic; childbirth outside medical institutions; adherence to addictions. The pregnancy proceeded against the background of a socially disadvantaged family status, maternal malnutrition, socially significant diseases and STIs. The identified symptom complex of medical and social problems, which begins at the stage of intrauterine formation of a child, is only further aggravated by the environment and socially disadvantaged environment, forming the mentality of a child-criminal.

Keywords: juvenile delinquents, causes of juvenile delinquency, pediatrics, juvenile delinquency prevention, pregnancy, mother's history.

Яхьева-Онихимовская Дарья Алиевна
Кандидат медицинских наук, доцент
Институт повышения квалификации
специалистов здравоохранения
Хабаровск
elven5@yandex.ru

Колесникова Софья Михайловна
Кандидат медицинских наук, доцент
Институт повышения квалификации
специалистов здравоохранения
Хабаровск
sofhia_03@mail.ru

Чижова Галина Всеволодовна
Доктор медицинских наук, профессор
Институт повышения квалификации
специалистов здравоохранения
Хабаровск
rec@ipksz.khv.ru

Филиппова Валентина Васильевна
Кандидат медицинских наук, доцент
Институт повышения квалификации
специалистов здравоохранения
Хабаровск
fuw@ipksz.khv.ru

Аннотация. На основании анализа данных анамнеза матерей несовершеннолетних правонарушителей, отобранных методом сплошной выборки в ходе клинического обсервационного когортного ретроспективного исследования, были выявлены достоверные медико-социальные предикаты течения беременности, характерные для женщин данной группы: значительная разница в паритете; неблагоприятное течение беременности; отсутствие наблюдения в женской консультации; роды вне медицинских учреждений; приверженность пагубным привычкам. Беременность протекала на фоне социально неблагоприятного статуса семьи, гипотрофии матери, социально-значимых заболеваний и ИППП. Выявленный симптомокомплекс медико-социальных проблем, начинающийся на этапе внутриутробного формирования ребенка, в дальнейшем лишь усугубляется окружением и социально неблагоприятной средой, формируя менталитет ребенка-преступника.

Ключевые слова: несовершеннолетние правонарушители, причины преступности несовершеннолетних, педиатрия, профилактика преступности несовершеннолетних, беременность, анамнез матери.

Введение

Не вызывает сомнений тот факт, что на здоровье детей влияют сложные и взаимодействующие факторы социальной и физической среды [21]. Обширные исследования показывают, что корни анти-социального поведения закладываются в детстве: психологическое развитие несовершеннолетних правонарушителей характеризуется повышенной агрессией и эмоциональными трудностями, что лишь усугубляется конфликтом родителей и детей, жестким воспитанием или, наоборот, полным отсутствием родительского контроля [5]. Исследования антисоциального и/или агрессивного поведения детей указывают на существование не только социальной, но и биологической подоплеки формирования девиантного поведения [22].

На сегодняшний день несколько исследований были сосредоточены на возможных психосоциальных факторах риска формирования преступного поведения среди несовершеннолетних. Мужской пол [3], более низкие интеллектуальные способности [12], раса [26], подростковый возраст [17], иммиграция и бедность [3, 24], связь со сверстниками-правонарушителями [8], жестокое обращение с детьми [13, 15], академическая успеваемость молодежи [10] и недостаточная поддержка родителей [4] выступают в роли предикторов противоправного поведения. Концентрацию преступности в семьях и передачу преступности из поколения в поколение можно объяснить факторами окружающей среды, генетическими факторами и их сочетанием [6]. Существует точка зрения, что преступность и другое антиобщественное поведение передаются по наследству, причем ~ 50% вариации объясняется генетическими факторами [16].

Несмотря на сильную перекрестную поддержку связи между психосоциально-контекстными характеристиками семей и формированием преступного фенотипа несовершеннолетних, лишь несколько лонгитюдных исследований подтвердили взаимосвязь между этими факторами риска и подтвержденными показателями асоциального поведения [3, 5, 10, 12, 13, 15, 24]. Современная криминологическая полемика касается взаимосвязи между медико-биологическим воздействием на раннем этапе жизни ребенка, в том числе и с событиями перинатального периода, и возникновением насильственных и ненасильственных форм преступности в последующем [6, 16, 22].

Неблагоприятный перинатальный фон влияет на изменение нейрональной активности областей мозга, ответственных за обработку и регулирование эмоций: воздействие хронического материнского стресса на плод является предиктором снижения нейронной

активности регуляции поведения высшего порядка, а также вызывает снижение способности подавлять активность эмоциональных реакций [11, 14, 19]. Материнский стресс связан с иммунной, эндокринной и метаболической дисфункцией, вызывая повышенный риск досрочного рождения ребенка с низкой массой тела [23, 25], приводит к нарушениям в процессах регуляции эмоций, особенно у детей и подростков, что в дальнейшем может послужить «фундаментом» для построения противоправного фенотипа поведения [11, 14, 19].

Таким образом, цель этого исследования состояла в том, чтобы изучить особенности течения беременности матерей несовершеннолетних правонарушителей и выявить медико-социальные предикторы, характерные для этой группы населения. Раннее выявление типичных особенностей протекания беременности женщин, чьи дети в дальнейшем могут проявлять криминогенное поведение, позволит начать раннюю превентивную медико-социальную политику и избежать высокого уровня заболеваемости, смертности, социальной стратификации и сегрегации детей из группы высокого риска.

Материалы и методы

Исследование было проведено на базе Центра временного содержания несовершеннолетних правонарушителей УВМД России по Хабаровскому краю (ЦВСНП). В соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 24.06.1999 № 120-ФЗ «Об основах системы профилактики безнадзорности и правонарушений несовершеннолетних» в ЦВСНП помещаются несовершеннолетние, совершившие административное правонарушение или общественно-опасное деяние до достижения возраста, с которого наступает уголовная ответственность за это деяние, а также дети, направляемые по приговору или постановлению суда в специальные учебно-воспитательные учреждения закрытого типа (СУВУЗТ). При оформлении ребенка в СУВУЗТ проводится комплекс медико-лабораторных обследований, включающий осмотр рядом узких специалистов, лабораторно-диагностический скрининг и работу с медицинской документацией (ф-112/у, ф-003/у).

Исследование выполнялось в дизайне ретроспективного когортного нерандомизированного сплошного исследования. Критерии включения в исследование: женщина (биологическая), письменное информированное добровольное медицинское согласие на проведение исследования, полные данные акушерско-гинекологического, социального, соматического анамнеза, наличие выписок из истории родов и истории развития новорожденного, мать ребенка несовершеннолетнего-правонарушителя.

Объектом исследования послужила когорта матерей, чьи дети-несовершеннолетние правонарушители в возрасте 13–17 лет находились в ЦВСНП за период с января 2015 по август 2021 гг. с полными данными перинатального анамнеза, собранным пакетом медицинских документов для отправки в СУВУЗТ, и разрешением законных представителей несовершеннолетних на получение медицинской информации.

В качестве группы сравнения методом случайной выборки были взяты женщины, чьи дети сходного возраста (43 ребенка) не попадали под внимание органов ПДН и не содержались в ЦВСНП. Нами изучалась обозначенная выше медицинская документация, собранная на базе «Родильного дома № 2» г. Хабаровска. Критерии включения в группу сравнения сопоставимы с критериями группы исследования.

Анализ проводился по следующим параметрам: возраст матери; паритет беременностей и родов; общая прибавка массы тела во время беременности (нормальная, выше или ниже нормы); отягощенность акушерского анамнеза (наличие и количество медицинских аборт по социальным показаниям и/или по желанию матери; выкидыши, замершие беременности, мертворождение, угроза прерывания текущей беременности, гестоз, токсикоз, гипотония в родах, применения акушерских родоразрешающих пособий); тип родов (естественные, операция кесарева сечения плановая ПОКС/экстренная ЭОКС); характер околоплодных вод; инфицированность матери во время беременности вирусными инфекциями и инфекциями, передающимися половым путем; питание матери (нормальное, неудовлетворительное, наличие лишнего веса); социально-опасные заболевания у матери (тубинфицирование, гепатиты В и С, ВИЧ); наличие у матери соматических заболеваний; сроки постановки по беременности на учет в женской консультации (учет до 8 нед., учет до 16 нед., учет до 22 нед., учет до 32 нед., на учете не состояла); наличие и обследованность отца ребенка; употребление матерью алкоголя, психически активных веществ, табакокурение во время беременности; влияние на мать вредных производственных факторов во время беременности; «домашние» роды с последующим поступлением в стационар или регистрацией ребенка в органах ЗАГС без госпитализации матери; образование матери (школьное, средне-специальное (ср/спец.), неоконченное высшее (н/о высшее), высшее); нахождение женщины на учете в психоневрологическом диспансере (ПНД), у социальных служб; неадекватное в родах.

Размер выборки предварительно не рассчитывался. Проводился статистический анализ в программе STATISTICA 12.5 с подключением к работе искусственного интеллекта, а также статистических функций про-

граммы EXCEL, с использованием непараметрических методов обработки данных, таких как критерий согласия Пирсона (хи-квадрат), коэффициент корреляции, а также U-критерий Манна-Уитни. Результаты на уровне $p \leq 0,05$ рассматривались как статистически значимые.

Все стадии исследования соответствуют действующему законодательству РФ, международным этическим нормам и нормативным документам исследовательских организаций, а также одобрены локальным этическим комитетом ГБОУ ДПО «ИПКСЗ». Все испытуемые были проинформированы о сути исследования и дали согласие на участие.

Результаты исследования

Средний возраст матерей из группы исследования составил $23,5 \pm 6,96$ лет и не имел достоверных отличий с возрастом матерей из группы сравнения ($25,65 \pm 4,94$). Однако, в группе исследования встречались женщины неблагоприятного фертильного возраста (младше 18 и старше 45 лет: 14 человек; 9,4%) в то время как в группе контроля подобных возрастных групп не было.

Среднее количество родов в обеих группах не имело достоверных отличий ($1,6 \pm 1,03$ в группе исследования против $1,88 \pm 1,05$ в группе контроля), но женщины из группы исследования имели достоверную разницу в паритете: $4,8 \pm 5,36$ беременностей в группе исследования против $2,93 \pm 2,1$ в группе контроля ($p \leq 0,05$); большая часть этих женщин прерывала предыдущие беременности при отсутствии медицинских показаний (группа исследования 77,7%, 115 человек против группы контроля 37,2%, 16 человек, $p \leq 0,05$) и совершала эту манипуляцию неоднократно: среднее количество прерываний беременности при отсутствии медицинских показаний составило $2,6 \pm 3,98$ против $0,7 \pm 1,12$ ($p \leq 0,05$). При этом стоит отметить, что у 11 женщин (7,4%) группы исследования в анамнезе отмечалось более десяти прерываний беременности, в то время как в группе контроля таких женщин не было.

Достоверной разницы при сравнении группы исследования и группы контроля по таким параметрам, как самопроизвольное патологическое прерывание беременности (23%, 34 человека и 20,9%, 9 человек), замершая беременность (7,4%, 11 человек и 9,3%, 4 человека), антенатальная гибель плода (4,1%, 6 человек против отсутствия эпизодов в группе контроля) выявлено не было.

Несмотря на существующие отягощения акушерского анамнеза, большое число прерываний беременностей в прошлом, женщины группы исследования не спе-

Таблица 1. Сроки постановки на учет по беременности

Параметры	Группа исследования n=148	Группа контроля n=43	p*
до 8 недели гестации	5,4% (8)	72,1% (31)	p≤0,05*
до 16 недели гестации	41,9% (62)	23,3% (10)	p>0,05
до 22 недели гестации	22,3% (33)	4,7% (2)	p≤0,05*
до 32 недели гестации	16,9% (25)	-	p≤0,05*
не состояла на учете	14,2% (21)	-	p≤0,05*

Таблица 2. Акушерский анамнез матерей

Параметры	Группа исследования n=148	Группа контроля n=43	p*
недостаточность общей прибавки массы тела при беременности	10,1% (15)	-	p≤0,05*
избыток общей прибавки массы тела при беременности	19,6% (29)	9,3% (4)	p>0,05
гипотония беременных	37,8% (56)	18,6% (8)	p≤0,05*
угроза прерывания беременности	39,2% (58)	32,6% (14)	p>0,05
ранний токсикоз беременных	39,9% (59)	32,6% (14)	p>0,05
поздний гестоз беременных	42,6% (63)	14% (6)	p≤0,05*
оказание акушерских пособий	20,3% (30)	27,9% (12)	p>0,05
родоразрешение путем ЭОКС	16,2% (24)	16,3% (7)	p>0,05
родоразрешение путем ПОКС	1,4% (2)	14% (6)	p≤0,05*
«домашние» роды	10,8% (16)	-	p≤0,05*

Таблица 3. Заболеваемость матерей во время беременности

Параметры	Группа исследования n=148	Группа контроля n=43	p*
соматические заболевания	38,5 (57)	37,2 (16)	p>0,05
социально-значимые заболевания	10,1 (15)	-	p≤0,05*
респираторно-вирусные заболевания	37,8 (56)	41,9 (18)	p>0,05
инфекции, передающимися половым путем	25,7 (38)	3 (7)	p≤0,05*
гипотрофия матери	14,9 (22)	2,3 (1)	p≤0,05*
ожирение матери	11,5 (17)	16,3% (7)	p>0,05

шили вставать на учет в женскую консультацию, а пятая часть исследуемых и вовсе не посещала ее (Таблица 1). Можно предполагать, что столь поздняя постановка на учет носила в том числе и социальный характер: согласно Федеральному закону «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 21.11.2011 N323-ФЗ, прерывание беременности по социальным показаниям допустимо до 22 недель гестации. Именно в эти сроки укладываются более половины женщин из группы исследования.

Согласно данным акушерского анамнеза, приведенным в Таблице 2, можно говорить о том, что беременность матерей из группы исследования протекала менее благоприятно, чем у женщин группы контроля,

что может быть связано с поздней постановкой на учет (Таблица 1) и, следовательно, отсутствием своевременного назначения необходимой медикаментозной терапии. В пользу этого пункта также говорит и достоверно более низкая частота встречаемости плановой операции кесарева сечения в группе исследования (женщины группы исследования не вставали на учет и, следовательно, не получали рекомендаций к данному методу родоразрешения), и достоверно более высокая частота встречаемости родов вне стен родовспомогательного учреждения.

Не вызывает сомнения, что подобный комплекс акушерских проблем не мог быть сформирован на фоне полного здоровья матери (Таблица 3). Каждая шестая

Таблица 4. Социальный анамнез матерей во время беременности

Параметры	Группа исследования n=148	Группа контроля n=43	p*
неадекватное поведение в родах	14,2 (21)	2,3 (1)	p≤0,05*
отказ от ребенка	13,5 (20)	-	p≤0,05*
отсутствие отца ребенка	22,3 (33)	16,3 (7)	p>0,05
обследованность отца ребенка	32,4 (48)	67,4 (29)	p≤0,05*
мать на учете в ПНД	10,1 (15)	-	p≤0,05*
семья на учете социальных служб	14,2 (21)	-	p≤0,05*
высшее образование матери	6,8 (10)	58,1 (25)	p≤0,05*
н/о высшее образование матери	12,2 (18)	16,3 (7)	p>0,05
ср/спец. образование матери	56,8 (84)	25,6 (11)	p≤0,05*
отсутствие образования у матери	24,2 (31)	-	p≤0,05*

женщина из группы исследования плохо питалась, каждая десятая страдала от социально-значимых заболеваний, и в четверти случаев не санировала инфекции, передающиеся половым путем, что не могло не привести к печальным последствиям: достоверно чаще встречающимся интенсивному окрашиванию околоплодных вод меконием, как признаку гипоксии плода (31,8%, 47 детей группы исследования против 11,6%, 5 детей группы контроля p≤0,05) и реализации внутриутробного инфицирования плода МКБ-10 P35-P39 (26,4%, 39 детей группы исследования против 7%, 3 детей группы контроля p≤0,05).

Что может толкнуть женщину на подобное безразличное отношение к собственному здоровью и здоровью будущего ребенка? Согласно данным Таблицы 4, тому были веские социальные основания. Почти четверть женщин группы исследования имела только школьное образование, они достоверно чаще состояли на учете у социальных служб и служб психиатрической помощи. Следует отметить тот факт, что отцы из группы контроля достоверно чаще были обследованы, следовательно, активно принимали участие в планировании беременности.

Кроме того, в группе исследования достоверно чаще (p≤0,05) страдали от токсикологической зависимости: ¾ женщин активно курили во время беременности (75,7%, 112 человек против 27,9%, 12 человек группы контроля), 23%, 34 женщины систематически употребляли алкоголь (p≤0,05), а 9,5%, 14 женщин, были зависимы от ПАВ (p≤0,05), тогда как в группе контроля таких случаев не было отмечено. Помимо указанного выше добровольного употребления токсических веществ, часть женщин испытывала влияние вредных производственных факторов (22,3%, 33 человека в группе исследования и 16,3%, 7 человек в группе контроля), однако разница между группами не была достоверной.

Проведенный анализ взаимосвязанности между некоторыми показателями в группе исследования показал наличие достоверно значимых корреляций. При интерпретации результатов корреляционного анализа представлены абсолютное значение коэффициента корреляции r при степени значимости p≤0,05. Очевидно и не вызывает лишних вопросов обратная связь средней силы между возрастом матери и наличием у нее соматической патологии -0,56. Однако, чем старше была женщина, тем больше у нее было медицинских абортов в анамнезе (прямая корреляция средней силы +0,7), она чаще рожала вне стационара (прямая корреляция средней силы +0,53) и страдала от большой прибавки массы тела во время беременности (прямая корреляция средней силы +0,69). Кроме того, к прямым корреляциям средней силы относились связи между нехваткой набора массы тела и такими параметрами, как отказ от ребенка +0,56; употребление ПАВ +0,5; учет у психиатра +0,62 и социальных служб +0,5. Напротив, большая прибавка массы тела находилась в прямой связи средней силы с социально значимыми заболеваниями +0,56; отказом от постановки на учет +0,53 и домашними родами +0,53. Интересен тот факт, что на учет по беременности не становились женщины, подверженные алкоголизации +0,51 и социальным заболеваниям +0,5; они же предпочитали «домашние» роды +0,59. Женщины, подписавшие отказ от ребенка, чаще состояли на учете у социальных служб +0,55 и у психиатра +0,56; у их ребенка не было отца +0,7; они употребляли ПАВ +0,59. Показателен тот факт, что ранняя постановка на учет до 8 недель гестации и высшее образование были также связаны прямой корреляцией средней силы +0,64.

Обсуждение

Понимание медико-социальных основ преступного поведения — сложный вопрос с огромным количеством противоречивых мнений. Наследственные,

социальные и экологические факторы влияния на ребенка часто переплетаются. Значительный вклад в эту область вносят многочисленные попытки объяснить провоцирующие факторы преступности среди несовершеннолетних [3, 4, 5, 6, 10, 12, 13]. Многие дети претерпевают ранние социальные лишения и невзгоды. Вместо того чтобы неизбежно становиться «убийцами и исполнителями других насильственных преступлений», они вообще избегают преступной деятельности. Так что же толкает детей на совершение противоправных действий? Существуют две широкие теоретические точки зрения — психопатология развития и теория социально неблагополучного жизненного пути [15]. Предыдущая литература предполагает, что сама по себе неблагополучная социально-экономическая среда обитания ребенка-несовершеннолетнего правонарушителя не является надежным независимым фактором риска развития делинквентного поведения [5, 14, 15, 16, 22, 23, 24, 26].

Многочисленные исследования предсказывают антисоциальные поведенческие исходы подростков, но все еще обсуждается, влияет ли антенатальный на них период, и какие переменные на этапе формирования, роста и развития плода приводят к хроническому насилию [5, 7, 10, 20]. Важно понять взаимосвязь между внутриутробными условиями развития ребенка и его преступным поведением, поскольку она будет служить ключом при разработке превентивных программ для семей несовершеннолетних правонарушителей в целях снижения детской и подростковой преступности [7, 20, 24]. Однако ни одно из перечисленных нами исследований не дает полного ответа на вопрос, из-за чего незначительные проблемы с поведением в раннем детском возрасте трансформируются в серьезные насильственные формы поведения у подростков.

Не вызывает сомнения, что неблагоприятные социально-экономические условия проживания семьи на раннем этапе жизни ребенка являются предикторами непоследовательного воспитания, социального и когнитивного дефицита, проблемного поведения, социальной и академической неуспеваемости в школе, девиантных расстройств поведения, что в конечном итоге приводит подростков к противоправным действиям [5]. В нашем исследовании также выявлены достоверные предикаты, указывающие на социальное неблагополучие матери: семьи детей-несовершеннолетних правонарушителей, состояли на учете у социальных служб, а матери недоедали, поздно вставали на учет, страдали от социально-значимых заболеваний и не санированных инфекций, передающимся половым путем.

Исследования Farrington D.P. et al. [6] показали, что наличие молодой матери и низкая вовлеченность отца

в воспитание могут быть звеньями в причинно-следственной цепи формирования противоправного поведения у подростка, что также нашло отражение в нашем исследовании: в исследуемой группе часть женщин была находилась в неблагоприятном фертильном возрасте, а отцы детей не обследовались, а, следовательно, не имели интереса к планированию данной семьи. Выявленные в ходе исследования поздний срок постановки на учет, неадекватное поведение в родах, систематическая нехватка питательных элементов, токсический стресс, отказ от ребенка говорит нам о хроническом стрессе, испытываемом матерью ребенка-несовершеннолетнего правонарушителя. Воздействие стрессовых событий в первые 18 недель беременности вне зависимости от постнатального стресса показало ассоциацию с последующей общей и экстернализирующей заболеваемостью, а также делинквентным поведением у детей-несовершеннолетних правонарушителей [20]. Если мать находится в состоянии стресса, тревоги или депрессии во время беременности, ее ребенок подвергается повышенному риску возникновения ряда проблем, включая эмоциональные проблемы, СДВГ, расстройство поведения и нарушение когнитивного развития [7]. По мнению Glover V. [7], не все дети, перенесшие внутриутробно влияние материнского стресса, страдают, и те, кто страдает, страдают по-разному. Однако любое увеличение риска имеет большое клиническое значение. Важно отметить, что не только диагностируемые нарушения могут повлиять на развитие плода, но и ряд симптомов стресса, тревоги и депрессии, включая плохие отношения с партнером [7], как, например, отсутствие вовлеченности в жизнь ребенка отца, выявленное в ходе нашего исследования.

В свою очередь, материнская депрессия, влияет на траекторию поведенческого развития ребенка: воздействие антенатальных хронических стрессов может быть, одним из основных механизмов взаимоотношений детской преступности, влияя на системы регуляции эмоций [6, 11].

Наиболее значимые семейные факторы риска для развития у ребенка противоправного поведения, по мнению Mann E.A., Reynolds A.J. [13], включали низкий социально-экономический статус, плохие жилищные условия и низкий уровень образования. Однако самым сильным фактором, связанным с противоправным поведением у детей, явилось пренебрежение заботой о ребенке [13]. Выявленные в ходе нашего исследования такие предикаты материнского поведения, как токсикологическая зависимость, отсутствие образования у матери, нахождение на учете в ПНД и у социальных служб, наличие не курированных социально-значимых заболеваний, гипотрофия матерей, говорили о возможном низком уровне заботы о ребенке в будущем.

Полученные в ходе нашего исследования достоверные предикаты, характеризующие матерей несовершеннолетних нарушителей, говорили не только о трудном социально-экономическом положении семьи, но и давали основание задуматься о неблагоприятном течении антенатального периода. В частности, частые искусственные прерывания беременности в группе исследования могли приводить к состоянию хронической гипоксии плода, ведь, как известно, искусственное прерывание беременности вне зависимости от его характера, приводит к развитию плацентарной недостаточности [1]. В свою очередь, хроническая плацентарная недостаточность сопровождается гипоксией, задержкой роста плода и является одной из причин нарушений нервно-психического развития ребенка [1]. В пользу теории о хроническом кислородном внутриутробном голодании ребенка говорят и такие выявленные предикаты, как недостаточность общей прибавки массы тела при беременности, гипотония беременных, поздний гестоз беременных, токсикологическая зависимость, интенсивное окрашивание околоплодных вод меконием и реализация внутриутробного инфицирования плода за счет течения социально-значимых заболеваний и инфекций, передающимися половым путем [1, 7, 20]. Помимо этого, инфекции беременных могли привести к прямому повреждению нейронов и нервных клеток-предшественников или косвенному повреждению через активацию микроглии и астроцитов, вызывая выработку цитокинов и окислительный стресс, изменяя выработку серотонина плацентой, что может нарушить передачу сигналов нейромедиаторов в развивающемся мозге [2]. Клинически выявить эти тонкие повреждения головного мозга плода сложно.

Кроме того, у детей-несовершеннолетних правонарушителей имелись предпосылки интранатальной травматизации в силу неадекватного поведения матери в родах и высокой частоты встречаемости «домашних» родов, что, в свою очередь, вызывает поражение головного мозга ребенка за счет гипоксически-ишеми-

ческих процессов, активации перекисного окисления липидов и нарушения нейротрансмиттерной передачи и могло приводить к делинквентному поведению в будущем [9, 18]. Неудовлетворительное питание матери, выявленное как предикат группы исследования, могло вызвать белково-энергетическую недостаточность с нарушением получения энергетического субстрата для адекватного нейрогенеза [1].

Интересно рассмотреть полученные данные с точки зрения эволюционной истории. В стрессовой среде нашим предкам было выгодно с точки зрения выживаемости популяции иметь более бдительных (тревожных), агрессивных, с легко отвлекаемым вниманием (СДВГ), с ускоренным двигательным развитием детей. Но в современном мире некоторые из этих изменений могут быть дезадаптивными и вызывать проблемы для социализации ребенка и его семьи [7].

Заключение

Подводя итог сказанному выше, мы можем прийти к выводу, что не только социально неблагоприятная среда ответственна за формирование менталитета ребенка-преступника, и не только окружение толкает его на нарушение закона: перед нами целый симптомокомплекс медико-социальных проблем, которые начинаются еще на этапе внутриутробного формирования маленького человека и лишь усугубляются в дальнейшем. Улучшая фертильное здоровье женщин, социальную и акушерско-гинекологическую помощь, мы сможем изменить здоровье нации.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи. **Источник финансирования:** авторы заявляют о финансировании проведенного исследования из собственных средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акушерство. Национальное руководство/Под ред. Э.К. Айламазяна, В.Н. Серова, В.Е. Радзинского, Г.М. Савельевой.-М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. -с.129.
2. Al-Haddad B.J.S., Oler E., Armistead B. et al., The fetal origins of mental illness. Am J Obstet Gynecol. 2019 Dec; 221(6):549–562. doi: 10.1016/j.ajog.2019.06.013.
3. Cheung C-K, Ngai N-P, Ngai SS-Y. Family strain and adolescent delinquency in two Chinese cities, Guangzhou and Hong Kong. J Child Fam Stud. 2007;16(5):626–641. <https://doi.org/10.1007/s10826-006-9112-3>
4. Deng S, Roosa MW. Family influences on adolescent delinquent behaviors: applying the social development model to a Chinese sample. Am J Community Psychol. 2007; 40(3–4): 333–344. <https://doi.org/10.1007/s10464-007-9133-0>
5. Dodge KA, Greenberg MT, Malone PS Conduct Problems Prevention Research Group Testing an idealized dynamic cascade model of the development of serious violence in adolescence. Child Development. 2008; 79:1907–1927. doi: 10.1111/j.1467-8624.2008.01233.x
6. Farrington DP, Jolliffe D, Loeber R, Stouthamer-Loeber M, Kalb LM. The concentration of offenders in families, and family criminality in the prediction of boys' delinquency. J Adolesc. 2001;24(5):579–596. doi: 10.1006/jado.2001.0424

7. Glover V. The effects of prenatal stress on child behavioural and cognitive outcomes start at the beginning. In: Tremblay RE, Boivin M, Peters RDeV, eds. Glover V, topic ed. Encyclopedia on Early Childhood Development [online]. <https://www.child-encyclopedia.com/stress-and-pregnancy-prenatal-and-perinatal/according-experts/effects-prenatal-stress-child>. Updated: April 2019. Accessed 28 November 2021. Stress and pregnancy (prenatal and perinatal)
8. Haynie DL, Osgood DW. Reconsidering peers and delinquency: how do peers matter? *Soc Forces*. 2005;84(2):1109–1130. <https://doi.org/10.1353/sof.2006.0018>
9. Huang J, Zhu T, Qu Y, Mu D. Prenatal, Perinatal and Neonatal Risk Factors for Intellectual Disability: A Systemic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2016;11(4): e0153655.
10. Huebner AJ. Adolescent risk behavior patterns: effects of structured time-use, interpersonal connections, self-system characteristics, and socio-demographic influences. *Child Adolesc Soc Work J*. 2004;21(6):647–668. <https://doi.org/10.1007/s10560-004-6409-1>
11. Kim P, Evans GW, Angstadt M, Ho SS, Sripada CS, et al. Effects of childhood poverty and chronic stress on emotion regulatory brain function in adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2013;110(46): 18442–18447. <https://doi.org/10.1073/pnas.1308240110>
12. Koolhof R, Loeber R, Wei EH, Pardini D, D'seury AC. Inhibition deficits of serious delinquent boys of low intelligence. *Crim Behav Ment Health*. 2007;17(5):274–292. doi: 10.1002/cbm.661
13. Mann EA, Reynolds AJ. Early intervention and juvenile delinquency prevention: evidence from the Chicago Longitudinal Study. *Soc Work Res*. 2006;30(3):153–167. <https://doi.org/10.1093/swr/30.3.153>
14. McCoy D. Ch., Roy A.L., Raver C.C. Neighborhood crime as a predictor of individual differences in emotional processing and regulation *Dev Sci*. 2016 Jan; 19(1): 164–174. doi: 10.1111/desc.12287
15. Mersky JP, Topitzes J, Reynolds AJ. Unsafe at any age linking childhood and adolescent maltreatment to delinquency and crime. *J Res Crime Delinquen*. 2012;49(2):295–318. doi: 10.1177/0022427811415284
16. Moffitt TE. The new look of behavioral genetics in developmental psychopathology: gene-environment interplay in antisocial behaviors. *Psychol Bull*. 2005;131(4):533. doi: 10.1037/0033-2909.131.4.533
17. Najman JM, Hayatbakhsh MR, McGee TR, Bor W, O'Callaghan MJ, Wil-liams GM. The impact of puberty on aggression/delinquency: adolescence to young adulthood. *Aust NZJ Criminol*. 2009;42(3):369–386. doi: 10.1016/j.adolescence.2018.03.003
18. Nemerimana M., Chege M.N., Odhiambo E.A. Risk Factors Associated with Severity of Nongenetic Intellectual Disability (Mental Retardation) among Children Aged 2–18 Years Attending Kenyatta National Hospital. *Neurol Res Int*. 2018; 2018: 6956703. doi: 10.1155/2018/6956703
19. Raver CC. Placing emotional self-regulation in sociocultural and socioeconomic contexts. *Child Development*. 2004; 75(2): 346–353. doi: 10.1111/j.1467–8624.2004.00676.x
20. Robinson M., Mattes E., Oddy W.H. al., Prenatal stress and risk of behavioral morbidity from age 2 to 14 years: the influence of the number, type, and timing of stressful life events, *Dev Psychopathol.*, 2011 May;23(2):507–20. doi: 10.1017/S0954579411000241.
21. Sidebotham P, Fraser J, Covington T, et al. . Understanding why children die in high-income countries. *Lancet* 2014;384:915–27. doi: 10.1016/S0140–6736(14)60581-X
22. Swisher R.R., Dennison C h.R. Educational Pathways and Change in Crime Between Adolescence and Early Adulthood. *J Res Crime Delinq*. 2016 Nov; 53(6): 840–871. doi: 10.1177/0022427816645380
23. Szegda K.L., Bertone-Johnson E.R., Pekow P., Powers S., Markenson G., Dole N., Chasan-Taber L. Prenatal Perceived Stress and Adverse Birth Outcomes Among Puerto Rican Women. *J. Women's Health*. 2018; 27:699–708. doi: 10.1089/jwh.2016.6118
24. "Taskiran S, Mutluer T, Tufan AE, Semerci B. Understanding the associations between psychosocial factors and severity of crime in juvenile delinquency: a cross-sectional study *Neuropsychiatric Disease and Treatment* 2017;13 1359–1366 doi: 10.2147/NDT.S129517"
25. Wadhwa P.D., Sandman C.A., Porto M., Schetter C.D., Garite T.J. The association between prenatal stress and infant birth weight and gestational age at birth: A prospective investigation. *A m.J. Obstet. Gynecol*. 1993; 169:858–865. doi: 10.1016/0002–9378(93)90016-C.
26. Wright BRE, Younts CW. Reconsidering the relationship between race and crime: positive and negative predictors of crime among African American youth. *J Res Crime Delinquen*. 2009 doi:10.1177/0022427809335170

© Яхиева-Онихимовская Дарья Алиевна (elven5@yandex.ru), Колесникова Софья Михайловна (sofia_03@mail.ru),

Чижова Галина Всеволодовна (res@ipksz.khv.ru), Филиппова Валентина Васильевна (fuw@ipksz.khv.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

Afonina E. — Clinical resident, Tambov State University named after G.R. Derzhavin
afonina.ekaterina-2012@yandex.ru

Agureev I. — National Research University "MPEI"
universe@mpei.ac.ru

Agureev I. — National Research University "MPEI"
universe@mpei.ac.ru

Akbasheva E. — Senior Teacher, Kabardino-Balkarian State University, Nalchik
akbash_e@mail.ru

Akbasheva G. — Senior Teacher, Kabardino-Balkarian State University, Nalchik
galina_akbash@mail.ru

Alieva L. — Doctor of Philosophy in Biology, Institute of Microbiology of the Ministry of Science and Education of Azerbaijan, Baku
lalaalieva75@mail.ru

Altan M. — Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky

Anton S. — Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky

Azadalieva S. — Lecturer, Sumgayit State University
azadelievaseadet@gmail.com

Babayeva I. — Doctor of Philosophy in Biology, Associate Professor, Institute of Microbiology of the Ministry of Science and Education of Azerbaijan, Baku
babayevairada@mail.ru

Balakireva E. — Professor, Belgorod State University Medical Institute

Belyaeva Yu. — Assistant, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky

Blinova V. — CM, Saratov SMU n.a.V.I. Razumovsky

Blokhin I. — Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky

Bocharnikov D. — Obstetrician-gynecologist, chief physician of GBUZ "Penza City Maternity Hospital", Penza
roddom@sura.ru / pgrd1@mail.ru

Bogdanova T. — CM, Associate Professor, Saratov SMU n.a. V.I. Razumovsky

Cherdantseva E. — Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk

Cheremisin A. — Cand. geogr. sciences, associate professor, Polar State university N.M. Fedorovsky, Norilsk

Cherevatova T. — Candidate of Economic Sciences, Academy of Civil Protection of the EMERCOM of Russia named after Lieutenant General D.I. Mikhailik
chtf@inbox.ru

Chernyshev A. — Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Pyatigorsk Institute (branch) of the North-Caucasus Federal University
achernyshev@ncfu.ru

Chernyshev A. — Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Pyatigorsk Institute (branch) of the North-Caucasus Federal University
achernyshev@ncfu.ru

Chernysheva E. — Associate Professor, Doctor of Medical Sciences, Astrakhan State Medical University

Chizhova G. — Regional State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education Institute for Advanced Training of Healthcare Professionals, Khabarovsk
rec@ipkszh.khv.ru

Churilov I. — Postgraduate student, Tver State medical university
churilov1994@mail.ru

Dokshokov G. — Postgraduate student, Tver State medical university
kuchi21@bk.ru

Dorogobed A. — Candidate of technical sciences., Ukhta state technical university
ahudozhilova@ugtu.net

Duskaev G. — Doctor of Biological Sciences, Orenburg State University

Filippova V. — Regional State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education Institute for Advanced Training of Healthcare Professionals, Khabarovsk
fuv@ipksz.khv.ru

Gagloev V. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Medical Institute of the National Research University "Belgorod State University

Gerasin A. — Postgraduate student, Tver State medical university
wolf692008@yandex.ru

Grebennikov O. — Cand. of agricultural sciences, associate professor, Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk

Gvozdikova A. — Candidate of Biological Sciences, Orenburg State University

Huseynova S. — PhD in Biology, Senior Lecturer, Baku State University
aliyeva.senem@mail.ru

Isayeva V. — Researcher at the Institute of Microbiology of the Ministry of Science and Education of Azerbaijan, Baku
isayevavusale33@gmail.com

Jafarov M. — Doctor of Biological Sciences, Professor, Institute of Microbiology under the Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan
cafarov.67@mail.ru

Kalibatov A. — Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky

Karsakov V. — Saratov SMU n.a. V.I. Razumovsky

Kartekenov K. — Candidate of Biological Sciences, Orenburg State University

Kazakov A. — Tver State medical university
andre_kazakov@mail.ru

Kireev D. — Cand. those. Sciences, Institute for the Training of Personnel in Mechanical Engineering and Instrument Engineering, Korolev
kaf34@yandex.ru

Kolesnikova S. — Regional State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education Institute for Advanced Training of Healthcare Professionals, Khabarovsk
sofhia_03@mail.ru

Kondrashkin I. — Saratov SMU n.a. V.I. Razumovsky

Kondrashkin I. — Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky

Kopytov V. — Doctor of Technical Sciences, Professor, North-Caucasus Federal University
v.kopytov@infocom-s.ru

Kopytov V. — Doctor of Technical Sciences, Professor, North Caucasian Federal University
v.kopytov@infocom-s.ru

Kornienko V. — Senior lecturer, Donetsk National University
kornienkovo@mail.ru

Koryagina N. — Associate Professor, Candidate of Agricultural Sciences, Penza State Agrarian University
koryagina.n.v@pgau.ru

Koryagin Yu. — Associate professor, candidate in Agricultural Sciences, Penza State Agrarian University
koryagin.y.v@pgau.ru

Koryakin A. — Teacher, North-Eastern Federal University, Yakutsk
al9997@mail.ru

Kozhevnikova P. — Candidate of technical sciences,
Ukhta state technical university
aira_dark@list.ru

Kuksenok D. — Postgraduate student, BSTU «VOENMEH»
after by D.F. Ustinov
kdsflash@gmail.com

Kulikova E. — Candidate of Biological Sciences, Penza
State Agrarian University
kulikova.e.g@pgau.ru

Kuntsev V. — Candidate of technical sciences, Ukhta state
technical university
vkuntsev@ugtu.net

Kuzmichev B. — Candidate of Medical Sciences,
Astrakhan State Medical University

Kuzmichev V. — Radiologist, Astrakhan State Medical
University

Kuzmin V. — Professor, MIREA - Russian Technological
University
vik271935@yandex.ru

Kvan O. — Candidate of Biological Sciences, Orenburg
State University
kwan111@yandex.ru

Lesnichenko M. — Moscow State Bauman Technical
University, Moscow
kaf34@yandex.ru

Lesnichenko R. — Cand. those. Sciences, Institute for
the Training of Personnel in Mechanical Engineering and
Instrument Engineering, Korolev
kaf34@yandex.ru

Linets G. — Doctor of Technical Sciences, Professor, North-
Caucasus Federal University

Lyapina E. — MD, Professor, Saratov SMU n.a. V.I.
Razumovsky

Makarov A. — Doctor of Technical Sciences, Professor,
Pyatigorsk State University
mellin_22@mail.ru

Maksimova E. — Associate Professor, Irkutsk State
University
evgen_max@list.ru

Mammadova A. — Doctoral student, Institute of
Microbiology of the Ministry of Science and Education of
Azerbaijan, Baku
19esmerka90@mail.ru

Mandritsa I. — Doctor of Economics, Associate Professor,
North-Caucasus Federal University
d_artman@mail.ru

Mandritsa I. — Doctor of Economics, Associate Professor,
North-Caucasus Federal University
d_artman@mail.ru

Medzidov S. — Postgraduate student, Tver State medical
university
medzhidovsibir81@gmail.com

Meshchurova T. — PhD (Biology), senior researcher, Ural
State Research Institute of Regional Ecological Problems
tmeshurova@mail.ru

Miklyaev S. — PhD, Associate Professor, Tambov State
University named after G.R. Derzhavin
miklaev@mail.ru

Mochalov V. — Doctor of Technical Sciences, Professor,
North-Caucasus Federal University

Musaev N. — Dentist-orthopedist LLC "Nadezhda";
applicant, Samara State Medical University
musaev163@rambler.ru

Oskolkova A. — MD, Professor, Saratov SMU n.a. V.I.
Razumovsky

Ostanin M. — Obstetrician-gynecologist, candidate, Penza Institute of Advanced Training of Doctors – branch of the Federal state budgetary educational Institution of Additional Professional Education "Russian Medical Academy of Continuing Professional Education"; State Medical Institution "Penza city maternity Hospital"; Penza City Maternity Hospital, Penza
roddom@sura.ru / pgrd1@mail.ru

Paramonov A. — Graduate student, MIREA - Russian Technological University
paramonov_a_a99@mail.ru

Parshin A. — Candidate of Medical Sciences, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky

Pimanov A. — Technical Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Northeastern Federal University named after M. K. Ammosov" in Neryungri

Polidanov M. — Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky
maksim.polidanoff@yandex.ru

Pomortsev P. — Cand. those. Sciences, Associate Professor, Institute for the Training of Personnel in Mechanical Engineering and Instrument Engineering, Korolev
kaf34@yandex.ru

Portnyagina A. — Perm State University
amp1999.10@mail.ru

Potapova I. — Postgraduate student, Volgograd State University
ipotapova28@mail.ru

Prokopenko N. — Candidate of Medical Sciences, Astrakhan State Medical University

Rakhmatullov F. — Cardiologist, MD, Professor, Medical Institute of PSU, Penza
pgu-vb2004@mail.ru

Reznikov D. — North-Caucasus Federal University

Rodiontsev N. — Senior Lecturer, Tyumen Industrial University, Nizhnevartovsk
nic_rodionsev@mail.ru

Ryzhikov S. — National Research University "MPEI"
universe@mpei.ac.ru

Ryzhikov S. — National Research University "MPEI"
universe@mpei.ac.ru

Salov I. — Doctor of Medical Sciences, Professor, Honored Doctor of the Russia, Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky

Sashenkova S. — Associate Professor, Candidate of Biological Sciences, Penza State Agrarian University
sashenkova.s.a@pgau.ru

Shtekhman Alina Igorevna — Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk

Smirnov S. — Doctor of Technical Sciences, professor, Moscow State Technical University them. N.E. Bauman
smirnovsn@bmstu.ru

Sokolova N. — Associate professor, Tver State medical university
nsokolova1711@gmail.com

Sokolov S. — Clinic S-MED Lux (LLC "Alliance")

Sukhareva T. — PhD, senior researcher, Institute of North Industrial Ecology Problems, Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity
s.tat.a@mail.ru

Sultanova O. — Assistant, Astrakhan State Medical University
oksanka.sultanova@mail.ru

Sultanova S. — Astrakhan State Medical University

Sushchenko A. — MD, Professor, Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko
avs270270@mail.ru

Tcherezova A. — Perm State University
r.anny654red@gmail.com

Tikhonya A. — Belgorod State University Medical Institute

Tishchenko E. — Doctor of Economics, Professor, Rostov State University of Economics (RINH)

Tlupov I. — Kabardino-Balkarian State University, Nalchik
tlupovislam@gmail.com

Tolmachev A. — Postgraduate student, BSTU «VOENMEH»
after by D.F. Ustinov
pifonepaf@gmail.com

Tronina V. — Perm State University
vera_tronina@mail.ru

Tulinov A. — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Medical Institute of National Research University "Belgorod State University

Tyapkina D. — Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky

Tyapkina D. — Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky

Tyryshkin Vitaly Andreevich—Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk

Vasiliev A. — National Research University "MPEI"
universe@mpei.ac.ru

Vasiliev A. — Senior Lecturer, National Research University "MPEI"
universe@mpei.ac.ru

Vazhov S. — Cand. biol. sciences, associate professor, Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk
vazhov49@mail.ru

Vazhov V. — Doctor of agricultural sciences, professor, Shukshin Altai State University for Humanities and Pedagogy, Biysk

Vinogradova O. — Obstetrician-gynecologist, MD, Penza Institute of Advanced Training of Doctors – branch of the Federal state budgetary educational Institution of Additional Professional Education "Russian Medical Academy of Continuing Professional Education"; State Medical Institution "Penza city maternity Hospital" Penza

Vladimir M. — Corporate Information Systems, Institute of Information Technology Russian Technological University MIREA, Moscow
vldmsn@yahoo.com

Vladislav A. — Resident of Belgorod State University Medical Institute
vladislavdubrova@yandex.ru

Vyzhanova A. — Tambov State University named after G.R. Derzhavin
alya.vyzhanova@inbox.ru

Yaitsky A. — Senior lecturer, Samara State University of Social Sciences and Education
yaitsky@sgspu.ru

Yakhieva-Onikhimovskaia D. — Regional State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education Institute for Advanced Training of Healthcare Professionals, Khabarovsk
elven5@yandex.ru

Yatsyshen V. — Professor, Volgograd State University
yatsyshen.valeriy@volsu.ru

Zagartdinov B. — National Research University "MPEI"
me@vaire.lt

Zhuravleva M. — Master's student, Irkutsk State University
marina-zhuravleva2222@yandex.ru

Zlobina E. — Postgraduate student, South Ural State Medical University
fluchi@mail.ru

Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакционная коллегия 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).

