

ISSN 2223-2966



СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 8 2019 (АВГУСТ)

Учредитель журнала
Общество с ограниченной ответственностью
«НАУЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Журнал издается с 2011 года.

Редакция:

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

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

Издатель:

Общество с ограниченной ответственностью
«Научные технологии»

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

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

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

Научно-практический журнал

Scientific and practical journal

(BAK 05.13.00, 03.02.00, 14.01.00)



В НОМЕРЕ:

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

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

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

Журнал отпечатан в типографии
ООО «КОПИ-ПРИНТ» тел./факс: (495) 973-8296
Подписано в печать 25.08.2019 г. Формат 84x108 1/16
Печать цифровая Заказ № 0000 Тираж 2000 экз.

ISSN 2223-2966



Редакционный совет

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Общая биология

Акимбеков Н., Жубанова А. — Скрининг микроорганизмов, обладающих высокой солюбилизирующей активностью в отношении бурого угля Казахстана
Akimbekov N., Zhubanova A. — Screening of microorganisms with high solubilizing activity against brown coal of Kazakhstan7

Германова С. Е., Самброс Н. Б., Петухов Н. В., Петровская П. А., Кочнева М. В. — Комплексная оценка влияния промышленных объектов нефтегазовой отрасли на природные и искусственные экосистемы
Germanova S., Sambros N., Petukhov N., Petrovskaya P., Kocheva M. — Complex assessment of the impact of industrial facilities of the oil and gas industry on natural and artificial ecosystems..... 11

Жукова М. В. — Уровень содержания и особенности распределения меди в почвах г. Сызрани
Zhukova M. — The content and features of the distribution of copper in soils of Syzran..... 16

Кулясова О. А., Шишкин А. М., Разманова В. Е. — Динамика фитомассы трав и кустарничков в напочвенном покрове сосновых культур, созданных на вырубках березняков
Kulyasova O., Shishkin A., Razmanova V. — Dynamics of the phytomass of herbs and forbs in the ground cover of pine culture created on felling of birch forests 20

Лунев М. И., Баранов А. П. — Оценка последствий длительного применения высоких доз осадков сточных вод методом биотестирования почвы
Lunev M., Baranov A. — Assessment of the aftereffects of long-term use of high doses of sewage sludge through soil bioassay 26

Информатика, вычислительная техника и управление

Аханова М. А., Овчинникова С. В., Платонов Д. В. — Математическое моделирование подземного хранения газа в водоносном купольном пласте
Akhanova M., Ovchinnikova S., Platonov D. — Mathematical modeling of underground gas storage in aquarius dome plate..... 31

Богомолов В. А., Первухин И. Д. — Создание автоматизированной системы для мониторинга, сбора и обработки статистики для защищенной корпоративной сети КНИТУ
Bogomolov V., Pervehin I. — Creating an automated system for monitoring, collection and processing statistics for a protected corporate network KNITU..... 35

Гузик В. Ф., Прилип В. А., Черный С. А., Шестаков А. В. — Организация когнитивных систем, совмещенных с функциональными моделями
Guzik V., Prilip V., Chyrnyy S., Shestakov A. — The organization of cognitive systems, combined with functional models..... 43

Еремин А. В. — Исследование быстрорелаксирующих температурных возбуждений, вызываемых сверхкороткими импульсами лазерного излучения
Eremin A. — Research on fast relaxing temperature excitations caused by ultrashort laser pulses 47

Каширская Е. Н., Самусев С. А. — Переходные процессы при балансировке шлифовального круга
Kashirskaya E., Samusev S. — Transition processes at balancing the grinding wheel..... 53

Кожевников А. А., Жилина Н. М., Данцигер Д. Г., Власенко А. Е. — Описание методики оценки и принятия решений в сфере здравоохранения
Kozhevnikov A., Zilina N., Dantsiger D., Vlasenko A. — The description of method of assessment and decision-making in health sector..... 58

Кряженков К. Г. — Цифровое рабочее место в образовательной организации	Нгуен Тхань Туан — Выбор вида модели теплообмена асфальтобетона в процессе транспортировки
<i>Kryagenkov K.</i> — A functional diagram of digital workspace in an educational institution 66	<i>Nguyen Thanh Tuan</i> — Choice of model heat exchange asphalt concrete in transportation process..... 97
Кузнецов В. В. — Интеллектуальный метод построения двумерных карт местности, основанный на использовании ансамбля классификаторов, обучаемых с применением методик глубокого обучения	Николаев В. В., Кулакова Т. А. — О тенденциях изменения киберугроз в финансово-кредитной сфере по данным банка России
<i>Kuznetsov V.</i> — Intelligent method for building two-dimensional cards of the locality, based on the use of the carding of the classifier ensemble, trained with the application of the deep education method 70	<i>Nikolaev V., Kulakova T.</i> — On tendencies of changing cyber threats in financial and credit sphere according to the data of bank of Russia..... 102
Кулик С. Д. — Формирование компетенций студентов при изучении различных дисциплин с элементами системного анализа	Поляничко М. А. — Методика оценки совокупной ценности информационных активов при оценке рисков от инсайдерских угроз информационной безопасности
<i>Kulik S.</i> — Competences forming for training students for disciplines with elements of system analysis 73	<i>Polyanichko M.</i> — Method of estimating the total value of information assets when assessing the risks from insider threats to information security 107
Мансуров А. В., Щетинин Д. С. — Решение для автоматизированного выявления и предупреждения аномалий маршрутной информации, распространяемой по протоколу BGP-4	Проценко И. Г. — Электронный промысловый журнал для отчетности рыболовных судов
<i>Mansurov A., Schetinin D.</i> — Automatic detection and distribution prevention of incorrect BGP-4 routing information 78	<i>Protsenko I.</i> — E-the logbook reporting fishing vessels 111
Марков П. В. — Групповая классификация разностных схем параболических дифференциальных уравнений одно- и двухфазной фильтрации в пористых средах	Ромашкова О. Н., Бахтиярова Е. А., Каргулова А. Н., Аныкбаев Б. Е. — Анализ методов исследования для оценки качества сообщений устной казахской речи
<i>Markov P.</i> — Group classification of difference schemes of parabolic differential equations of one- and two-phase flow in porous media..... 85	<i>Romashkova O., Bakhtiyarova Y., Kargulova A., Anykbaev B.</i> — Analysis of research methods to assess the output quality of the oral speech of the Kazakh..... 117
Миловидова А. А., Черемисина Е. Н., Добрынин В. Н., Соколов И. А. — Многоагентное управление процессом переработки сырья в условиях информационной неопределенности	Ромашкова О. Н., Бахтиярова Е. А., Аныкбаев Б. Е., Каргулова А. Н. — Анализ разборчивости речи в сетях оперативно-технологической связи на участках железнодорожного транспорта республики Казахстан
<i>Milovidova A., Cheremisina E., Dobrynin V., Sokolov I.</i> — Multiagent control of technological processes in conditions of information uncertainty..... 91	<i>Romashkova O., Bakhtiyarova Y., Anykbaev B., Kargulova A.</i> — Analysis of speech intelligibility in networks of operational and technological communication on sections of railway transport of the republic of Kazakhstan..... 122

- Суворов А. П.** — Эффективное удаление элементов из массива
Suvorov A. — Effective removal of elements from an array 128
- Умярова Р. М., Мингазова Н. М.** — Базы данных экологической оценки водных объектов по физико-химическим показателям
Umyarova R., Mingazova N. — Databases of environmental evaluation of water objects by physical and chemical indicators..... 132
- Чекотило Е. Ю., Просвирина Д. А., Кичигина О. Ю.** — Информационно-аналитическая система управления финансовыми ресурсами программы развития опорного вуза
Chekotilo E., Prosvirina D., Kichigina O. — Analysis and information financial management system for flagship university's development program..... 136
- Клиническая медицина
- Атаева А. А., Атаева Д. А.** — Возможности препарата «Экспортал» в лечении пациентов с циррозом печени и печеночной энцефалопатией
Ataeva A., Ataeva J. — The possibilities of "Exportal" in the treatment of patients with liver cirrhosis and hepatic encephalopathy 140
- Байриков И. М., Блохина Е. В.** — Использование медицинского препарата «Гемоблок ДЕНТ» у больных с гемофилией в стоматологии
Bayrikov I., Blokhina E. — The use of medical drug "Hemoblock DENT" in patients with hemophilia in dentistry 146
- Виннер А. А., Нефедова А. А.** — Одномоментная имплантация как профилактика атрофии альвеолярного гребня
Winner A., Nefedova A. — One-stage implantation as a prevention of an alveolar ridge atrophy 149
- Вишнякова Н. А., Янин В. А., Копылов Ф. Ю.** — Распространенность фибрилляции предсердий по данным метода одноканальной электрокардиографии с дистанционной передачей данных
Vishnyakova N., Yanin V., Kopylov F. — The atrial fibrillation prevalence according to the method of single-lead electrocardiography with data remove transfer 154
- Жулёв Е. Н., Ростов А. В., Ростов А. А.** — Изучение остаточной мощности после лазерного облучения корневых каналов удалённого моляра человека
Zhulev E., Rostov A., Rostov A. — Study of the residual power after laser irradiation of the root canals of a remote human molar..... 162
- Журман В. Н., Елисеева Е. В., Волков М. В., Табакаров П. С.** — Особенности заболеваемости раком яичников в Приморском крае
Zhurman V., Eliseeva E., Volkov M., Tabakarov P. — Features of morbidity of ovarian cancer in the Primorsky Krai 165
- Завертайло Л. Л., Тарасенко Л. Л., Арсланов О. З., Казимагомедова Н. К.** — Острый респираторный дистресс синдром: обзор доказательных исследований
Zavertaylo L., Tarasenko L., Arslanov O., Kazimagomedova N. — Acute respiratory distress-syndrome: a review of evidence-based research 169
- Лавренюк В. В., Рязанова Е. В., Лунева М. А.** — Аналитический обзор основных эпидемиологических показателей по туберкулезу в Приморском крае с 2017 по 2018 гг
Lavrenyuk V., Ryazanova E., Luneva M. — Analytical review of the main epidemiological indicators for tuberculosis in Primorsky Krai from 2017 to 2018..... 177
- Лоос Ю. Г., Макеева И. М.** — Сравнительный анализ качества обработки резорбированного участка с помощью различных методов ирригации
Loos Yu., Makeeva I. — Comparative analysis of the processing quality of the resorbed area using various irrigation methods 184

Пилипенко Н. Д. — Прогноз ортодонтического лечения пациентов с глубоким прикусом	
<i>Pilipenko N.</i> — Prognosis for treatment of orthodontic patients with deep overbite	189
Плечев В. В., Ишметов В. Ш., Юсупов Р. Х. — Улучшение лечения аневризмы брюшной аорты при помощи стент графта	
<i>Plechev V., Ismetov V., Yusupov R.</i> — Improving the treatment of abdominal aortic aneurysm using stent graft.	193
Руина О. В., Коньшклина Т. М., Борисов В. И., Мельниченко О. В., Ежова Е. И., Цопова М. А., Полякова В. В. — Фармакоэкономический анализ антибиотикотерапии больных сахарным диабетом 2 типа, осложненного синдромом диабетической стопы 2 степени по Вагнеру	
<i>Ruina O., Konishkina T., Borisov V., Melnichenko O., Ezhova E., Tsopova M., Polyakova V.</i> — Pharmaco-economic analysis of antibioticotherapy for patients with diabetes mellitus type 2 complicated with diabetic stop syndrome of 2 degrees by Wagner	198
Сабитова Д. А. — НПВП-ассоциированные гастропатии: актуальное состояние проблемы, возможности профилактики терапевтического лечения	
<i>Sabitova D.</i> — NSAID-associated gastropathy: current status, problems, possibilities of prevention of therapeutic treatment	203
Чам К. Г., Раскин Г. А., Винокуров В. Л., Гелбутовская С. М., Лисянская А. С. — Результаты исследования диагностической и прогностической значимости микросателлитной нестабильности у больных эндометриоидной аденокарциномой эндометрия	
<i>Cham K., Raskin G., Vinokurov V., Gelbutovskaya S., Lisyanskaya A.</i> — And prognostic significance of microsatellite instability in patients with cancer endometri	208
<hr/>	
Информация	
Наши авторы. Our Authors.	215
Требования к оформлению рукописей и статей для публикации в журнале	219

СКРИНИНГ МИКРООРГАНИЗМОВ, ОБЛАДАЮЩИХ ВЫСОКОЙ СОЛЮБИЛИЗИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТЬЮ В ОТНОШЕНИИ БУРОГО УГЛЯ КАЗАХСТАНА

SCREENING OF MICROORGANISMS WITH HIGH SOLUBILIZING ACTIVITY AGAINST BROWN COAL OF KAZAKHSTAN

**N. Akimbekov
A. Zhubanova**

Summary. Two cultures of microorganisms producing biosurfactants with targeted metabolic activity, i.e. the ability to biosolubilize brown coal were selected. They were identified as *Bacillus* sp. RKB2 and *Providencia* sp. RKB10. It has been shown that cultures in the process of biosolubilization actively generate on media with a high content of brown coal, and the adaptation phase of growth for these microorganisms did not exceed 24 hrs. The maximum biomass growth was observed when the concentration of brown coal in the medium was 5%.

Keywords: Brown coal, bacteria, biosolubilization..

Акимбеков Нуралы

*Д. философии, Казахский Национальный университет
имени Аль-Фараби*

Жубанова Ажар

*Д.б.н., профессор, Казахский Национальный
университет имени Аль-Фараби
akimbeknur@gmail.com*

Аннотация. В данной работе авторами отобраны 2 культуры микроорганизмов-продуцентов биосурфактантов с целевой метаболической активностью, т.е. способностью к биосольюбилизации бурых углей. Они были идентифицированы как *Bacillus* sp. RKB2 и *Providencia* sp. RKB10. Показано, что культуры в процессе биосольюбилизации активно размножаются на средах с высоким содержанием бурого угля, причем, адаптационная фаза роста для этих микроорганизмов не превышает 24 часа. Максимальный рост биомассы отмечается при концентрации бурого угля в среде — 5%.

Ключевые слова: Бурый уголь, бактерия, биосольюбилизация.

Введение

Биотехнологические приемы позволяют эффективно и безопасно получать ценные продукты из различного исходного сырья. Достижения биотехнологии с недавних пор начали утилизировать для увеличения добычи и переработки традиционных видов топлив, таких как нефть, мазут, уголь и т.п. [1]. Известно, что ископаемые твердые топлива — это природные полимеры гетерогенного строения, включающие в свой состав различные минеральные, органические и органо-минеральные компоненты. Их соотношение в каждом конкретном топливе в основном определяется степенью его метаморфизма [2]. Биотехнологическая конверсия бурого угля может быть направлено на получение из него различных видов продуктов, а также улучшения его специфических потребительских свойств. Значительный эффект на осуществление процесса биоконверсии органической и минеральной части твердых топлив оказывают вырабатываемые микроорганизмами в процессе их жизнедеятельности сурфактанты и ферменты [3,4].

К настоящему времени, главными направлениями биоконверсии разных углей является оптимизация их экологических характеристик для энерготехнологического использования путем биосольюбилизации (биора-

створение), биодесульфуризации (удаления серных соединений), биодеминерализации и биогазификации [5,6]. В разных работах [7–9], на примере бурого угля, получены прямые доказательства существования огромного числа аборигенных микроорганизмов, пригодных для биоконверсии и биопереработки углей, что делает актуальным изучение факторов их существования и размножения в нативной среде. Использование низкокачественного топлива для утилизации и сжигания требует очистки его от вредных примесей, особенно серосодержащих.

Бурые угли Ленгерского угольного бассейна (Казахстан), промышленные запасы которых оцениваются в 34 000 тыс.т., характеризуются средней зольностью, значительным содержанием серы. Другими причинами, определяющими целесообразность получения из бурого угля Ленгерского происхождения энергоэффективного твердого топлива, являются их средняя влажность [10,11]. С учетом того, что в Казахстане огромная часть населения проживает в поселках и деревнях, проблема производства экологически чистого и безопасного брикетированного топлива для коммунального потребления приобретает большое социальное и экономическое значение.

Цель данной работы — отбор штаммов микроорганизмов с целевой метаболической активностью в отно-

Таблица 1. Технические характеристики проб бурого угля месторождения Ленгера

Показатель	Результат анализа
Массовая доля влаги в аналитической пробе угля, W,%	9,8
Зольность пробы угля, A,%	21,2
Выход летучих веществ в угле, V,%	43
Удельная теплота сгорания пробы угля, Q, кДж/кг	7 300

Таблица 2. Элементный анализ бурого угля Ленгерского угольного месторождения, в расчете на беззольную, безводную массу,%

Элементы	C	H	N	S	O
%	51,3 ± 0,7	3,52 ± 0,1	0,85 ± 0,1	1,61 ± 0,3	42,72 ± 0,6

шении бурого угля Ленгерского угольного месторождения, Казахстан.

Материалы и методы исследования

Отбор проб угля

В работе были использованы бурые (LLI) и окисленные бурые (LLE) угли Ленгерского (Каратауского) угольного бассейна (42°10'51.7»N69°52'58.8»E) Южно-Казахстанской области группы Б3. Отбор проб угля проводили согласно ISO 18283:2006 «Hard coal and coke — Manual sampling and ISO 13909-4:2016 Preview Hard coal and coke — Mechanical sampling — Part 4: Coal — Preparation of test samples» (ГОСТ 10742-71).

Технический анализ угля выполнен в соответствии с [12-16].

Элементный анализ выполнен на стандартной установке vario EL cube (Германия) для элементного микроанализа, а также сканирующем электронном микроскопе JEOL-6380LV (Jeol, Япония), оборудованного EDAX GENESIS2000.

Выделение бактерий из проб углей

Пробу угля предварительно растирали в фарфоровой ступке, увлажнив физиологическим раствором, соблюдая правила асептики. Для изоляции культуры подготовленные образцы вносили в МПБ, разлитый в пробирки по 5 мл, после чего инкубировали в термостате при 30 °C в течение 2 часов. Затем культуру высевали на поверхность МПА, разлитого на чашки Петри. Рассев производили стерильной петлей методом истощающего штриха. После посева чашки помещали в термостат при 30 °C в течение 3 суток, затем проводили отбор изолированных колоний. Чистоту культуры микроорганизмов контролировали с помощью микроскопирования и проверяли высевом на плотные среды.

Отбор бактериальных культур

Изучение способности к росту на буром угле проводили в 300 мл колбах Эрленмейера с 100 мл стерильной минеральной среды, куда добавляли бурый уголь в концентрации 5%. Бурый уголь стерилизовали в автоклаве при 1 атм. Питательные среды инокулировали двухсуточной бактериальной суспензией с концентрацией клеток бактерий около 108 кл/мл.

Процесс вели в термостатической камере с механическим перемешиванием (150 об/мин) при температуре 30 °C. Продолжительность процесса контакта угля с бактериальной культурой составляла до 14 дней. О способности к росту на среде с бурым углем бактерий судили по интенсивности размножения клеток. Опыты проводили в трехкратной повторности.

Результаты исследований и обсуждение

Результаты изучения технических характеристик, элементного анализа проб бурого угля месторождения Ленгера представлены в табл. 1 и 2.

Для определения различных физиологических групп культивируемых микроорганизмов бурого угля, были созданы селективные условия, с применением специальных питательных сред, создающих более благоприятные условия для роста и развития определенного инокулята. Так, в результате проведенных исследований с использованием селективной среды, из проб Ленгерского угольного месторождения были выделены 2 культуры микроорганизмов: *Providencia* RKB2 и *Bacillus* RKB10.

В настоящее время изучение микроорганизмов, находящихся в буром угле, сводится, в основном, к поиску микроорганизмов, обладающих ярко выраженной метаболической активностью, которую используют с целью биоконверсии низкокачественных углей [1, 17].

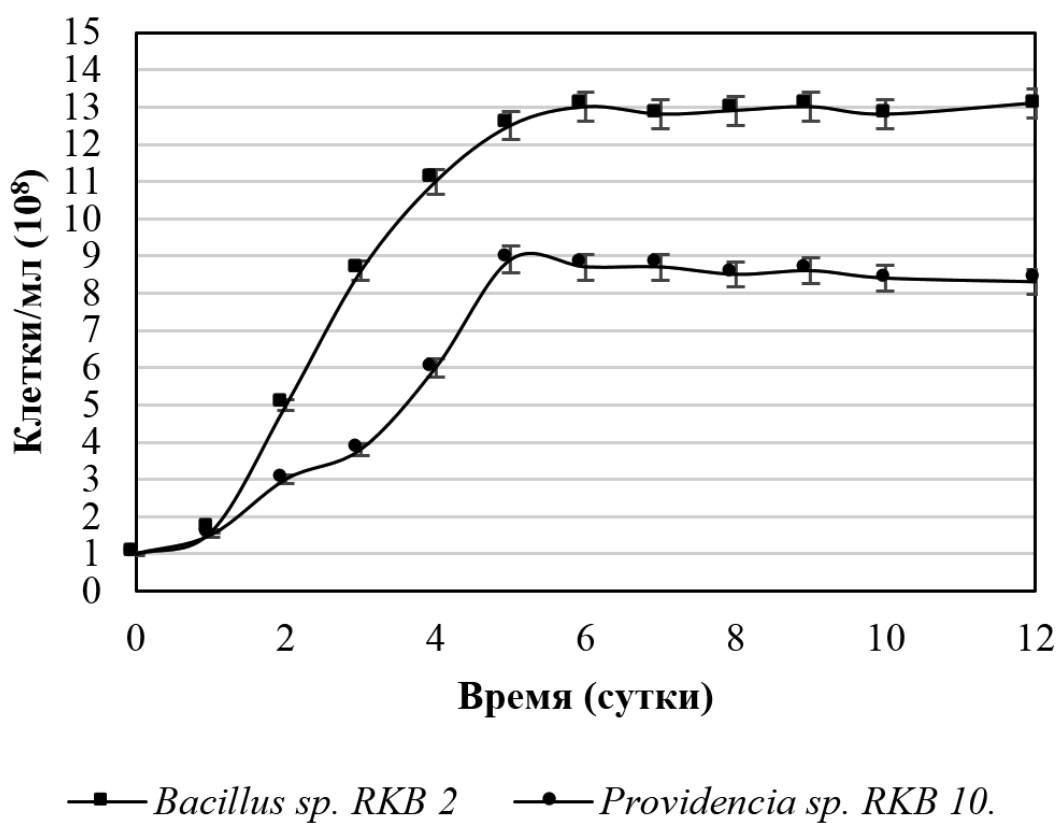


Рис. 1. Динамика роста микроорганизмов продуцентов биосурфактантов на среде с бурым углем

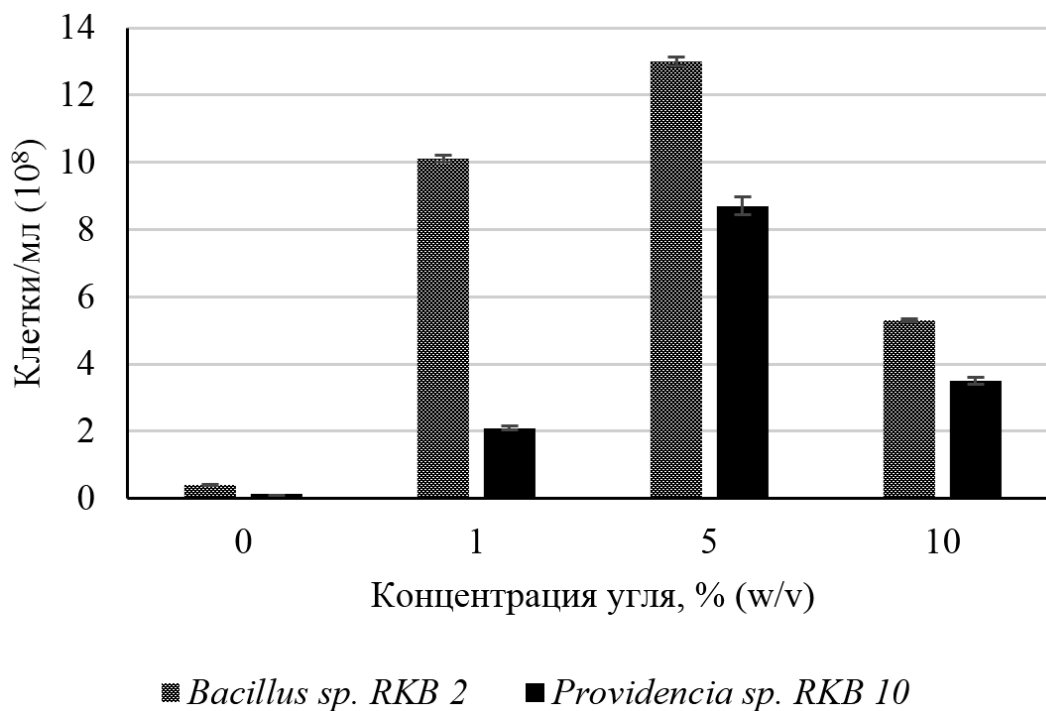


Рис. 2. Рост микроорганизмов на среде с различной концентрацией бурого угля

Для изучения способности чистых культур бактерий к росту на буром угле Ленгерского угольного бассейна, нами были использованы выделенные штаммы бактерий. В опытах по изучению роста инокулянтов на твердом топливе использовалась модифицированная минеральная среда. В качестве единственного источника углерода и азота добавлялся стерилизованный Ленгерский бурый уголь. Метаболическую способность микроорганизмов расти на минеральной среде определяли по динамике изменения количества микробных клеток в суспензии.

На рисунке 1 представлены результаты изучения роста выделенных штаммов на минеральной среде, где в качестве единственного источника углерода использовали уголь в количестве 5%. Эксперимент проводился в течение 14 суток.

Как видно, эти инокулянты размножаются на среде с высоким содержанием бурого угля, причем, адаптационная фаза роста клеток не превышает 24 часов. Следует отметить активное размножение выделенных культур — пик наибольшего количества клеток в среде составил $13,1 \times 10^8$ кл/мл для RKB2 на 6-е сутки, а для культуры RKB10— $8,9 \times 10^8$ кл/мл на 5-е сутки.

5%-ая концентрация бурого угля в суспензии как оптимальная среда была выбрана с учетом результатов следующих экспериментов. Для этого была изучена динамика роста культур в средах с содержанием угля в концентрациях 0, 1, 5 и 10%. Уголь использовался в качестве единственного источника углерода и энергии. На рисунке 2 представлена динамика изменения количества микробных клеток в суспензии на минеральной среде с различным содержанием бурого угля.

Как показано на рисунке 2, максимальный рост бактерий наблюдался при концентрации бурого угля в среде 5%.

Таким образом, при изучении роста выделенных культур микроорганизмов — продуцентов биосурфактантов в процессе биосольubilизации показано, что оба инокулята размножаются на среде с высоким содержанием бурого угля, причем, адаптационная фаза роста для всех микроорганизмов не превышает 1 сутки. Максимальное количество клеток в суспензии для *Bacillus* sp. RKB2 наблюдалось на 6 сутки инкубирования, когда показатель ОМЧ составил $1,3 \times 10^9$ кл/мл, тогда как исходный показатель — 1×10^8 кл/мл.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fakoussa R. M., Hofrichter M. Biotechnology and microbiology of coal degradation // *Appl Microbial Biotechnol.* — 1999. — № 52. — P. 25–40.
2. Петрова Г. И. Теоретические и прикладные основы трансформации бурых углей при тепловом и электрохимическом воздействии. афтореф. ... к.т.н.: 25.00.20. — Якутск, 2002. — 17 с.
3. Crawford D. L., Gupta R. K. Influence of cultural parameters on the depolymerization of a soluble lignite coal polymer by *Pseudomonas cepacia* DLC-07 // *Resources, Conservation and Recycling.* — 1991. — № 5 (2). — P. 245–254.
4. Gokcay C. F., Kolankaya N., Dilek F. B. Microbial solubilization of lignites // *Fuel.* — 2001. — № 80 (10). — P. 1421–1433.
5. Laborda F., Redondo M. F., Luna N. Characterization of liquefaction/solubilization mechanisms of Spanish coals by newly isolated microorganisms // *Coal Science and Technology.* — 1995. — № 24. — P. 1387–1390.
6. Angel A., Olegario M., Jose A. Bidesulphurisation of coal by microorganisms isolated from the coal itself // *Fuel Processing Technology.* — 2001. — № 69. — P. 45–57.
7. Nelson V., Liliana G., Manuel P. Production of humic substances through coal-solubilizing bacteria // *Brazilian Journal of Microbiology.* — 2014. — № 43. — P. 911–918.
8. El-Midany A. A., Abdel-Khalek M. A. Reducing sulfur and ash from coal using *Bacillus subtilis* and *Paenibacillus polymyxa* // *Fuel.* — 2014. — № 115. — P. 589–595.
9. Machnikowska H., Pawelec K., Podgórska A. Microbial degradation of low rank coals // *Fuel Processing Technology.* — 2002. — № 77. — P. 17–23.
10. Каирбеков Ж., Ермолдина Э. Т., Каирбеков А. Ж., Джелдыбаева И. М. Комплексная переработка бурых углей южного Казахстана. — Алматы: Қазақ университеті, — 2018. — 454 с.
11. Справочник «Бассейны и месторождения углей и горючих сланцев» // Под ред. А. А. Абдуллина, Х. А. Беспяева, Э. С. Воцалевского, С. Ж. Даукеева, Л. А. Мирошниченко, — Алматы, — 1997. — 122 с.
12. ГОСТ 10742–71, ISO 1988:1975. Угли бурые, каменные, антрацит, горючие сланцы и угольные брикеты. Методы отбора и обработка проб.
13. ГОСТ 11022–90, ISO 1171–81. Топливо твердое минеральное. Метод определения зольности.
14. ГОСТ 11014–81. Угли бурые, каменные, антрацит и сланцы горючие. Ускоренный метод определения влаги.
15. ГОСТ 6382–80. Угли бурые, каменные, антрацит и сланцы горючие. Метод определения выхода летучих веществ.
16. ГОСТ 8606–72. Топливо твердое. Методы определения серы.
17. Baylon M. G., David Y., Pamidimarri S. D., Baritugo K. A., Chae C. G., Kim Y. J., Kim T. W., Kim M. S., Na J. G., Park S. J. Bio-solubilization of the untreated low rank coal by alkali-producing bacteria isolated from soil // *Korean Journal of Chemical Engineering.* — 2017. — 34 (1). — PP. 105–109.

© Жубанова Ажар (akimbeknur@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ НА ПРИРОДНЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

COMPLEX ASSESSMENT OF THE IMPACT OF INDUSTRIAL FACILITIES OF THE OIL AND GAS INDUSTRY ON NATURAL AND ARTIFICIAL ECOSYSTEMS

**S. Germanova
N. Sambros
N. Petukhov
P. Petrovskaya
M. Kocheva**

Summary. In article questions of complex assessment of extent of influence of objects of the oil and gas industry on natural and artificial ecosystems, their influence in the short-term and long term are considered.

As one of the main energy carriers within the existing technological way there is still oil and products of its repartition.

Use of oil in technological chains is inseparably linked with need of functioning of the developed infrastructure on its production, transportation and processing. Operation of each object in such chains inevitably renders the direct, or mediated impact on the environment and first of all on the ecosystems created in the location of such objects. Unfortunately, influence it, as a rule has negative character in this connection there is a need available of the formalized and standardized techniques of complex assessment of the impact of industrial facilities of the oil and gas industry on natural and artificial ecosystems to provide a possibility of development and realization of an adequate complex of the actions directed to the maximum compensation of the negative impact caused to the environment from industrial facilities.

Keywords: ecological influence, complex assessment, ecological systems, industrial facilities, oil and oil products, impact on the environment, impact on ecosystems.

Германова Светлана Евгеньевна

Старший преподаватель, Российский университет
дружбы народов
germanova-se@rudn.ru

Самброс Наталия Борисовна

Старший преподаватель, Российский университет
дружбы народов
sambros-nb@rudn.ru

Петухов Николай Владимирович

К.с.-х.н., доцент, Российский университет дружбы
народов
petukhov-nv@rudn.ru

Петровская Полина Александровна

Старший преподаватель, Российский университет
дружбы народов
petrovskaya-pa@rudn.ru

Кочнева Маргарита Васильевна

К.т.н., доцент, Российский университет дружбы
народов
kochneva-mv@rudn.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы комплексной оценки степени влияния объектов нефтегазовой промышленности на естественные и искусственные экосистемы, их воздействие в краткосрочной и долгосрочной перспективе.

В качестве одного из основных энергоносителей в рамках существующего технологического уклада по-прежнему остается нефть и продукты ее переработки.

Использование нефти в технологических цепочках неразрывно связано с необходимостью функционирования развитой инфраструктуры по ее добыче, транспортировке и переработке. Эксплуатация каждого объекта в таких цепочках неизбежно оказывает прямое, либо опосредованное воздействие на окружающую среду, и в первую очередь на сформировавшиеся в месте расположения таких объектов экосистемы. К сожалению, влияние это, как правило, носит отрицательный характер, в связи с чем возникает необходимость в наличии формализованных и стандартизованных методик комплексной оценки влияния промышленных объектов нефтегазовой отрасли на природные и искусственные экосистемы с тем, чтобы обеспечить возможность разработки и реализации адекватного комплекса мероприятий, направленных на максимальную компенсацию наносимого окружающей среде негативного воздействия со стороны промышленных объектов.

Ключевые слова: экологическое воздействие, комплексная оценка, экологические системы, промышленные объекты, нефть и нефтепродукты, воздействие на окружающую среду, воздействие на экосистемы.

Нефтегазовая промышленность в настоящее время представляет собой одну из ключевых отраслей Российской экономики, ее неотъемлемую часть, обеспечивающую другие отрасли не только энергией, но и в первую очередь исходным сырьем для переработки, а также является фактором конкурентного преимущества отечественной экономики на глобальных рынках.

Оборотной стороной медали являются значительные риски отрицательного воздействия промышленных объектов нефтегазового комплекса на окружающую среду в целом и сформировавшиеся в местах расположения таких технологических объектов экологические системы, поскольку нефтегазовая отрасль — еще и один из первостепенных источников загрязнения окружающей среды.

Предприятия нефтяной промышленности занимаются разведкой, добычей, переработкой, транспортировкой, складированием и продажей нефти и сопутствующих нефтепродуктов.

Задачами газовой промышленности являются добыча и разведка природного газа, газоснабжение по газопроводам, производство искусственного газа, переработка газа, его использование [1].

С уверенностью можно констатировать, что, на сегодняшний день производственные и технологические объекты нефтегазовой отрасли являются наиболее весомыми факторами антропогенного воздействия на природу в целом.

Вместе с тем правильно вести речь именно о воздействии, или влиянии промышленных объектов нефтегазового комплекса на природные системы и окружающую среду в целом, поскольку нефтегазовая промышленность хотя и несет в себе определенный негативный потенциал для объектов живой природы, к счастью, далеко не всегда этот потенциал носит ярко выраженный негативный характер. Гораздо чаще встречается относительно мягкое, но систематическое воздействие в течение длительного времени.

Как правило, острое негативное воздействие любых современных промышленных объектов на экологические системы связано с авариями и катастрофами, провоцирующими масштабные одноразовые загрязнения, а вот нормальное, штатное функционирование объектов промышленного комплекса, в том числе объектов нефтегазовой инфраструктуры воздействует на окружающую среду масштабно, но малозаметно.

В основе комплексной оценки воздействия объектов нефтегазовой промышленности на экологию в целом и окружающие экосистемы в частности представляется

очевидным использование научно обоснованных показателей экологических нормативов, таких как:

- ◆ ПДК — предельно допустимая концентрация вредных веществ;
- ◆ ПДУ — предельно допустимый уровень воздействий;
- ◆ ПДВ — предельно допустимый выброс вредных веществ;
- ◆ ПДС — предельно допустимый сброс вредных веществ;
- ◆ ПДН — предельно допустимая нагрузка на окружающую среду.

Однако данных показателей для проведения комплексной оценки последствий воздействия на экологические системы явно не достаточно, поскольку они учитывают лишь факторы влияния промышленных объектов на природные объекты и никак не характеризуют изменения, произошедшие в окружающих экосистемах, в результате деятельности промышленных объектов.

Нефтегазовая отрасль сама по себе является одной из самых землеемких, поскольку требует эксплуатации значительных площадей в процессе добычи ресурсов. При этом поверхность земли загрязняется в ходе технологических процессов нефте- и газодобычи: нефтью и нефтепродуктами, минерализованными пластовыми и сточными водами от бурения скважин, шламами бурения, химическими реагентами, применяемыми для интенсификации процессов бурения [1].

Кроме того, большинство химических реагентов, применяемых при бурении скважин, добыче и подготовке нефти и газа, сами добываемые углеводороды и примеси к ним, являются веществами, вредными для человека и экосистем в целом [2].

Постоянное воздействие реагентов и продуктов переработки нефтегазовой промышленности на окружающие экосистемы оказывает систематические изменения в данных экосистемах, при этом наибольшую опасность представляет именно кумулятивный, т.е. накопительный, эффект такого воздействия, благодаря которому экосистемы собирают в себе не только различные посторонние вещества, попадающие в них благодаря функционированию промышленных предприятий, но и накапливают постоянно увеличивающееся количество изменений.

Наиболее распространённым и опасным следствием деятельности нефтяной промышленности является загрязнение нефтью и нефтепродуктами, которое связано практически со всеми видами деятельности и на всех этапах добычи нефти, от исследовательской деятельности до переработки и потребления [3].

Вместе с тем, как показывает практика, значительная часть техногенных воздействий предприятий нефтегазовой промышленности на окружающую среду является следствием грубых нарушений природоохранного законодательства [3], а следовательно, соблюдение установленных технологических, экологических и юридических норм способно во многом минимизировать отрицательное влияние промышленных объектов на окружающую среду.

Соответственно, для проведения оценки воздействия промышленных предприятий на экосистемы, необходимо также учитывать особенность этих экосистем, поскольку, воздействие одного и того же фактора, может провоцировать различные последствия, в зависимости от особенностей системы.

В частности, воздействие технологии гидроразрыва в случае добычи сланцевой нефти по разному скажется на естественных экосистемах, не используемых для ведения сельского хозяйства участков степи и искусственных экосистемах агроценоза.

Одни и те же побочные вещества по-разному будут воздействовать на экосистему заболоченной местности и экосистему леса.

Устойчивость, т.е. природный запас прочности имеющихся экосистем к внешним воздействиям также различен, что обусловлено особенностями каждой из них.

Поскольку все элементы любой экосистемы существуют не сами по себе, а в тесной взаимосвязи друг с другом, изменение состояния или качества одного параметра, способно спровоцировать необратимые изменения всей системы.

Например, наличие в экосистеме видов животных, или растений, находящихся на грани вымирания, или имеющих системную неустойчивость к отдельным факторам, приведет к комплексным цепным изменениям.

Все существующие сегодня экосистемы имеют либо естественное, (природное), либо искусственное происхождение. При этом экосистемы искусственного, антропогенного происхождения могут являться либо непосредственным, целевым продуктом человеческой деятельности, либо ее побочным продуктом. В первом случае речь идет об экосистемах таких объектов, как сельскохозяйственные территории и плантации, парки, искусственные водоемы, рекреационные зоны и т.п., во втором — об экосистемах, сформировавшихся внутри и вокруг крупных поселений, а также появившихся вследствие промышленных аварий и катастроф. Самый яркий пример здесь — экосистема, образовавшаяся

в границах зоны отчуждения аварии на Чернобыльской АЭС, а также экологическая система, появившаяся в последние десятилетия на высохшем дне Аральского моря.

Иными словами, комплексная оценка воздействия промышленных объектов нефтегазового комплекса на окружающие экосистемы должна включать в себя:

- ◆ качественную и количественную оценку вредных факторов, продуцируемых указанными промышленными объектами;
- ◆ качественную и количественную оценку изменения характеристик окружающих экосистем.

Вредные факторы, возникающие в процессе функционирования предприятий нефтегазового комплекса обусловлены, прежде всего, крайне сложным составом нефти, в которой содержится несколько тысяч жидких углеводородов, процентное содержание которых достигает 80–90%.

Кроме того, в состав нефти входят различные смолы, меркаптаны, нафтеновые кислоты и другие вещества. Кроме того нефть содержит до 10% воды и до 4% газов.

В небольшом количестве нефть содержит минеральные соли и микроэлементы.

В наибольшем количестве — до 57% в нефти содержатся алифатические углеводороды; еще примерно треть ее объема составляют ароматические углеводороды. Кроме того, до 14% от объема нефти составляют асфальтены и другие соединения. Также нефть может содержать в себе в незначительных количествах молекулы около 30 различных металлов [4].

При добыче и переработке нефти образуется около 48% углеводородов и 44% оксида углерода.

Воздействие на почвы

Воздействия промышленных объектов нефтегазового комплекса на почвы подразделяется на два основных направления — это воздействие на этапе добычи нефти и газа, и воздействия непосредственно на этапе переработки, складирования, транспортировки и потребления продуктов нефтегазовой промышленности. В первом случае воздействия на почвенный покров связаны с проведением подготовительных земельных работ и выражаются в следующем:

- ◆ нарушение и разрушение сформировавшегося почвенного покрова и растительности, повреждение почвы и грунтов тяжелой гусеничной техникой, особенно в регионах, где плодородный слой почвы тонкий и его естественное восстановление затруднительно;

- ◆ нарушение сложившихся форм естественного рельефа;
- ◆ ухудшение химико-биологических и физико-механических характеристик почвенного слоя;
- ◆ захламление и замусоривание поверхности отходами, строительными и порубочными остатками и др.;
- ◆ риск порчи и уничтожения посевов сельскохозяйственных культур и сенокосных угодий, в случае их расположения в непосредственной близости от места добычи.

На этапе переработки, транспортировки, хранения и потребления продукции нефтегазовой промышленности негативное воздействие на экосистемы обусловлено в основном попаданием в окружающую среду нефти, нефтепродуктов, продуктов переработки и отходов потребления газа и нефти. При накоплении нефтепродуктов в почвах, меняется ряд их характеристик и показателей. В первую очередь терпят изменения физические свойства, влияющие на морфологические признаки: в частности, в слое почвы нарушается воздухообмен и начинаются трудности с прохождением воды, а следовательно, и питательных минеральных веществ, необходимых для растений, почвенных животных и микроорганизмов. Как следствие, очень быстро теряется плодородие почвы в силу того, что на почвах, подвергшихся негативному воздействию нефти и нефтепродуктов, становится невозможной нормальная жизнедеятельность почвенных бактерий, микроводорослей и грибов, связанных с усвоением азота из воздуха, синтезом и переработкой почвенной органики. Данное обстоятельство наряду с ухудшением воздухо- и водопроницаемости почв, приводит к деградации растительного покрова и нарушению пищевых цепочек всей экосистемы. Как правило, большинство почв в естественных условиях содержат микроорганизмы, способные разлагать нефть в процессе своей жизнедеятельности, однако данный процесс требует значительного времени, и как правило естественная переработка нефти и нефтепродуктов почвенными микроорганизмами не успевает компенсировать процессы загрязнения экосистем, обусловленные деятельностью объектов нефтегазовой промышленности.

Воздействие на водную среду

Воздействие промышленных объектов нефтегазовой промышленности на объекты водной среды также можно разделить на воздействие, обусловленное технологическими процессами добычи и технологическими процессами, связанными с переработкой, потреблением и транспортировкой продукции нефтегазового передела.

Основной негатив на этапе добычи водные объекты испытывают:

- ◆ из-за функционирования буровых платформ в случае добычи нефти и газа на морском шельфе, что связано с нарушением придонных рельефов, флоры и фауны, а также с попаданием нефтепродуктов в акваторию;
- ◆ из-за загрязнения грунтовых вод и подземных водоносных горизонтов технологическими растворами в случае применения технологий гидро-разрыва при добыче сланцевой нефти, и иными технологическими сточными водами, шламами и реагентами, применяемыми при интенсификации бурового процесса добычи;
- ◆ из-за нарушения сложившихся природных гидросистем по причине разрушения естественного рельефа гусеничной техникой и т.д.

На этапе переработки, транспортировки и потребления продукции нефтегазовой отрасли негативное воздействие связано с утечкой и накоплением нефти и нефтепродуктов в водоемах.

Нефть и нефтепродукты, как правило, имеют плотность ниже плотности воды, а также крайне низкую степень растворимости, практически равную нулю, однако, благодаря наличию в составе нефти ряда поверхностно активных веществ нефть и нефтепродукты способны формировать устойчивую эмульсию, за счет которой обычно по водной поверхности нефть способна увеличить толщину загрязняющей пленки.

Кроме того, нефтепродукты способны накапливаться на дне, вызывая отсроченные негативные эффекты.

Сама по себе нефть, растекаясь по водной поверхности, загрязняет большие площади водоёмов, при этом единица объёма нефти способна загрязнить тысячу объёмов воды, т.е. всего лишь один литр нефти, способен загрязнить 1000 литров или один кубометр водных ресурсов.

Образующаяся при растекании нефтепродуктов нефтяная плёнка препятствует газообмену с атмосферой и проникновению в толщу воды солнечного света, необходимого подводным растениям и планктону, что по цепочке оказывает негативное воздействие не только на растительную составляющую экосистемы, но и на ее фауну.

Воздействие нефти и нефтепродуктов на водные объекты могут привести к следующим видам негативных последствий:

- ◆ непосредственное отравление с летальным исходом для объектов флоры и фауны;
- ◆ серьезные нарушения физиологической активности объектов флоры и фауны;

- ♦ прямое обволакивание живых организмов нефтепродуктами;
- ♦ болезненные изменения, вызванные внедрением углеводов в организм;
- ♦ изменения в биологических особенностях среды обитания.

Стоит отметить, что нефтепродукты, попадающие в водную среду, разрушаются микроорганизмами, однако этот процесс протекает довольно медленно.

Воздействие на атмосферу

Негативное влияние промышленных объектов нефтегазового комплекса заключается в загрязнении атмосферного воздуха отработанными выхлопными газами и отравляющими веществами, выжиганием скважинного сопутствующего газа в процессе нефтедобычи, попаданием в атмосферу природного газа, являющегося активным агентом разогрева атмосферы.

Принимая во внимание вышеизложенное, в целях формирования методик комплексной оценки воздействия предприятий нефтегазового комплекса на окружающие их экосистемы, представляется целесообразным предложить ряд критериев, позволяющих охарактеризовать изменения в данных системах, связанных с воздействием на них указанных промышленных объектов, среди которых можно выделить следующие показатели:

Соответствие объекта нефтегазовой промышленности показателям научно обоснованных нормативов, действующих в Российской Федерации, таких как: предельно допустимый уровень воздействий (ПДУ), предельно допустимый выброс вредных веществ (ПДВ) и предельно допустимый сброс вредных веществ (ПДС), а также предельно допустимая нагрузка на окружающую среду (ПДН).

Сохранение биологического разнообразия в экосистемах, подвергающихся влиянию объектов нефтегазового комплекса — качественный динамический показатель, который целесообразно определять как соотношение числа биологических видов флоры и фауны в подвергающейся воздействию экосистеме на начало функционирования объекта к числу биологических видов на момент оценки. Показатель применим для естественных экосистем, т.к. в искусственных экосистемах биоразнообразие регулируется человеком.

Сохранение численности представителей флоры и фауны в экосистемах, подвергающихся воздействию — качественный динамический показатель, который целесообразно определять как соотношение оценочного числа представителей того или иного вида флоры или фауны на момент начала работы промышленного объекта к оценочной численности данного вида на момент проведения мониторинга. Показатель также применим в большей степени для естественных экосистем.

Процентное соотношение участков поверхности земли, подвергшихся эрозии и не восстановившихся на момент проведения оценки. Показатель применим в основном для оценки воздействия на экосистемы на этапе добычи нефти и газа.

Биологическая активность почвы — соотношение количественных и качественных показателей микрофлоры почв на момент начала работы промышленного объекта к аналогичным показателям на момент оценки. Показатель характеризует количество и жизнеспособность почвенных бактерий, грибов и водорослей, жизнедеятельность которых обеспечивает плодородие.

Водо- и воздухопроницаемость почвы — соотношение воздухо- и водопроницаемости почв на момент начала работы предприятия к аналогичным показателям на момент проведения оценки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шабанова С. В., Голофаева А. С., Сердюкова Е. А., Мозалова Н. П. Воздействие предприятий нефтегазового комплекса на окружающую среду Оренбургской области // Молодой ученый. — 2016. — № 9.1. — С. 61–62.
2. Аралбаева, Г.Г., Аралбаев, З.Т. Тенденции развития нефтегазовой промышленности в оренбургской области // Вестник ОГУ. — 2014. — № 4 (165). — С. 159–164.
3. Германова С. Е., Самброс Н. Б., Петухов Н. В. Экологические правонарушения, обусловленные оборотом нефти и нефтепродуктов 10.23672/SAE.2019.29110 // Юридические науки. — Выпуск № 4. — 2019.
4. Привалова Н. М., Двадненко М. В., Некрасова А. А., Привалов Д. М., Попова О. С. Воздействие нефти и нефтепродуктов на окружающую среду // Научный журнал КубГАУ. — № 125(01). — 2017.

© Германова Светлана Евгеньевна (germanova-se@rudn.ru), Самброс Наталья Борисовна (sambros-nb@rudn.ru),

Петухов Николай Владимирович (petukhov-nv@rudn.ru),

Петровская Полина Александровна (petrovskaya-pa@rudn.ru), Кочнева Маргарита Васильевна (kochneva-mv@rudn.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

УРОВЕНЬ СОДЕРЖАНИЯ И ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕДИ В ПОЧВАХ Г. СЫЗРАНИ

THE CONTENT AND FEATURES OF THE DISTRIBUTION OF COPPER IN SOILS OF SYZRAN

M. Zhukova

Summary. the article deals with the relative contamination of soil heavy metal such as copper. Conducted soil sampling methods were studied, monitored the content of copper in soils and plants. Also the results of the study were compared with a control plot. We came to the conclusion that the soil occurs on the border of the lithosphere and atmosphere by the impact of climate and living organisms (plants and animals) on rocks and covers almost the entire land, forming the soil cover. found that soil pollution sources are: emissions of harmful substances into the atmosphere from stationary and mobile sources of pollution; landfills of industrial and domestic waste; unauthorized landfills of industrial and domestic waste; means of chemical plant protection products and fertilisers. In our work we have shown greater relevance and importance of the ecological condition of the soils studied composition and soil types, main pollution and cleaning methods. The results of the study showed that the amount of copper in mobile form in soil intermittently since different soil types differ in content. Studies have shown that there is a need for monitoring of the content of copper in soil and plants and find ways to neutralize the impact of the excess of its concentrations.

Keywords: soil pollution, MPC, heavy metals, copper, environment.

Жукова Мария Владимировна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», г. Ульяновск
Musya-123-91@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается относительная загрязненность почвы таким тяжелым металлом как медь. Проведен отбор проб почв, изучены методики, проведен мониторинг содержания меди в почвах и растениях. Также были сравнены результаты исследования с контрольным участком. Мы пришли к выводу, что почва возникает на границе литосферы и атмосферы в результате воздействия климата и живых организмов (растений и животных) на горные породы и покрывает практически всю сушу, образуя почвенный покров. установили, что источниками загрязнения почвы являются: выбросы вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников загрязнения; полигоны промышленных и бытовых отходов; несанкционированные свалки промышленных и бытовых отходов; средства химической защиты растений и минеральные удобрения. В своей работе мы показали большую значимость и важность экологического состояния почвы, изучила состав и виды почв, основные загрязнения и способы очистки. Результаты исследования показали, что количество меди в подвижной форме в почве непостоянно, так как различные виды почв отличаются по содержанию меди. Проведенные исследования показали, что необходим мониторинг содержания меди в почве и растениях и поиски путей нейтрализации влияния избыточных ее концентраций.

Ключевые слова: почва, загрязнение, ПДК, тяжелые металлы, медь, экологическое состояние.

Медь как микроэлемент имеет большое физиологическое значение для растительного и животного мира. Медь, подобно железу, является в организме катализатором, ускоряющим внутриклеточные окислительно-восстановительные процессы. Согласно геохимической классификации купрум относится к переходным металлам, которые от обычных металлов отличаются переменной валентностью, легко образуют ковалентные связи в комплексных ионах и нейтральных молекулах.

По классификации В.М. Гольдшмидта, в основе которой лежит способность элемента концентрироваться в той или иной среде, создавать определенные химические соединения в природе, медь относится к халькофильным элементам. Эти элементы имеют склонность давать природные соединения с серой и ее аналогами по периодической системе (селеном и теллуrom). В природе халькофильные элементы образуют сульфиды, селениды, теллуриды, легко переходят в самородное состояние. Примерами их могут быть Cu, Zn, Pb, Cd. На-

звание этой группы происходит от греческого слова «халькос» — медь.

В зависимости от способности входить в состав минералов или формировать собственные минеральные виды все химические элементы делятся на 6 групп и купрум относится к группе главных элементов, которые участвуют в составе не менее 10% общего числа минеральных видов. Число собственных минеральных видов меди составляет 220.

В природе медь встречается чаще всего в виде сульфидов: медный колчедан или халькопирит Cu_2S , медный блеск или халькозин Cu_2S , бернит Cu_5S_4 , ковелин Cu_2S , реже теннантит $3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{As}_2\text{S}_3$, эпаргит Cu_2S и др. Из природных окислов меди известны красная медная руда или куприт Cu_2O и тенорит Cu_2O . Из минералов типа средних и основных солей известны: малахит $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$, азурит $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$, хальканит $\text{Cu}_2\text{O} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, брошантит $\text{Cu}_2\text{O} \cdot 3\text{Cu(OH)}_2$ и др.

Поэтому необходим мониторинг содержания меди в почве и растениях и поиски путей нейтрализации влияния избыточных ее концентраций. Известно, что токсичность тяжелых металлов (ТМ) в почве зависит не столько от их концентрации, сколько от подвижности. Существенное влияние на подвижность металлов оказывает рН почвы. В кислом интервале рН подвижность многих ТМ повышена и уменьшается по мере нейтрализации кислотности среды. Для понижения кислотности почвенного раствора применяют известкование, однако этот прием не универсален. Некристаллические глинистые минералы, такие как цеолит, могут также фиксировать ионы ТМ

Медь вместе с марганцем входит в состав ферментов, которые играют важную роль в окислительно-восстановительных процессах. Они улучшают интенсивность фотосинтеза, способствуют образованию хлорофилла, положительно влияют на углеводный и азотный обмен, повышают устойчивость растений против грибных и бактериальных заболеваний. Под влиянием меди увеличивается содержание белка в зерне, сахара — в корнеплодах, жира — в зерне масличных культур, крахмала — в клубнях картофеля, сахара и аскорбиновой кислоты в плодах и ягодах [2].

Потребность растений в меди невелика. С урожаем сельскохозяйственных культур ее выносятся от 10 до 300 г/га. По оптимальному обеспечению растений медью ее содержание составляет от 5–20 мг/кг (при недостатке — снижается до 1–2, а избытка — увеличивается до 40–50 мг/кг сухого вещества). Характерный недостаток меди проявляется в зерновых культурах. Так, вследствие разложения хлорофилла кончики молодых листьев белеют и закручиваются, края их становятся желтыми. При значительной нехватке меди растения начинают очень куститься, но продуктивных стеблей не образуют. Эту болезнь иногда называют «белой чумой» злаков. Характерным при медном голодании является увядание растений, торможения их роста, уменьшение количества генеративных органов (метелки, колосков, головок и т.п.). Двусемядольные растения теряют листья на верхушках стеблей. Плодовые культуры при недостатке меди заболевают так называемой суховерхостью или экзантемой. При этом на листовых пластинках сливы и абрикоса между жилками отчетливо проявляются признаки хлороза.

В помидоре при нехватке меди задерживается рост побегов, слабо развивается корневая система, оказываются темно-синезеленые окраски листьев и их закручивания, цветки не образуются [3]. Недостаток меди часто совпадает с недостатком цинка, а на песчаных почвах — также с недостатком магния. Внесение высоких норм азотных удобрений усиливает потребность растений

в меди и способствует обострению признаков ее недостатка. Чувствительные к недостатку меди овес, ячмень, пшеница; весьма чувствительны — просо, подсолнечник, горох, свекла, овощные культуры, лен, луговые, бобовые и злаковые травы; менее чувствительны — рожь, кукуруза, гречка, картофель. Применение медных удобрений на почвах, бедных на медь, позволяет повышать урожайность зерновых культур на 2–3 ц/га. Характерной особенностью действия меди является повышение устойчивости растений против грибных и бактериальных болезней. Медь снижает заболеваемость зерновых культур различными видами головни, повышает устойчивость растений против бурой пятнистости и т.д. Наибольшая потребность растений в меди отмечается в ранние фазы роста, а к началу цветения ее усвоения почти завершается.

От избытка меди листья между жилками приобретают желтый цвет, затем буреют и отмирают. Корневая система развивается с образованием большого количества боковых корешков коричневого цвета, в результате чего тормозится рост растений. Усиливает медное голодание жаркая погода. Избыток меди в почве приводит к недостаточному питанию растений железом [4].

Растения испытывают недостаток меди, когда содержание ее подвижных форм в кислых почвах меньше 2, а в нейтральных — меньше 3 мг/кг. Как и цинк, медь более подвижна низкого значения рН почвенного раствора, но при рН 5,5 выпадает в осадок в виде гидроокиси. Известкование почвы и высокий уровень содержания фосфатов снижает подвижность меди в связи с плохой растворимостью карбонатов и фосфатов меди. Усвоение меди растениями значительно связано с влажностью почвы. Признаки недостатка меди прежде оказываются на сухих почвах.

При недостатке меди в питании растений происходит нарушение развития корневой системы, в связи с чем замедляется рост всей культуры. Внешние проявления можно определить по увяданию верхних листьев (возможно даже отмирание верхушек побегов), изменению их цвета (неоднородность окраски, появление более светлых пятен, пожелтение либо приобретение коричневатого оттенка), а иногда и формы (листья скручиваются и вянут).

Высокие концентрации меди действуют на растения токсично. Переизбыток этого элемента приводит к замедлению развития растения, появлению бурых пятен на нижних листьях и их отмиранию. Кроме того, он может провоцировать дефицит железа в растениях. Поэтому важно правильно дозировать медьсодержащие удобрения, учитывая естественное количество меди, находящееся в плодородном слое почвы данного типа.

Как медные удобрения используют пиритные огарки, медный купорос, иногда шлаки с низким содержанием меди. Содержание меди в различных типах грунтов может существенно отличаться. Большое количество ее характерно для кислых почв. Чтобы исправить эту ситуацию, применяют известкование. Бедные медью малогумусные песчаные, осушенные болотные, дерново-подзолистые с легким гранулометрическим составом, торфяные почвы, где медь находится в труднодоступной для растений форме органических соединений, требуют обогащения путем внесения медьсодержащих соединений. Помимо количественного показателя, который зависит от типа почвы, очень важна и форма медьсодержащих соединений, определяющая степень доступности этого элемента для растений. Растения могут питаться только водорастворимыми или поглощенными (обменно-сорбированными) формами меди.

Поглощение меди происходит различным образом: она может входить в кристаллическую решетку различных минералов, адсорбироваться коллоидными частицами почвы, входить в состав органических веществ почвы, а также образовывать водорастворимые соединения.

Катионы меди легко вступают в химическое взаимодействие с органическими и минеральными веществами, поэтому осаждаются различными анионами (сульфидом, карбонатом, гидроксидом), образуя малоподвижные формы. Водорастворимые соединения меди обычно составляют незначительную часть (до 1%) от общего ее количества в почве. К тому же они легко вымываются из грунта. Особенно это актуально для супесчаных и песчаных почв с небольшой поглощаемостью. Кроме водорастворимых, хорошей доступностью для культур обладают обменно-сорбированные формы меди, когда она поглощается органическими или минеральными коллоидами почвы, или глинистыми минералами

Эффективность медьсодержащих удобрений зависит от вида растений и типа почв. Они увеличивают урожайность и повышают качество продукции зерновых, льна и кормовых культур, растущих на осушенных болотных и других почвах. Правильное применение медных удобрений позволяет повысить урожай: на 2–5 ц/га для пшеницы, на 2–3 ц/га для ячменя, на 4–6 ц/га для овса, на 21% для зеленой массы кукурузы, на 9–13% для ее початков. Урожайность плодов сахарной свеклы, растущей на дерново-подзолистых почвах, удобренных медьсодержащими соединениями, повышается на 43–45%. При этом та же культура, произрастающая на дерново-карбонатных грунтах, богатых соединениями подвижной меди, не дает прибавки к урожаю в случае подкормки этим минералом.

Из основных элементов питания наиболее сильно медь связана с азотом. Высокое содержание азотных удобрений вызывает интенсивный рост растений, что, в свою очередь, обуславливает их повышенную потребность в меди. Фосфатные соединения обладают высоким показателем адсорбции меди, но в результате она снижает доступность фосфора для растений. Кальций в составе карбонатов приводит к осаждению меди и возникновению ее дефицита

Для обработки семян и внекорневых подкормок широко используют сульфат меди (медный купорос), который содержит 23,4–24,9% меди. Этот кристаллический порошок хорошо растворяется в воде. Для предпосевной обработки семян его применяют в концентрации 0,1%. Целесообразно проводить такую обработку в комплексе с пестицидами (для протравливания посевного материала). Внекорневые подкормки требуют значительно меньшей концентрации раствора сульфата меди: 0,02–0,05%.

Уровень концентрации меди в растениях определяется, в первую очередь, содержанием ее в почве. Содержание меди в почвах данных районов колеблется от 3,7 до 4,9 мг/кг, что является низким для торфяных почв. Таким образом, обследованные почвы не являются загрязненными медью, так как содержание ее не превышает допустимого предела. Напротив, они являются низкообеспеченными данным микроэлементом. Снижение содержания меди во всех районах за 5 лет объясняется, во-первых, ежегодным выносом ее с урожаем сельскохозяйственных культур, а, во-вторых, полным прекращением внесения в хозяйствах медьсодержащих удобрений и очень сильным сокращением применения органических и минеральных удобрений.

Медь как микроэлемент имеет большое физиологическое значение для растительного и животного мира. В зависимости от способности входить в состав минералов или формировать собственные минеральные виды все химические элементы делятся на 6 групп и купрум относится к группе главных элементов, которые участвуют в составе не менее 10% общего числа минеральных видов [1]. Число собственных минеральных видов меди составляет 220 [3]. Целью настоящей работы является выявление и обобщение данных о содержании и особенностях распространения меди в почвах на примере города Сызрани.

В почвенном покрове г. Сызрани преобладают черноземы, среди которых наибольшее распространением пользуются обыкновенные, выщелоченные и среднегумусовые. По мощности гумусового горизонта — средне- и маломощные [2]. На карбонатных породах верхнего мела, слагающих наиболее высокие участки водоразде-

лов, сформировались черноземы карбонатные средне гумусовые и дерново-карбонатные. Темно-серые лесные оподзоленные почвы наблюдаются под лесами на высоких участках водораздельных склонов[4,5].

Таким образом, количество меди в подвижной форме в почве непостоянно. Подвижность меди больше в легких почвах, что зависит от степени и характера связывания почвами ионов меди. По полученным данным среднее содержание подвижной меди в слое 5 см в по-

чвах г. Сызрани составляет в черноземах обыкновенных 3,8 мг/кг (32% валовой формы), в выщелоченных черноземах — 6,0 мг/кг (29%), в средне гумусовых — 5,2 мг/кг (8,8% валовой формы).

Проведенное исследование показало, что различные виды почв отличаются по содержанию меди. На момент исследования содержание меди было превышено в 1,5–3 раза, поэтому нужно продолжать мониторинговые исследования по ее содержанию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Викторов В. Самарское обозрение; 2000. 10.
2. Ливчак И. Ф., Воронов Ю. Ф. Охрана окружающей среды. М.: Колос; 1995.
3. Павловский В. А., Никитин С. И. Тяжелые металлы в почвах и растениях Самарской области. Экология и здоровье человека: тез. докл. всерос. науч.практ. конф. 10–14 октября; 1994.111–112.
4. Основы экологии и охрана природы. Учебное пособие для профессиональных учебных заведений. Самара: Самар. Дом печати; 1995.
5. Обущенко С. В., Гнеденко В. В. Анализ плодородия почв Самарской области. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований; 2015.4–1. 90–94.
6. Соколов Э. М., Ветров В. В., Панферова И. В. Региональная система обеспечения безопасности жизнедеятельности населения. Экология и промышленность России; 1998. 43–44.
7. Прокофьева Т. В. Опыт микроморфологической диагностики городских почв. Почвоведение; 2001. 7.879–890.
8. Мякина Н. Б. Методическое пособие для чтения результатов химических анализов. М.: Изд-во МГУ; 1979.61.
9. Мирошников А. Е. Лабораторный практикум по агрохимии. Ульяновск: 2008. 43.
10. Обухов А. И. Биогеохимия тяжелых металлов в городской среде.

© Жукова Мария Владимировна (Musya-123-91@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Ульяновский государственный университет

ДИНАМИКА ФИТОМАССЫ ТРАВ И КУСТАРНИЧКОВ В НАПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ СОСНОВЫХ КУЛЬТУР, СОЗДАНЫХ НА ВЫРУБКАХ БЕРЕЗНЯКОВ

DYNAMICS OF THE PHYTOMASS OF HERBS AND FORBS IN THE GROUND COVER OF PINE CULTURE CREATED ON FELLING OF BIRCH FORESTS

**O. Kulyasova
A. Shishkin
V. Razmanova**

Summary. In the conditions of the northern forest-steppe of the Tyumen region, the dynamics of the above-ground phytomass of the living ground cover was studied when changing natural birch forests with culture Scots pine. It was shown that in the third year after clear cutting of birch forests, the mass of herbs increases, compared to birch forests, by more than 2 times (up to 276.53 g /m²), mainly due to species of the families Apiaceae, Asteraceae, Fabaceae and Poaceae. In artificial pine plantations, the total phytomass of herbs and shrubs decreases with increasing pine age, reaching 24.93 g /m² in 60-year-old cultures. In birch forests, in their clearings and in 15-year-old pine cultures, the main part of phytomass is formed by plants of the first high-altitude substage (61–130 cm), in cultures over 30 years old — plants of the third high-altitude substage (less than 30 cm).

Keywords: Phytomass; living ground cover; birch forests; Scots pine culture; northern forest-steppe.

Кулясова Оксана Алексеевна

Старший преподаватель, Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)
oksana-2505kul@mail.ru

Шишкин Александр Михайлович

К.с.-х.н., доцент, Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)
kafedra-331@mail.ru

Разманова Вера Ерофеевна

Старший преподаватель, Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)
razmanovave@gausz.ru

Аннотация. В условиях северной лесостепи Тюменской области изучена динамика надземной фитомассы живого напочвенного покрова при смене естественных березовых лесов культурами сосны обыкновенной. Показано, что на третий год после сплошных рубок березняков масса трав возрастает, в сравнении с березовыми лесами, более чем в 2 раза (до 276,53 г/м²), преимущественно за счет видов семейств Apiaceae, Asteraceae, Fabaceae и Poaceae. В искусственных сосновых насаждениях общая фитомасса трав и кустарничков снижается с увеличением возраста сосны, достигая 24,93 г/м² в 60-летних культурах. В березняках, на их вырубках и в 15-летних сосновых культурах основную часть фитомассы формируют растения первого высотного подъяруса (61–130 см), в культурах старше 30 лет — растения третьего высотного подъяруса (менее 30 см).

Ключевые слова: фитомасса; живой напочвенный покров; березняки; культуры сосны обыкновенной; северная лесостепь.

Современное состояние лесов в значительной степени определяется деятельностью человека. Интенсивное лесопользование оказывает влияние на все компоненты лесных сообществ, в том числе живой напочвенный покров (ЖНП), особо чувствительный к внешним воздействиям. Оценка продуктивности напочвенного покрова имеет важное значение, так как его органическое вещество вносит большой вклад в общий круговорот углерода и азота в лесной экосистеме [12]. Изучение биологической продуктивности нижних ярусов лесных фитоценозов позволяет наиболее полно оценить современный ресурсный и экологический потенциал, прогнозировать будущее состояние лесных экосистем [11].

Существует достаточно большое количество работ, посвященных изучению изменения биологической продуктивности ЖНП под влиянием различных природных и антропогенных факторов: после рубок разной степени

интенсивности [7,10]; в ходе пирогенных [3,6] и демультиплексных сукцессий [1,5]. В ряде исследований особое внимание уделяется оценке продуктивности напочвенного покрова в искусственно созданных насаждениях [2,4,9]. Однако до настоящего времени слабо изученной остается динамика фитомассы нижних ярусов лесных биоценозов в процессе полной антропогенной смены древесных видов-эдификаторов.

Цель исследований: изучить изменение фитомассы живого напочвенного покрова при создании культур сосны обыкновенной на вырубках березняков разнотравных.

Задачи:

- ♦ исследовать временную динамику формирования фитомассы ЖНП в процессе смены естественных березняков искусственными сосновыми насаждениями;

Таблица 1. Фитомасса общая и наиболее обильных семейств живого напочвенного покрова (в абсолютно сухом состоянии), г/м²

Семейства	Березняки	Вырубки березня-ков	Культуры сосны, лет			
			15	30	45	60
Ariaceae	11,77	20,94	13,93	3,46	0,86	0,08
Asteraceae	6,64	28,96	20,78	2,63	1,06	0,75
Ericaceae	-	-	-	2,64	4,51	7,21
Fabaceae	2,71	5,08	4,22	0,61	0,26	0,06
Poaceae	66,17	204,84	85,12	11,19	4,58	0,43
Rosaceae	11,65	8,79	10,42	11,23	13,25	13,91
Общая фитомасса	121,98	276,53	155,34	35,71	27,36	24,93

- ♦ оценить изменение видовой структуры фитомассы в изучаемых сообществах;
- ♦ проанализировать распределение фитомассы ЖНП в соответствии с ярусностью фитоценозов.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились на территории Абатского административного района Тюменской области, расположенного в подзоне северной лесостепи. Изучение живого напочвенного покрова осуществлялось в коренных березняках злаково-разнотравных 50–55 летнего возраста, на их 3-летних вырубках и в культурах сосны обыкновенной, созданных посадкой по плужным (ПКЛ-70) бороздам на аналогичных вырубках 15, 30, 45 и 60 лет назад. Почвы исследованных участков серые и темно-серые лесные.

Учет надземной сырой фитомассы трав и кустарничков велся методом укусов. На пробных площадях по линейным трансектам закладывались не менее 20 учетных площадок площадью 1 м². Срезанные на уровне почвы растения в свежем состоянии разбирались по видам и высушивались при температуре 105 оС до постоянного веса [8]. Работы проводились во второй половине июля, когда отмечается максимальное развитие массы травянистой растительности. Фитомасса мхов и лишайников не учитывалась вследствие весьма незначительного их развития в лесостепных разнотравных березняках. Распределение видов трав и кустарничков по ярусам проводилось по А. П. Шенникову [13].

Результаты и обсуждение

Анализ видового состава исследуемых фитоценозов показал, что участие отдельных видов и семейств в сложении ЖНП существенно изменяется в процессе формирования искусственных сосновых насаждений.

В березняках злаково-разнотравных произрастает 89 видов травянистых растений, принадлежащих 65 родам 23 семейств. Наибольший вклад в общую надземную фитомассу травостоя, составляющую в среднем 121,98 г/м², вносят виды семейства Poaceae, формирующие около 54% фитомассы яруса (табл. 1). На долю растений семейств Fabaceae и Ariaceae приходится по 10% от всей массы травостоя; на виды семейства Asteraceae — 5,4%. Вклад остальных семейств в сложение напочвенного покрова менее значимый.

На трехлетних вырубках березняков злаково-разнотравных в совокупности обнаружено 94 вида травянистых растений 66 родов 21 семейства. После проведения сплошных рубок березняков происходит резкое повышение освещенности, устраняется корневая конкуренция древостоя, в результате чего надземная масса травянистых растений на свежих вырубках возрастает в среднем до 276,53 г/м². Максимальным обилием отличаются виды семейства Poaceae, доля которых в фитомассе яруса составляет 74%, а абсолютная фитомасса более чем в 3 раза превышает таковую в контрольных березняках. Помимо этого, в ЖНП наиболее представлены такие семейства, как Asteraceae (10,5%), Ariaceae (7,6%), Rosaceae (3,2%), Fabaceae (1,8%).

Создание искусственных насаждений на вырубках существенно изменяет экологические условия обитания растений, что приводит к смене видов — доминантов и перераспределению роли семейств в формировании продукции ЖНП. Уже в несомкнувшихся культурах 15-летнего возраста такие изменения довольно хорошо заметны. Общая фитомасса ЖНП здесь существенно ниже, чем на вырубках березняков, и составляет в среднем 155,34 г/м². Это связано с появлением корневой конкуренции древостоя и ухудшением светового режима в рядах: основная масса трав находится в междурядьях, под деревьями в пределах ряда фитомасса оказывается меньше в 5–7 раз.

В напочвенном покрове данных сообществ в совокупности отмечен 91 вид травянистых растений 63 родов 24 семейств. Наибольший вклад в общую фитомассу здесь также вносят злаки, но их представленность в травостое заметно ниже, чем на вырубках — около 55%, в силу чего увеличивается доля других семейств. Так, относительное участие растений семейства Asteraceae в 15-летних культурах по сравнению с вырубками увеличивается (до 13,4%), не смотря на то, что абсолютная масса видов этого семейства в культурах ниже, чем на вырубках. Аналогичная картина наблюдается в отношении семейств Apiaceae и Fabaceae, на долю которых приходится 9,0 и 2,7% соответственно. Исключение составляют виды семейства Rosaceae, относительное и абсолютное участие которых в общей фитомассе яруса увеличивается, по сравнению с вырубками, но не достигает уровня естественных березовых лесов.

После смыкания крон сосновых культур, что происходит к 25-летнему возрасту насаждений, освещенность нижних ярусов лесных фитоценозов резко снижается. В результате этого наблюдается существенное уменьшение общих запасов фитомассы ЖНП. В сосняках 30-летнего возраста со средней сомкнутостью крон 65% абсолютно-сухая масса трав и кустарничков в среднем составляет лишь 35,71 г/м². В напочвенном покрове здесь обнаружено 78 видов, принадлежащих 59 родам 22 семейств. На первое место по величине вклада в общую фитомассу выходят представители семейства Rosaceae (31,4%). Лидирующие позиции сохраняют и виды семейства Poaceae, однако их доля в общей массе трав и кустарничков (31,3%) существенно ниже, чем на вырубках и в молодых сосновых насаждениях. На виды семейств Apiaceae и Asteraceae приходится 9,7 и 7,4% соответственно. В культурах 30-летнего возраста впервые отмечаются представители семейства Ericaceae, типичные для хвойных лесов: зимолюбка зонтичная (*Chimaphila umbellata* (L.) W.P.C.), одноцветка крупноцветковая (*Moneses uniflora* (L.) A. Gray), ортилия однобокая (*Orthilia secunda* (L.) House), грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia* L.). Масса растений данного семейства составляет в среднем 7,4% от общей массы яруса.

С увеличением возраста сосновых насаждений действие экологических факторов, лимитирующих развитие травянистой растительности, усиливается (возрастает конкуренция со стороны древостоя, увеличивается затененность, повышается кислотность почвы), в результате чего наблюдается дальнейшее понижение массы растений живого напочвенного покрова.

В культурах 45-летнего возраста с сомкнутостью крон 75%, общая фитомасса яруса снижается в среднем до 27,36 г/м². Напочвенный покров представлен

51 видом трав и кустарничков 43 родов 21 семейства. Ведущая роль здесь принадлежит семейству Rosaceae, доля которого в общей массе яруса составляет 48,4%, в первую очередь благодаря видам земляники лесная (*Fragaria vesca* L.) и костяника каменистая (*Rubus saxatilis* L.). Доля участия семейства Ericaceae также возрастает и составляет 16,5%. Напротив, вклад семейств Poaceae, Asteraceae и Apiaceae в общую фитомассу трав и кустарничков снижается до 16,7; 3,9; 3,1% соответственно.

В 60-летних культурах сосны обыкновенной, сомкнутость крон которых в среднем составляет 80%, запасы надземной фитомассы трав и кустарничков наиболее низкие (24,93 г/м²). В составе ЖНП обнаружено 45 видов высших сосудистых растений 37 родов 19 семейств. Доля видов семейства Rosaceae увеличивается до 55,8%, Ericaceae — до 28,9%, Масса растений семейства Asteraceae составляет лишь 3,0%, Poaceae — 1,7% от общей фитомассы яруса.

Анализ вклада доминирующих в ЖНП видов трав и кустарничков в образование общей фитомассы яруса показал, что на различных возрастных этапах формирования сосновых культур роль того или иного вида может изменяться весьма существенно.

Так, фитомасса господствующих в травостое естественных березняков злаков (полевицы гигантской (*Agrostis gigantea* Roth.), вейника тростниковидного (*Calamagrostis arundinacea* L.), вейника наземного (*C. epigeios* (L.) Roth.) увеличивается после вырубki древостоя и плавно снижается с возрастом сосновых насаждений, достигая минимума в культурах сосны 60-лет (рис. 1). Подобная динамика характерна и для медуницы неясной (*Pulmonaria obscura* Dum.), за исключением того, что фитомасса этого лесного вида на вырубках ниже, чем в березняках, где данный вид является одним из доминантов напочвенного покрова.

Совершенно иная картина изменения надземной фитомассы при смене березняков сосновыми культурами наблюдается для земляники лесной и костяника каменистой (рис. 2). Это виды с широкой экологической амплитудой в отношении факторов освещенности и кислотности почвы. Однако в березовых лесах, на их вырубках и в культурах сосны 15-летнего возраста масса этих видов относительно невысокая в связи с активным конкурентным влиянием со стороны других травянистых растений. Существенный рост фитомассы *Fragaria vesca* L. и *Rubus saxatilis* L. происходит только после смыкания крон соснового древостоя, когда из ЖНП начинают «выпадать» многие луговые и бетулярные виды вследствие ухудшения светового режима и повышения кислотности почвы.

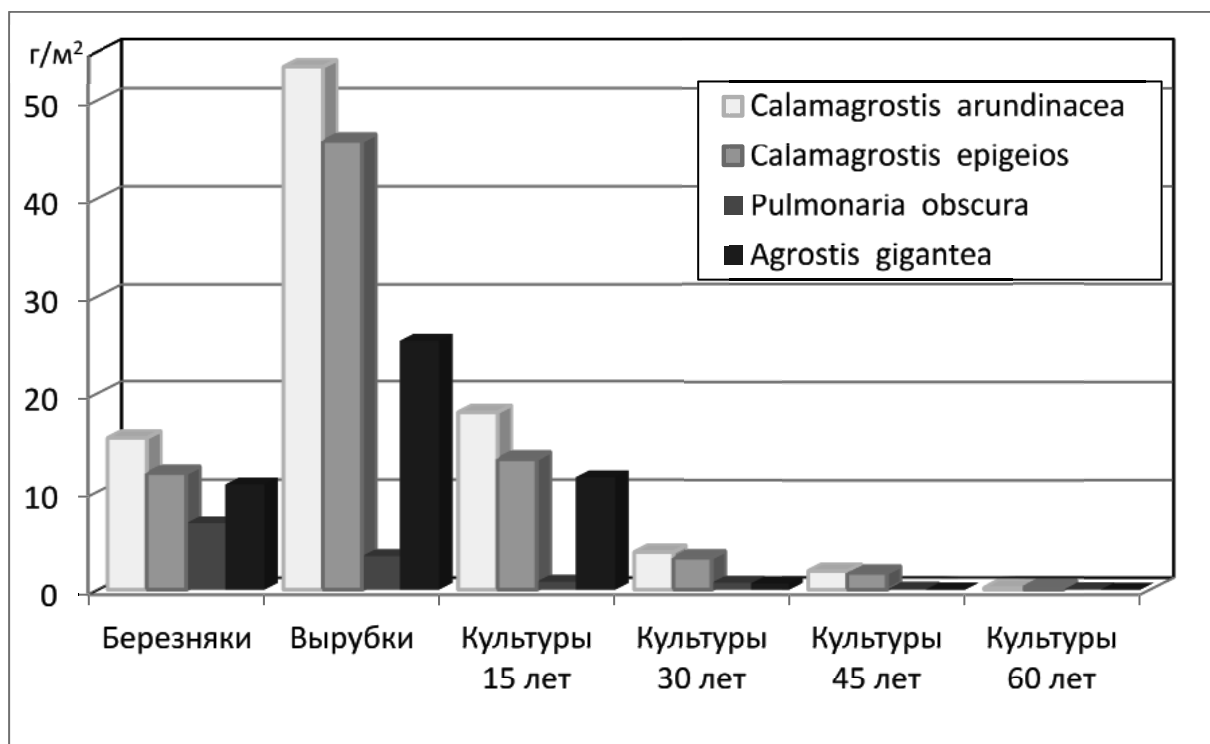


Рис. 1. Средняя фитомасса (г/м²) *Pulmonaria obscura* Dum. и видов семейства Poaceae в березняках, на их вырубках и в культурах сосны разного возраста

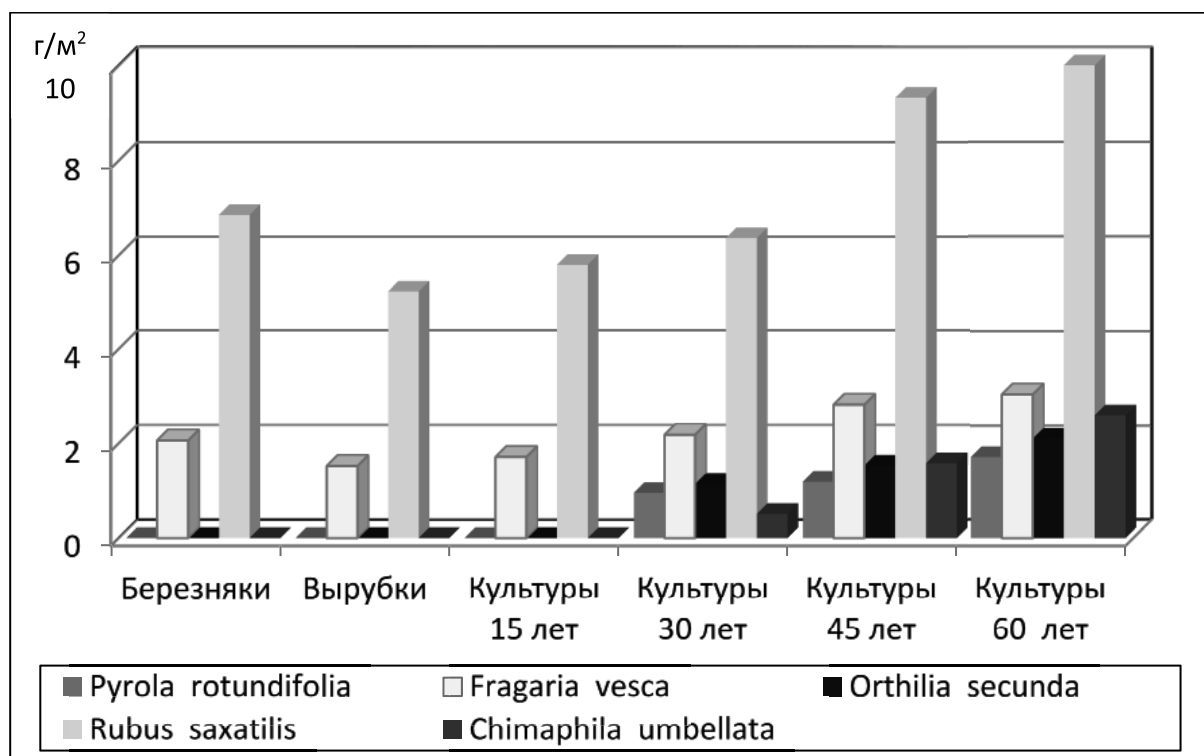


Рис. 2. Средняя фитомасса (г/м²) *Fragaria vesca* L., *Rubus saxatilis* L. и видов семейства Ericaceae в березняках, на их вырубках и в культурах сосны разного возраста

Таблица 2. Распределение фитомассы травяно-кустарничкового яруса по высотным подъярусам, %

Березняки	Вырубки березняков	Культуры сосны, возрастом (лет)			
		15	30	45	60
1 подъярус (61–130 см)					
63,7	82,8	78,1	36,8	14,6	1,8
2 подъярус (30–60 см)					
21,8	12,0	15,6	19,2	17,4	11,6
3 подъярус (менее 30 см)					
14,5	5,2	6,3	44,0	68,0	86,6

Подобная динамика фитомассы наблюдается в отношении видов семейства Ericaceae: *Chimaphila umbellata* (L.) W.P.C., *Orthilia secunda* (L.) House, *Pyrola rotundifolia* L. Это обычные растения сосновых лесов, которые отсутствуют в березняках, и тем более на вырубках. Впервые данные виды обнаруживаются лишь в напочвенном покрове 30-летних сосновых культур, а в насаждениях 45–60-летнего возраста наблюдается дальнейшее увеличение их надземной массы.

Отмеченный рост фитомассы указанных видов свидетельствует о том, что в средневозрастных культурах сосны формируется достаточно благоприятный для них экологический режим. В условиях корневой конкуренции со стороны сосны, повышения кислотности почвы и накопления мощной лесной подстилки *Fragaria vesca* L., *Rubus saxatilis* L. и виды семейства Ericaceae оказываются в более выгодном положении, чем большинство видов березовых лесов. Эти растения хорошо переносят подкисление почвы, а их корневые системы расположены, преимущественно, в лесной подстилке и не конкурируют с древостоем за воду и минеральное питание.

Для оценки особенностей вертикального распределения фитомассы, в травяно-кустарничковом ярусе сообществ нами были выделены высотные подъярусы: *первый (верхний)* — высота до 120–130 см, *второй (средний)* — до 50–60 см, *третий (нижний)* — до 20–30 см [13].

Как показали исследования, в березняках разнотравных фитомасса травостоя на 63,7% сформирована растениями первого подъяруса (табл. 2). В первую очередь, это виды семейства Poaceae (*Agrostis gigantea* Roth., *Calamagrostis arundinacea* L., *C. epigeios* (L.) Roth. и др.), доля которых в фитомассе подъяруса около 50%. Кроме того, в первом высотном подъярусе значительную часть фитомассы образуют *Angelica officinalis* L., *A. sylvestris* L., *Centaurea scabiosa* L. *Lilium martagon* L., *Heracleum sibiricum* L., *Pleurospermum uralense* Hoffm.

На виды второго подъяруса (*Cirsium heterophyllum* (L.) Hill., *Inula salicina* L., *Poa angustifolia* L., *Hieracium*

umbellatum L., *Ranunculus polyanthemos* L. и др.) приходится 21,8% фитомассы травостоя. Третий высотный подъярус березняков включает в себя виды с достаточно высоким обилием и проективным покрытием: *Fragaria vesca* L., *Pulmonaria obscura* Dum., *Rubus saxatilis* L. Указанные три вида трав формируют более 90% массы нижнего подъяруса.

На трехлетних вырубках березняков разнотравных около 83% фитомассы образовано видами, относящимися к первому подъярусу. Это *Agrostis gigantea* Roth., *Alopecurus pratensis* L., *Calamagrostis arundinacea* L., *C. epigeios* (L.) Roth. и другие высокорослые злаки, доля которых в общей фитомассе подъяруса достигает 75%. Второй подъярус, на который приходится 12% от всей фитомассы травостоя, образован преимущественно видами семейств Asteraceae (*Achillea asiatica* Serg., *A. millefolium* L., *Cirsium heterophyllum* (L.) Hill., *Inula salicina* L.) и Fabaceae (*Lathyrus pisiformis* L., *L. pratensis* L., *L. tuberosus* L., *Vicia cracca* L.). В третьем подъярусе, как и в ненарушенных вырубках березняках, основную часть фитомассы (88%) формируют *Fragaria vesca* L., *Pulmonaria obscura* Dum., *Rubus saxatilis* L.

В первые годы после создания культур на вырубках березняков вертикальное распределение массы трав и кустарничков меняется слабо. К 15-летнему возрасту сосновых насаждений доля видов первого подъяруса в общей фитомассе травостоя составляет около 78%. Видовой состав доминирующих в подъярусе растений аналогичен таковому на вырубках (*Agrostis gigantea* Roth., *Alopecurus pratensis* L., *Calamagrostis arundinacea* L., *C. epigeios* (L.) Roth., *Centaurea scabiosa* L., *Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Elytrigia repens* L. и др.).

В сомкнувшихся культурах 30-летнего возраста соотношение массы подъярусов травяно-кустарничкового яруса существенно отличается от предыдущих фитоценозов. Доля видов верхнего подъяруса в общей фитомассе снижается до 36,8%. Вклад же растений нижнего подъяруса возрастает до 44,0% за счет появления в напочвенном покрове видов семейства Ericaceae (*Chimaphila umbellata* (L.) W.P.C. Barton,

Moneses uniflora (L.) A. Gray, *Orthilia secunda* (L.) House, *Pyrola rotundifolia* L., а также за счет увеличения массы *Fragaria vesca* L. и *Rubus saxatilis* L.

Подобная тенденция сохраняется и в насаждениях 45 и 60-летнего возраста: доля фитомассы, созданная видами первого подъяруса с возрастом сосновых культур снижается до 14,6 и 1,8%, доля видов третьего подъяруса возрастает до 68,0 и 86,6% соответственно. Помимо *Fragaria vesca* L., *Rubus saxatilis* L. и видов семейства Ericaceae, в формировании фитомассы нижнего подъяруса 60-летних культур заметное участие принимают *Goodyera repens* (L.) R. Br., *Majanthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, *Polygonatum officinale* All.

Выводы

1. Абсолютно-сухая фитомасса травянистых растений в березняках злаково-разнотравных зафиксирована в количестве 121,98 г/м²; на свежих вырубках березняков возрастает до 276,53 г/м²; в несомкнутых культурах сосны составляет в среднем 155,34 г/м². После смыкания крон древостоя отмечается резкое снижение массы трав и кустарничков: до 35,71 г/м² в 30-летних; 27,36 г/м² в 45-летних и 24,93 г/м² в 60-летних культурах сосны.

2. Доля участия видов семейств Apiaceae, Asteraceae, Fabaceae и Poaceae в общей фитомассе ЖНП увеличивается после вырубki древостоя и планомерно снижается с возрастом сосновых насаждений. Для видов семейств Rosaceae и Ericaceae характерна обратная тенденция.

3. По мере увеличения возраста сосновых культур фитомасса видов, доминировавших в естественных березняках (*Agrostis gigantea* Roth., *Calamagrostis arundinacea* L., *C. epigeios* (L.) Roth, *Pulmonaria obscura* Dum.), снижается. Одновременно с этим увеличиваются запасы фитомассы *Chimaphila umbellata* (L.) W.P.C., *Fragaria vesca* L., *Orthilia secunda* (L.) House, *Pyrola rotundifolia* L., *Rubus saxatilis* L.— новых доминантов живого напочвенного покрова.

4. В березняках, на их вырубках и в 15-летних сосновых культурах растения первого высотного подъяруса (61–130 см) формируют соответственно 63,7; 82,2 и 78,1% фитомассы травяно-кустарничкового яруса. В культурах старшего возраста основной вклад в продукцию травяно-кустарничкового яруса вносят виды третьего высотного подъяруса (менее 30 см): от 44,0% в 30-летних, до 86,6% в 60-летних сосняках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипкина И. И. Динамика травяного покрова в березняках, поврежденных непарным шелкопрядом (*Lymantria dispar* L.) на юге Тюменской области: автореф. дис. . . канд. биол. наук. Тюмень, 2006. — 26 с.
2. Габеев В. Н. Биологическая продуктивность сосновых лесов Южного Приобья: автореф. дисс. доктора биол. наук. Новосибирск, 1988. — 42 с.
3. Габышева Л. П. Изменение фитомассы живого напочвенного покрова после пожаров в лиственных лесах Центральной Якутии // Наука и образование. 2013. № 4. С. 62–65.
4. Гончарова И. А., Собачкин Р. С. Продуктивность травяно-кустарничкового яруса в культурах сосны обыкновенной // Лесоведение. 2009. № 5. С. 63–68.
5. Иванова Н. С. Восстановительно-возрастная динамика нижних ярусов и принципы классификации растительности темнохвойных лесов западных низкогорий Южного Урала: автореф. дис. . . канд. с.-х. наук. Екатеринбург, 1999. — 21 с.
6. Ковалева Н. М. Динамика фитомассы живого напочвенного покрова сосняков после низовых пожаров // Растительные ресурсы. 2015. Т. 51. Вып. 2. С. 145–153.
7. Мартынова М. В., Султанова Р. Р. Состав и биомасса травянистого яруса в нарушенном рубками древостое липы мелколистной // Аграрный вестник Урала. 2014. № 10. С. 59–63.
8. Методы изучения лесных сообществ. — СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. — 240 с.
9. Носова Л. М. Структура, функционирование и динамика искусственных лесных насаждений центра Русской равнины: автореф. дисс. доктора биол. наук. Москва, 1992. — 86 с.
10. Панов А. В., Онучин А. А., Кошурникова Н. Н. Структура и динамика фитомассы на вырубках в сосняках лишайниковых Средней Сибири // Вестник КрасГАУ, 2009. № 12. С. 129–133.
11. Спицына Н. Т. Биологическая продуктивность березовых насаждений Канской лесостепи: автореф. дис. . . канд. с.-х. наук. Красноярск, 1996. — 25 с.
12. Усольцев В. А. Фитомасса лесов Северной Евразии: база данных и география. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. — 708 с.
13. Шенников А. П. Введение в геоботанику. Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. — 447 с.

© Кулясова Оксана Алексеевна (oksana-2505kul@mail.ru),

Шишкин Александр Михайлович (kafedra-331@mail.ru), Разманова Вера Ерофеевна (razmanovave@gausz.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОЦЕНКА ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ ДОЛГОВРЕМЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКИХ ДОЗ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ПОЧВЫ

ASSESSMENT OF THE AFTEREFFECTS OF LONG-TERM USE OF HIGH DOSES OF SEWAGE SLUDGE THROUGH SOIL BIOASSAY

**M. Lunev
A. Baranov**

Summary. An ecotoxicological assessment of the aftereffect of the introduction of high doses of sewage sludge (SS) under agricultural crops is given. The organisms included in the battery of bio-tests (plant, enhytreid, ciliates), in their vital signs, showed a positive effect on the introduction of high doses of SS. Studies on the assessment of the reaction of cultures belonging to the same taxonomic groups, but already in the field experience, also showed an improvement in their living conditions, confirming the possibility of extrapolating the bioassay results for the prediction of the development of experimental organisms in real conditions.

Keywords: soil, sewage sludge, remediation, bioassay, heavy metals, chronic pollution.

Лунев Михаил Иванович

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

Баранов Александр Павлович

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

Аннотация. Дана экотоксикологическая оценка последствий внесения высоких доз осадка сточных вод (ОСВ) под сельскохозяйственные культуры. Организмы, включенные в батарею биотестов (растение, энхитреиды, инфузории), по своим показателям жизнедеятельности, проявили положительный эффект от внесения высоких доз ОСВ. Проведенные исследования по оценке реакции культур, относящимся к тем же таксономическим группам, но уже в условиях полевого опыта, так же показали улучшение условий их жизнедеятельности, подтвердив возможность экстраполяции результатов биотестирования для прогноза на развитие опытных организмов в реальных условиях.

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

В современных условиях ускорения развития технологий и науки, возможности переработки антропогенных отходов резко увеличиваются. Массовое использование осадков сточных вод (ОСВ) для удобрения почв в Европе и Америке стимулировало процессы очистки данного сырья и снизило содержание токсичных контаминантов в осадке, в первую очередь тяжелых металлов. Данные тенденции, в свою очередь стимулируют исследования в области нормирования применения ОСВ на почвах сельскохозяйственного назначения.

Наиболее ярким примером доказательства актуальности вопроса применения ОСВ для обогащения почв питательными веществами, является разница между дозами стандартизированного применения ОСВ по нормативным документам [1], разрешающим внесение ОСВ в дозах 7–10 тонн с периодичностью 3–5 лет и дозами осадков, испытываемых в научных исследованиях [2,3], с объемами внесений до 90 т/га и 1440 т/га (накопительная доза за 35 лет). При определенности удобрительного эффекта ОСВ, и доказанности улучшения агроэкологических свойств почвы [3], вопрос загрязнения почв при долговременном применении ОСВ и влияния на почвен-

ную биоту остается недостаточно изученным. Многофакторность загрязнения и неоднородность условий применения осадков, в первую очередь, из-за разнообразия таких почвенных показателей как содержание органического вещества, кислотность, почвенно-поглощающий комплекс, содержание глины, водный режим, обуславливают необходимость комплексной интегральной оценки токсичности для каждой почвенной разности.

Наиболее адекватным инструментом для оценки загрязненности почвы с учетом ее особенностей, является определение ее интегральной токсичности путем использования батарей биотестов, состоящих из стандартизированных высокочувствительных тест — культур организмов, принадлежащих к разным таксономическим группам, имеющим репрезентативность по отношению к исследуемой территории и вносящим существенный вклад в почвообразовательный процесс [4].

Однако, возможности биотестирования исследования проводимого в лабораторных условиях, отличающихся от реальных условий отсутствием многообразия факторов воздействия, присутствующих в полевых условиях могут быть ограничены для интерполяции на всю

Таблица 1*. Содержание некоторых тяжелых металлов почве вариантов опыта

Вариант	Cd	Cr	Cu	Zn	Pb	Ni
	мг/кг					
Контроль	1,59	61	48,2	108,3	11,8	3,5
ОСВ 360 т/га + дол. мука 3 т/га	4,31	91,4	80,4	147,3	15,1	7,3
ОСВ 1440 т/га + дол. мука 3 т/га	9,44	123,4	127,1	181,6	18,7	24,8

* Результаты полевого опыта. Касатиков В.А, Шабардина Н.П., Влияние систематического применения осадка городских сточных вод на агроэкологические свойства почвы, урожайность культур в длительном опыте.

Показатели развития *Brassica rapa* по результатам биотеста Таблица 2

Варианты опыта	Вес (г)			Σ	% к контролю
	корни	листья	стебли		
Контроль	72,0±3,0	409,0±7,0	163,7±12,5	644,7	—
ОСВ 360 т/га + дол. мука 3 т/га	102,5±4,3	426,5±17,2	264,7±4,1	793,2	22,4
ОСВ 1440 т/га + дол. мука 3 т/га	298,0±7,0	814,2±14,7	284,7±5,6	1390,9	115,7

экосистему изучаемого объекта. Поэтому для оценки точности биотестирования почв с большими дозами внесения ОСВ проводилось сопоставление результатов биотестирования на тест-культурах с изменениями происходящими в полевых условиях с организмами, относящимися к тем же таксономическим группам, что и тест-культуры (высшие растения и энхитреиды).

Материалы и методы

Оценка последствий внесения ОСВ проводилась с почвой вариантов опыта по внесению ОСВ, заложенно-го на опытном поле ФГБНУ ВНИИ органических удобрений в 2014–2017 гг. в 1984 г. Суммарные дозы ОСВ на текущее состояние даны на 50% влажность. Повторность опыта 6-ти кратная. Размер делянки 1,5 x 2 м. Учетная площадь 3 м². По периметру опыта защитная полоса шириной 0,4 м. общая площадь опыта 300 м². Аэробностабилизированные осадки сточных вод с очистных сооружений г. Владимира вносили ежегодно с 1984 по 1995 гг., а также периодически в 2000, 2006, 2010 и 2015 г. осенью в сочетании с периодическим известкованием доломитовой мукой в дозах 3, 6, 9 т/га в 1984, 1990, 1995, 2006 и 2015 гг. Суммарные дозы ОСВ составили 180–1440 т/га (50% влажности). В результате длительного применения ОСВ в почву стационарного опыта поступило значительное количество тяжелых металлов (ТМ), (таблица 1). Почва опытного участка дерново-подзолистая, сформированная на двучленных ледниковых отложениях. Пахотный и иллювиальный горизонты находятся в толще супесчаного отложения, перекрывающего тяжелый моренный суглинок. Исходная агрохимическая характеристика слоя почвы 0–20 см в 1984 г. следующая: рН_{сол.}— 6,0, Нг.— 1,05 мг-экв./100г почвы, S — 7,0 мг-

экв./100г почвы, P₂O₅—95 мг/кг почвы, K₂O — 43 мг/кг почвы, Сорг.— 0,8%.

Биотестирование почвы вариантов опыта проводилось с использованием батареи, включающей стандартизированные биотесты с энхитреидами *Enchytraeus albidus* [5], высшим растением *Brassica rapa*, проводившийся в климатической камере в соответствии с методикой [6] и с инфузориями *Tetrahymena thermophile* по руководству [7]. Подсчет инфузорий *Tetrahymena thermophile* проводился с помощью автоматизированной системы БиоЛаТ [8]. Исследование по плотности энхитреид, непосредственно в почве в вариантах полевого опыта проводилось по методикам [9] и [10]. Образцы почвы в виде кернов (3 см) отбирались с поверхности почвы вариантов опыта, и хранились в пластиковой таре в течение суток до начала размещения энхитреид в установке для подсчета. Время отбора почвенных образцов в 2018 и 2019 гг.— третья декада мая.

Результаты и обсуждение

В таблице 1 дано содержание тяжелых металлов, определенное по результатам накопления указанных доз ОСВ. Основное внимание обращает на себя содержание кадмия, которое имеет наибольшее превышение своего кларка в почвах (0,13 мг/кг) по сравнению с незначительными превышениями других тяжелых металлов, например меди (50 мг/кг).

Данные представленные в таблице 2 показывают существенную прибавку в физической массе растений на вариантах опыта за счет фактора ОСВ, полученную в течение 25 суток биотестирования. Показательно вли-

Таблица 3. Выживаемость и репродуктивность энхитреид *Enchytraeus albidus* в почве опыта по результатам биотеста

Варианты опыта	Выживаемость в% к контролю	Репродуктивность (ювенальные особи, шт.)
Контроль	-	67,3±9,4
ОСВ 360 т/га + дол. мука 3 т/га	98,7	96,9±14,9
ОСВ 1440 т/га + дол. мука 3 т/га	100	23,4±6,4

Таблица 4. Показатели развития инфузорий по результатам биотеста. Токсичность водных экстрактов почв опыта для *Tetrahymena thermophile*

Варианты опыта	Коэффициент суточного роста культуры
Контроль	1,68±0,31
ОСВ 360 т/га + дол. мука 3 т/га	1,73±0,57
ОСВ 1440 т/га + дол. мука 3 т/га	1,60±0,29

Таблица 5*. Последствие систематического применения ОСВ и известкования на продуктивность культур в звене озимая рожь — яровая тритикале.

Вариант опыта	Озимая рожь		Яровая тритикале	
	Урожай, ц/га	Прибавка к контролю, %	Урожай, ц/га	Прибавка к контролю, %
Контроль (б/у)	26,7	-	12,0	-
ОСВ 360 т/га + дол. м. 3 т/га	32,8	23	15,8	32
ОСВ 1440 т/га + дол. м. 3 т/га	39,8	49	22,4	87
НСР05	1,67		1,59	

* Результаты полевого опыта. Касатиков В.А, Шабардина Н.П., Влияние систематического применения осадка городских сточных вод на агроэкологические свойства почвы, урожайность культур в длительном опыте.

Таблица 6. Плотность энхитреид (шт/м²) в почве вариантах микрополевого опыта

Варианты опыта	2018 г	2019 г
Контроль	1340±58	1534±61
ОСВ 360 т/га + дол. мука 3 т/га	3650±79	4023±81
ОСВ 1440 т/га + дол. мука 3 т/га	5120±69	5230±47

ание ОСВ на варианте с аккумулярованной дозой 1440 т/га где масса растений более чем в 2 раза превышает массу контрольных растений.

Биотест на репродуктивность энхитреид считается одним из самых чувствительных среди тестов с педобионтами [11]. В таблице 3 показано, что возможное токсическое действие контаминантов ОСВ не отразилось на количестве взрослых энхитреид *Enchytraeus albidus* в двухнедельном тесте на выживаемость.

Резкое повышение репродуктивности в варианте с аккумулярованной дозой 360 т/га, по-видимому, мож-

но интерпретировать как выражение разнонаправленных эффектов токсичности и питательности ОСВ для ювенальных форм энхитреид. Для точного объяснения полученного эффекта необходимо проведение дополнительных исследований химического состава ОСВ. Одним актуальных направлений исследования химического состава осадков является изучение гормональных веществ. В образцах почв с внесенными ОСВ определяют такие физиологически активные вещества как ацетаминофен, кофеин, карбамазепин и ибупрофен, среди других [12].

Биотестирование на водных тест-культурах является неизменным методом контроля сточных вод. Однако

биотестирование самого осадка, представляющего собой многократно промытый, в процессе работы очистных сооружений, материал, с нашей точки зрения, носит чисто контрольный характер. Оценка токсичности твердофазных отходов с помощью элюатных методов считается малоэффективной в силу слабой растворимости или сильной сорбции поллютантов ОСВ. Кроме того, учитывая, что тяжелые металлы, в большинстве исследований позиционируются как основной загрязнитель ОСВ, необходимо отметить низкую способность тест-культуры инфузорий для биотестирования металлов в водных почвенных экстрактах [13].

В таблице 4 показаны коэффициенты роста популяции инфузорий *Tetrahymena thermophile* в водных экстрактах из почвы полевого опыта. Различия в значениях коэффициента не превышают наименьшую существенную разницу.

В таблице 5 даны величины урожайностей культур высших растений с достоверными прибавками урожая под действием ОСВ. Сопоставление этих данных с результатами биотеста на растении показывает примерно одинаковое действие ОСВ в полевом и лабораторном опытах.

С целью изучения последствий ОСВ на педобионтов изучалось содержание энхитреид в почве в 2018 и 2019 г. спустя 3 и 4 года после внесения осадка, соответственно и для сравнения с результатами биотеста с энхитреидами проводившегося с почвой в эти же сроки.

Необходимость учитывать, последствие ОСВ на почвенные организмы определяется процессом накопления токсичных контаминантов осадка при одновременном снижении уровня органического вещества (питательности).

Известен эффект снижения почвенной токсичности для почвенных организмов в присутствии доступного и легкоусваиваемого органического питания (ОСВ) [14,16], однако органическое вещество ОСВ, в течение года после внесения в почву, разлагается на 20–35% [16].

С другой стороны, величина токсического воздействия во времени связана с процессами, так называемого, старения контаминантов, при котором происходит

их закрепление в почве, снижающее их биодоступность, главным образом ТМ [17].

Таким образом, эти разнонаправленные процессы, обуславливают необходимость экспериментальной оценки последствий внесения осадка на почвенные организмы в реальных полевых условиях.

Данные таблицы 6 показывают устойчивое локальное содержание энхитреид в почвенных вариантах не смотря на возможную годичную миграцию организмов и не большие размеры делянок вариантов опыта (1,5 x 2 м). Сопоставление данных таблицы с результатами биотестирования на энхитреидах *Enchytraeus albidus* (таблица 3) в отношении показателей, может интерпретироваться как структурная диверсификация семейства энхитреид. Энхитреиды, как, впрочем, и большинство других биомониторов не дают точной количественной оценки концентрации загрязнителей, они дают оценку только общему состоянию почв, и их реакции не обязательно связаны с только с токсичностью почв. Наибольшая численность энхитреид на почве с применением ОСВ показывает доминирование фактора питательности над токсичностью в данной почве. Развитие энхитреид в условиях полевого опыта, в целом, подтверждает результаты биотестирования как пригодные для интерполяции на естественную ситуацию.

ВЫВОДЫ

1. Проведенное исследование влияния высоких доз ОСВ на показатели жизнедеятельности тест-культур применяемых для биотестирования выявило положительное влияние ОСВ на развитие всех опытных организмов.
2. Сопоставление влияния осадков на тест-культуры с действием на организмы тех же таксономических групп в условиях полевого опыта также показало общий положительный эффект, подтверждая возможность экстраполяции результатов лабораторных экспериментов на условия экосистемы. Отсутствие эффектов ингибирующих рост и развитие опытных организмов, предположительно связано с разнонаправленностью действия питательности ОСВ и его токсичных контаминантов.

ЛИТЕРАТУРА

1. «СанПиН 2.1.7.573–96. 2.1.7. Почва. Очистка населенных мест. Бытовые и промышленные отходы. Санитарная охрана почвы. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. Санитарные правила и нормы» (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31.10.1996 N46)
2. Selivanovskaya S. Yu., Latypova V. Z. The use of bioassays for evaluating the toxicity of sewage sludge and sewage sludge-amended soil, Journal of Soils and Sediments, 2003, Volume 3, Issue 2, pp 85–92)

3. Касатиков В.А, Шабардина Н. П., Влияние систематического применения осадка городских сточных вод на агроэкологические свойства почвы, урожайность культур в длительном опыте.// Материалы Всероссийского совещания научных учреждений-участников Географической сети опытов с удобрениями. 2016
4. Терехова В. А. Биотестирование почв: подходы и проблемы. Почвоведение, 2011, № 2, с. 190–198.
5. Горшкова И. А., Гонгальский К. Б., Терехова В. А. Методика измерения токсичности почв по реакциям энхитреид. ФР.1.39.2014.18039. М., MDMprint, 2014 24 с.
6. OECD guideline for the testing of chemicals 227, 2006, 1–21.
7. Методика определения токсичности отходов, осадков сточных, поверхностных и грунтовых вод методом биотестирования с использованием равноресничных инфузорий *Paramecium caudatum* Ehrenberg. Федеральный реестр (ФР) ФР.1.39.2006.02.506, Москва-МГУ-2006.
8. Черемных Е. Г., Покатаев А. С., Гридунова Н. В. Прибор для биологических исследований // Патент № 2361913. 18.10.2006.
9. O'Connor F.B., 1967. The Enchytraeidae. In: A. Burges and F. Row (Editors). *Soil Biology*, Academic Press, London, pp. 213–257.
10. E. G. Gregorich/*Soil Sampling and Methods of Analysis*, 2007, Chapter 35, page 445–448.
11. Xanier Domene Casadesus. *Methodologies using soil organisms for the ecotoxicological assessment of organic wastes*. Universitat Autònoma de Barcelona, 2007, p 217.
12. A., Pocurull E., Borrull F., Marcé R. M. Occurrence of Pharmaceuticals and Hormones in Sewage Sludge *Environmental Toxicology and Chemistry* 29(7):1484–9.
13. Баранов А. П., Воронина Л. П., Лунев М. И. Биотестирование загрязненной ТМ почвы с использованием инфузорий. *Агрохимический вестник* 2016, 6, с 36–39.
14. Haimi J. Decomposer animals and bioremediation of soils. *Environm. Pollution*, 107 (2000), 233–238.
15. Филимонова Ж. В. Автореферат. дис. канд. биолог. наук Энхитреиды (*Oligochaeta*, *Enchytraeidae*) в биотестировании и контроле загрязнения почв. Москва, 2000. С. 5.
16. Putham, S., Houck C., Gallier W. Thomas utilization of sewage sludges // *Civ. Tnd. (USA)*, 1989, N3, p. 60–62.
17. Lanno R, Wells J, Conder J, Bradham K, Basta N. 2004. The bioavailability of chemicals in soil for earthworms. *Ecotoxicol Environ Saf* 57:39–47.

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

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНОГО ХРАНЕНИЯ ГАЗА В ВОДОНОСНОМ КУПОЛЬНОМ ПЛАСТЕ

MATHEMATICAL MODELING OF UNDERGROUND GAS STORAGE IN AQUARIUS DOME PLATE

M. Akhanova
S. Ovchinnikova
D. Platonov

Summary. the article considers a mathematical model of control over the operation of an underground gas storage facility, taking into account changes in the GVK boundary, pressure and gas mass in a gas storage facility, proposed and implemented an algorithm for solving the problem using the Runge-Kutta method in the Mathcad 15 package, taking into account the change in the gas super-compressibility coefficient depending on from reservoir conditions

Keywords: mathematical modeling, numerical methods, underground gas storage, aquifer dome.

Аханова Марина Анатольевна

К.с.н., доцент, ФГБОУ ВО «Тюменский
индустриальный университет»
ahanovama@tyuiu.ru

Овчинникова Светлана Валерьевна

К.с.н., доцент, ФГБОУ ВО «Тюменский
индустриальный университет»

Платонов Дмитрий Витальевич

В.с., ООО «Газпромнефть-НТЦ», г. Тюмень

Аннотация. в статье рассмотрена математическая модель контроля над работой подземного хранилища газа с учетом изменения во времени границы ГVK, давления и массы газа в газохранилище, предложен и реализован алгоритм решения задачи методом Рунге-Кутты в пакете Mathcad 15 с учетом изменения коэффициента сверхсжимаемости газа в зависимости от пластовых условий.

Ключевые слова: математическое моделирование, численные методы, подземное хранилище газа, водоносный купольный пласт.

Подземное хранилище газа (ПХГ) — техническое сооружение, предназначенное для контроля неравномерности потребления газа. Объемы потребляемого газа могут изменяться в течение часов, суток и сезонов. ПХГ создаются в пористых пластах горных пород, водоносных пластах, истощенных газовых, газоконденсатных и нефтяных месторождениях, в горных выработках соляных отложений, отработанных пространствах горных шахт.

В настоящее время на территории Российской Федерации эксплуатируется 23 ПХГ в 27 объектах хранения газа. Из них 17 — в истощенных газовых месторождениях, 8 в водоносных структурах и 2 объекта в соляных кавернах [1]. Подземное газовое хранилище в водоносном пласте представляет собой искусственную газовую залежь, созданную в пласте, поровое пространство которого было полностью заполнено водой. Для создания ПХГ в водоносном пласте антиклинальной структуры необходим природный резервуар, состоящий из пласта-коллектора с высокими ФЕС и надежной покрышки, способной длительное время герметизировать искусственную газовую залежь.

Рассмотрим купольный пласт симметричный относительно вертикальной оси z . Закачка и отбор газа производится через группу скважин, размещенных в купольной части залежи. В круг радиуса $\alpha(t)$, контур которого

является границей газовой контактной, проецируется часть пласта, занятая газом. Круговое кольцо, удовлетворяющее условию $\alpha(t) \leq r \leq R_k$, занято водой [2].

Расход жидкости через сечение цилиндрической формы выражается в виде формулы:

$$Q(t) = 2\pi r h v_r \quad (1)$$

Подставляем выражение для расхода в закон Дарси, откуда выражаем фильтрационный потенциал:

$$\Phi(r, t) = -\frac{Q(t) \cdot \mu_B}{2\pi \cdot h \cdot k} \cdot \ln\left(\frac{r}{R_k}\right) + \Phi_k \quad (2)$$

Приняв, что $\Phi_k = p_k + \rho_B \cdot g \cdot z_k$, получим:

$$p(t) = -\frac{Q(t) \cdot \mu_B}{2\pi \cdot h \cdot k} \cdot \ln\left(\frac{\alpha(t)}{R_k}\right) + \rho_B \cdot g \cdot (z_k - z_a) + p_k \quad (3)$$

Дополним данное равенство условием Кельвина на границе ГVK, согласно которому скорость перемещения ГVK в каждой точке должна равняться нормальной скорости составляющих ее частиц воды.

$$m \frac{da}{dt} = \frac{Q(t)}{2\pi \cdot h \cdot a(t)} \quad (4)$$

В результате получим следующую зависимость:

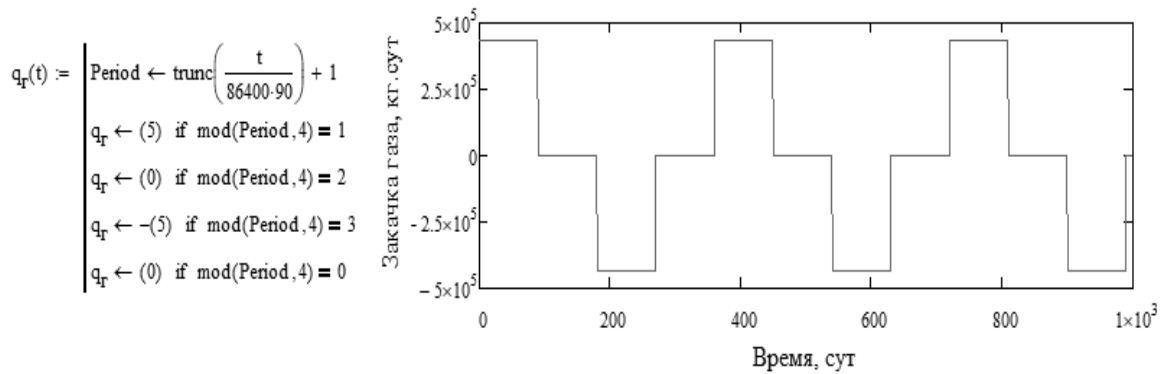


Рис. 1. Блок изменения массы газа в газовой полости

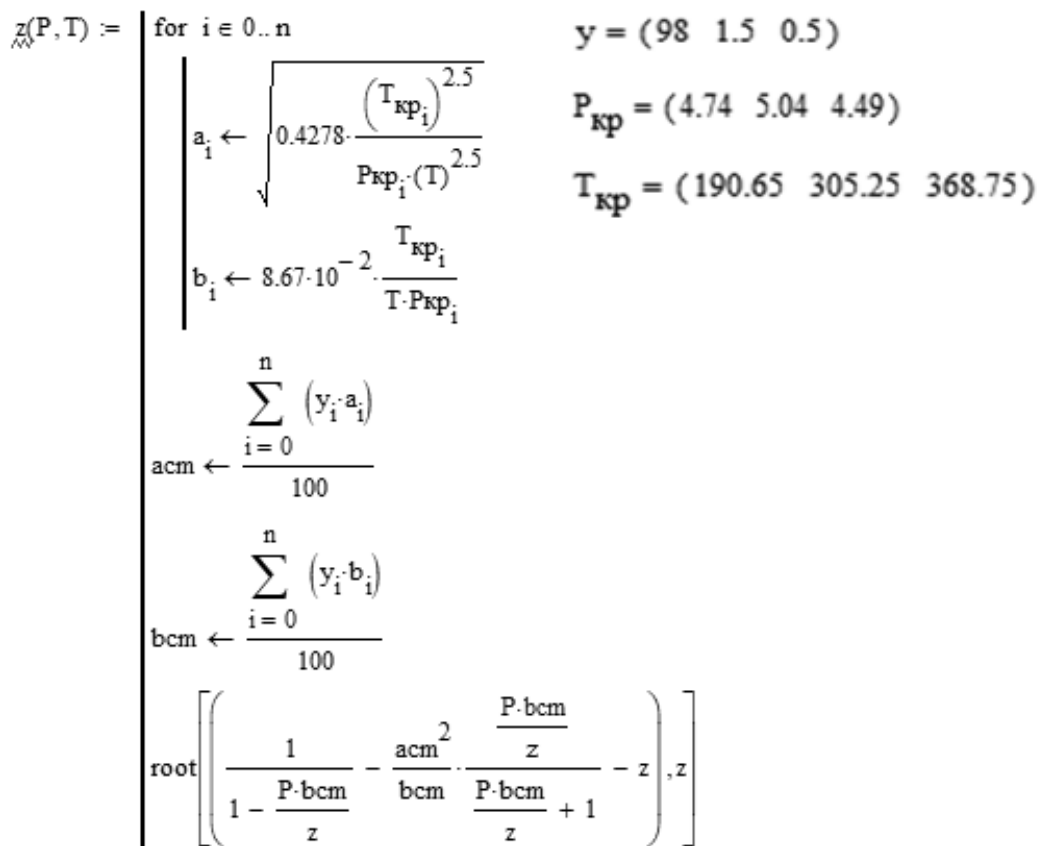


Рис. 2. Алгоритм определения коэффициента сверхсжимаемости газа

$$\frac{p(t)}{p_k} = -\frac{\mu_B \cdot m}{2 \cdot p_k \cdot k} \cdot \frac{d}{dt} \left(a^2(t) \right) \cdot \ln \left(\frac{a(t)}{R_k} \right) + \frac{\rho_B \cdot g \cdot R_k}{p_k} \cdot \left(\frac{z_k - z_a}{R_k} \right) \quad (5)$$

Далее выделим производную от положения ГВК:

$$\frac{d}{dt} a(t) = \frac{k}{\mu_B \cdot \gamma \cdot m \cdot a(t) \cdot \ln \left(\frac{a(t)}{R_k} \right)} \cdot \left[-g \cdot \rho_B \cdot \Delta z \cdot \left(1 - \frac{a(t)^2}{R_k^2} \right) + p_k - p(t) \right] \quad (6)$$

В данном равенстве присутствуют неизвестные $a(t)$ и $p(t)$. Поэтому для решения поставленной задачи необходимо использовать дополнительное условие. Второе соотношение получим из уравнения массового баланса газа:

$$M(t) = \frac{\pi h m}{RT} \cdot a^2(t) \cdot \frac{p(t)}{z(p, T)} \quad (7)$$

$$\frac{dM(t)}{dt} = \frac{\pi h m}{RT} \cdot \frac{d}{dt} \left(a^2(t) \cdot \frac{p(t)}{z(p, T)} \right) = q_r(t) \quad (8)$$

$$a(0) = 300 \quad p(0) = 4.2 \cdot (10)^6$$

$$1. \quad \frac{d}{dt} a(t) = \frac{k}{\mu_B \cdot \chi \cdot m \cdot a(t) \cdot \ln\left(\frac{a(t)}{Rk}\right)} \cdot \left[-g \cdot \rho_B \cdot \Delta Z \cdot \left(1 - \frac{a(t)^2}{Rk^2} \right) + p_K - p(t) \right]$$

$$2. \quad \frac{d}{dt} p(t) = \frac{R \cdot T \cdot q_r(t) \cdot z(p(t), T) - p(t) \cdot 2 \cdot a(t) \cdot \left(\frac{d}{dt} a(t) \right) \cdot (h \cdot m \cdot \pi)}{h \cdot m \cdot \pi \cdot a(t)^2 \cdot \left(1 - \frac{p(t) \cdot dz(p(t), T)}{z(p(t), T)} \right)} +$$

Рис. 3. Блок решения системы ДУ

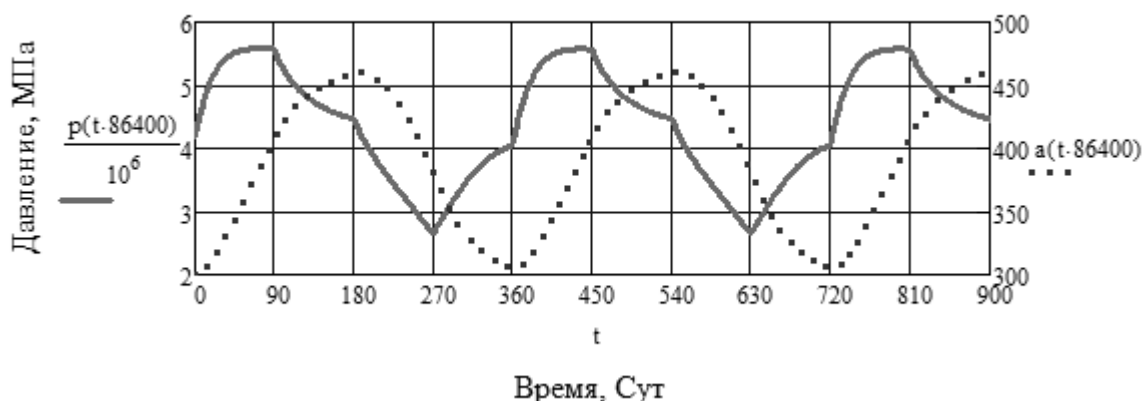


Рис. 4. Колебания давления и изменение границы ГВК

Выражая производную давления, получаем систему однородных дифференциальных уравнений:

$$\frac{d}{dt} p(t) = \frac{R \cdot T \cdot q_r(t) \cdot z(p(t), T) - p(t) \cdot 2 \cdot a(t) \cdot \left(\frac{d}{dt} a(t) \right) \cdot h \cdot m \cdot \pi}{h \cdot m \cdot \pi \cdot a^2(t) \cdot \left(1 - \frac{p(t) \cdot dz(p(t), T)}{z(p(t), T)} \right)} \quad (9)$$

$$\frac{d}{dt} a(t) = \frac{k}{\mu_B \cdot \chi \cdot m \cdot a(t) \cdot \ln\left(\frac{a(t)}{Rk}\right)} \cdot \left[-g \cdot \rho_B \cdot \Delta Z \cdot \left(1 - \frac{a^2(t)}{Rk^2} \right) + p_K - p(t) \right] \quad (10)$$

Пусть задано ПХГ, созданное в купольном пласте со следующими параметрами: $h=10\text{м}$, $Rk=1500\text{м}$, $m=0.3$, $k=0,5\text{Д}$, $\Delta Z=80\text{м}$.

Давление на контуре питания $p_k=5\text{МПа}$, массовые расходы газа ($q_c(t)$) равны расходам отбора и составляют $\pm 5\text{кг/с}$; температура T природного газа ($R=500\text{Дж/кгК}$) в хранилище равна 300К . Закачка и отбора газа характеризуются одинаковой продолжительностью в 90 суток и цикличной работой. Между закачкой и отбором хранилище простаивает так же 90 суток. Начальное положение ГВК $a(0)=300\text{м}$ при $p(0)=4,2\text{МПа}$.

Расчеты производились с использованием математического программного обеспечения Mathcad15 [3]. Решение системы дифференциальных уравнений получаем с использованием метода Рунге-Кутты.

Для характеристики изменения массы газа в хранилище от времени, т.е. $q_c(t)$, был составлен алгоритм, представленный на рисунке 1.

Коэффициент сверхсжимаемости вычисляется по алгоритму, представленному на рисунке 2. При этом учитываем, что закачиваемый газ на 98% состоит из метана, 1,5% — из этана и на 0,5% — из пропана:

Блок решения системы дифференциальных уравнений в пакете Mathcad15 при заданных начальных значениях $a(0)$ и $p(0)$ представлен на рисунке 3.

На рисунке 4 представлено графическое решение системы дифференциальных уравнений, где сплошная линия отображает колебания давления в газовой полости, а пунктирная представляет закон движения границы ГВК.

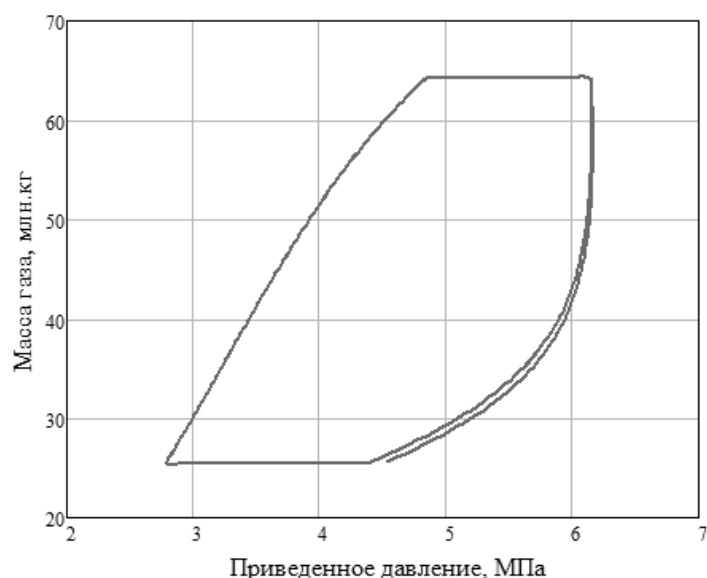


Рис. 5. Гистерезисная диаграмма купольного ПХГ

Изменение границы ГВК принимает положительное значение при закачке газа и последующем простое, при отборе и эквивалентного по времени простоя изменение носит отрицательный характер. Изменение границы ГВК при простоях, хоть и с меньшей скоростью, продолжается. При первом цикле работы граница ГВК колеблется от начального положения равного 300 м до отметки в 460 м. В последующих циклах, ввиду непродолжительного простоя граница находится выше отметки 300 м.

Колебания давления имеют пределы 2,6–5,6 МПа. На первой стадии закачки давление в газовой части повышается с отметки в 4,2 МПа до 5,6 МПа. При последующем простое хранилища в отсутствии внешнего воздействия давление понижается. При отборе газа происходит резкое падение давления, которое к концу последующего простоя восстанавливается до 4 МПа.

Зная динамику изменения давления и положения ГВК, можно контролировать массу газу в хранилище. Для этого была построена гистерезисная диаграмма по уравнению массового баланса газа (рисунок 5). Если

петля гистерезисной диаграммы представляет собой незамкнутую линию, то это может свидетельствовать об утечке газа. При этом необходимо изменить технологический режим работы хранилища. Если же изменение массы газа от цикла к циклу носит схожий характер (как в данном случае), то ПХГ работает в предельном режиме.

Предлагаемая модель ПХГ дает лишь качественную картину изменения параметров его работы, но она может быть адаптирована к реальным условиям. Для этого на основе ретроспективных данных, полученных в результате наблюдений за работой ПХГ, производится адаптация модели к реальным условиям работы путем варьирования констант математической модели (радиус контура питания, давление на нем, средняя мощность пласта, средняя пористость и проницаемость и т.п.) до совпадения гистерезисных диаграмм расчетной модели с действительной. В соответствующие расчеты закладываются значения расходов закачек и отборов газа, имевшие место в течение адаптационного периода, а также среднепластовые давления $p(t)$ в хранилище.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подземное хранение газа [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gazprom.ru/about/production/underground-storage/>
2. Лурье, М. В. Механика подземного хранения газа в водоносных пластах / М. В. Лурье. — М.: ГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2001. — 350 с.
3. Кирьянов, Д. В. Mathcad 15/Mathcad Prime 1.0. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 432 с

СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА, СБОРА И ОБРАБОТКИ СТАТИСТИКИ ДЛЯ ЗАЩИЩЕННОЙ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ КНИТУ

CREATING AN AUTOMATED SYSTEM FOR MONITORING, COLLECTION AND PROCESSING STATISTICS FOR A PROTECTED CORPORATE NETWORK KNITU

**V. Bogomolov
I. Pervuhin**

Summary. The article discusses the creation of an automated system for monitoring, collecting and processing statistics of a protected corporate network of the Kazan National Research Technological University (KNRTU), created on DionisNX national crypto routers, and is a training and testing ground based on the KNITU corporate network. For complete control of the network status, it was necessary to create an automated system for monitoring, collecting and processing statistics. The article describes in detail the system of monitoring and collecting statistics.

Keywords: Crypto routers, corporate networks, import substitution, firewall, virtual private networks, high-availability clusters, training ground, testing software and hardware systems, DionisNX, secure channels, protected networks, network security, Nagios, MRTG, monitoring, statistics collection.

Богомолов Владислав Афанасьевич

*К.т.н., доцент, Казанский национальный
исследовательский технологический университет
vladbogomolov72@mail.ru*

Первухин Илья Дмитриевич

*К.т.н., главный электроник, Казанский
национальный исследовательский технологический
университет
pervuhin@kstu.ru*

Аннотация. В статье рассматривается создание автоматизированной системы для мониторинга, сбора и обработки статистики защищенной корпоративной сети Казанского национального исследовательского технологического университета (КНИТУ), созданной на отечественных крипто-маршрутизаторов DionisNX, и является учебно-испытательным полигоном на базе корпоративной сети КНИТУ. Для полного контроля состояния сети необходимо было создать автоматизированную систему для мониторинга, сбора и обработки статистики. В статье подробно рассмотрена созданная система мониторинга и сбора статистики, и приведен анализ собранной статистики.

Ключевые слова: Крипто-маршрутизаторы, корпоративные сети, импортозамещение, межсетевые экраны, виртуальные частные сети, отказоустойчивые кластеры, учебный полигон, тестирование программно-аппаратных комплексов, DionisNX, защищенные каналы, защищенные сети, безопасность сетей, Nagios, MRTG, мониторинг, сбор статистики.

Введение

В работе изложен опыт создания автоматизированной системы для мониторинга, сбора и обработки статистики для работающего прототипа защищенной сети на базе модернизированной корпоративной сети КНИТУ. После модернизации корпоративной сети КНИТУ были использованы криптомаршрутизаторы Dionis-NX. Криptomаршрутизаторы требуются для защиты информации при передаче по открытым каналам связи [1]. Теперь корпоративная сеть КНИТУ может использоваться для имитационного моделирования нагрузки, атак и защиты сети [2–4].

Для полного контроля состояния сети необходимо было создать автоматизированную систему для мониторинга, сбора и обработки статистики.

Цель и задачи

Цель данной работы — создать автоматизированную систему для мониторинга, сбора и обработки статистики в корпоративной сети КНИТУ и протестировать в реальной эксплуатации работающий прототип защищенной сети передачи данных с использованием криптомаршрутизаторов на базе корпоративной сети КНИТУ.

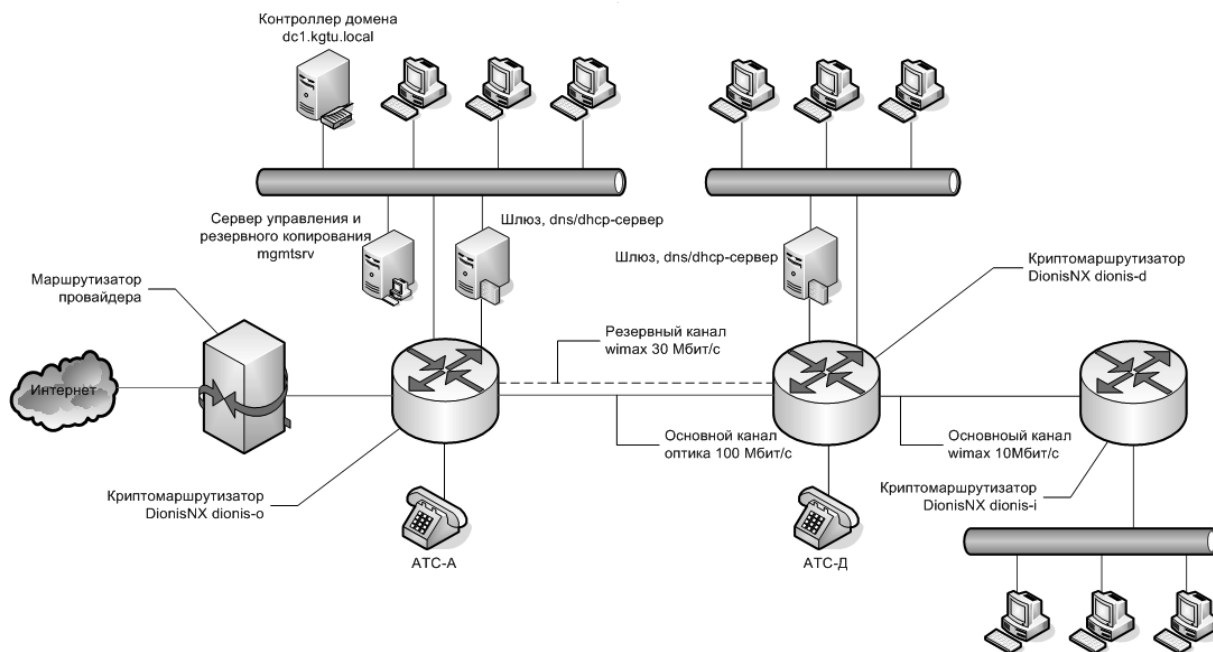
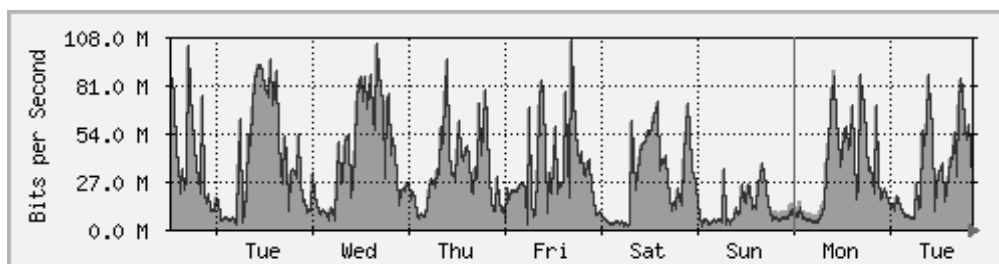
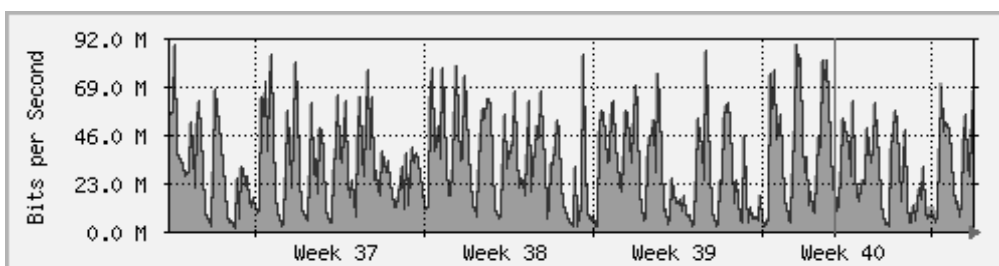


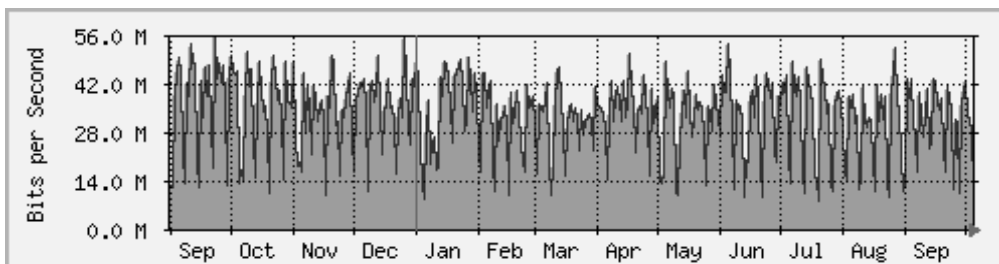
Рис. 1. Техническая схема КСПД КНИТУ



а)



б)



в)

Рис. 2. График загрузки интерфейса bond0 узла dionis-o:
а) за неделю (среднее за 30 минут); б) за месяц (среднее за 2 часа); в) за год (среднее за сутки).

Host 'Switch_129'

01-01-2013 00:00:00 to 01-09-2013 00:00:00
Duration: 243d 0h 0m 0s

[Availability report completed in 0 min 2 sec]

Host State Breakdowns:

State	Type / Reason	Time	% Total Time	% Known Time
UP	Unscheduled	242d 19h 54m 50s	99.981%	99.981%
	Scheduled	0d 3h 0m 0s	0.051%	0.051%
	Total	242d 22h 54m 50s	99.981%	99.981%
DOWN	Unscheduled	0d 0h 6m 20s	0.002%	0.002%
	Scheduled	0d 0h 0m 0s	0.000%	0.000%
	Total	0d 0h 6m 20s	0.002%	0.002%
UNREACHABLE	Unscheduled	0d 0h 58m 50s	0.017%	0.017%
	Scheduled	0d 0h 0m 0s	0.000%	0.000%
	Total	0d 0h 58m 50s	0.017%	0.017%
Undetermined	Nagios Not Running	0d 0h 0m 0s	0.000%	
	Insufficient Data	0d 0h 0m 0s	0.000%	
	Total	0d 0h 0m 0s	0.000%	
All	Total	243d 0h 0m 0s	100.000%	100.000%

Рис. 3. Доступность Cisco Catalyst 3750 на ул. Толстого, 68 за период с 1.01.2013 по 31.08.2013 (до замены)

Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Создать автоматизированный сбор статистики в корпоративной сети КНИТУ.
2. Провести анализ собранной статистики.

Корпоративная сеть передачи данных КНИТУ с использованием криптомаршрутизаторов

Корпоративная сеть КНИТУ объединяет локальные вычислительные сети отдельных корпусов в единую сеть передачи данных, в том числе, телефонию. Основные корпуса объединены в 3 кластера:

1. На ул. Толстого 68 и 72 корпуса: "А", "Б", "В", "О", "К";
2. На ул. Сиб.Тракт 12, ул. Попова 10 корпуса: "Д", "Е", "Л", "М", "Г";
3. На ул. Сиб.Тракт 41 корпус "И".

Между собой кластеры соединены различным способом:

- ♦ ул. Толстого 68 и ул. Сиб. Тракт 12 соединены оптическим каналом пропускной способностью 100

Мбит/с и резервным беспроводным каналом 30 Мбит/с по технологии WiMAX.

- ♦ ул. Сиб. Тракт 12 и ул. Сиб. Тракт 41 соединены по технологии WiMAX, пропускная способность канала — 10 Мбит/с.

Текущая схема КСПД КНИТУ представлена на рис. 1.

Создание автоматизированной системы для мониторинга, сбора и обработки статистики КСПД

Для мониторинга работы сети необходима система сбора и обработки статистики.

Анализ статистики позволяет выявить аномалии работы в корпоративной сети под реальной нагрузкой. В дальнейшем обнаружить ошибки проектирования или настройки и устранить их.

Для сбора статистики по работе сетевых интерфейсов, был создан специальный сервер, на котором установлены и настроены следующие системы:

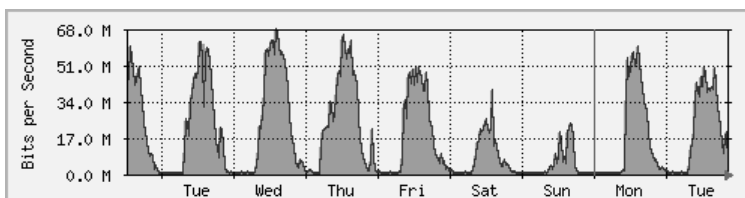
Host 'dionis-O-channel'

01-01-2015 00:00:00 to 10-06-2015 23:15:34
Duration: 278d 23h 15m 34s

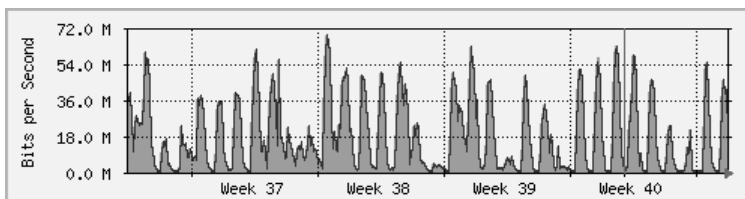
Host State Breakdowns:

State	Type / Reason	Time	% Total Time	% Known Time
UP	Unscheduled	278d 19h 17m 54s	99.941%	99.941%
	Scheduled	0d 0h 0m 0s	0.000%	0.000%
	Total	278d 19h 17m 54s	99.941%	99.941%
DOWN	Unscheduled	0d 0h 0m 0s	0.000%	0.000%
	Scheduled	0d 0h 0m 0s	0.000%	0.000%
	Total	0d 0h 0m 0s	0.000%	0.000%
UNREACHABLE	Unscheduled	0d 3h 57m 40s	0.059%	0.059%
	Scheduled	0d 0h 0m 0s	0.000%	0.000%
	Total	0d 3h 57m 40s	0.059%	0.059%
Undetermined	Nagios Not Running	0d 0h 0m 0s	0.000%	
	Insufficient Data	0d 0h 0m 0s	0.000%	
	Total	0d 0h 0m 0s	0.000%	
All	Total	278d 23h 15m 34s	100.000%	100.000%

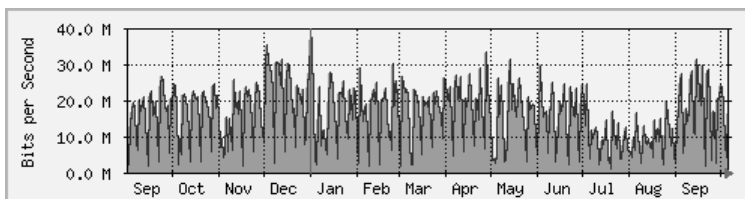
Рис. 4. Доступность узла dionis-o за период с 1.01.2015 по 6.10.2015



а)



б)



в)

Рис. 5. График загрузки интерфейса bond0 узла dionis-d:
а) за неделю (среднее за 30 минут); б) за месяц (среднее за 2 часа); в) за год (среднее за сутки).

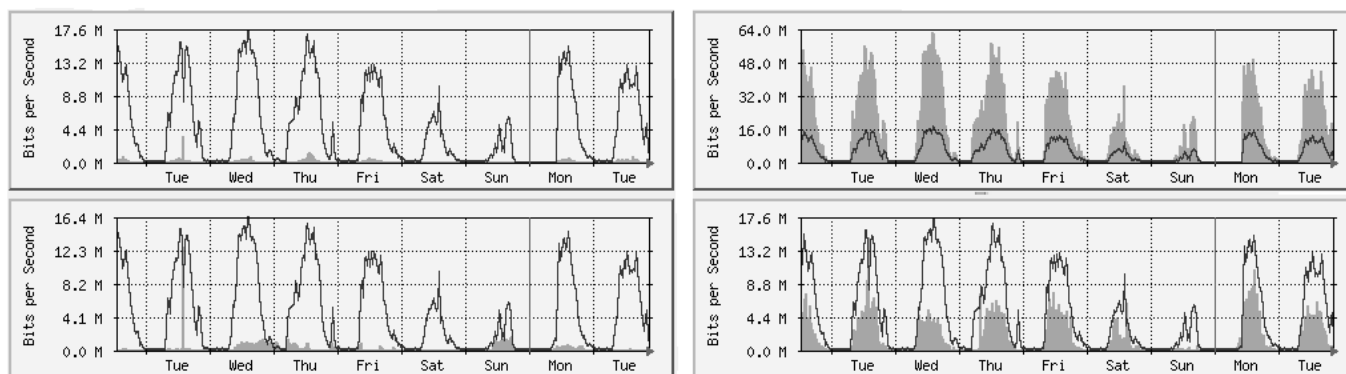


Рис. 5г. График недельной загрузки (среднее за 30 минут) составляющих агрегированного канала bond0 узла dionis-d

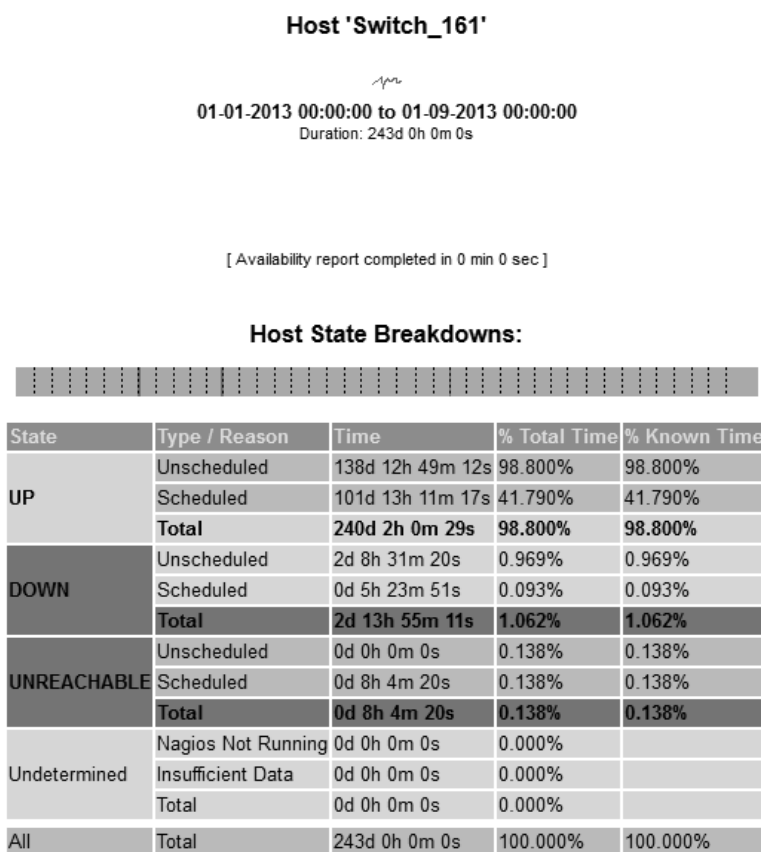


Рис. 6. доступность Cisco Catalyst 3750 на ул. Сиб. Тркт, 12 за период с 1.01.2013 по 31.08.2013 (до замены)

MRTG (The Multi Router Traffic Grapher) — сбор и обработка статистики [5–8],

Nagios — мониторинг за доступностью криптомаршрутизаторов [9–10].

После замены магистральных коммутаторов Cisco Catalyst 3750G на криптомаршрутизаторы DionisNX про-

шло больше 2 лет. За этот период не было отмечено проблем с математическим обеспечением криптомаршрутизаторов. Недоступность устройств dionis-o и dionis-d (см. рис. 4 и 7) связана с аварией на электрической подстанции КНИТУ. Пятидневная недоступность узла dionis-i (см. рис. 10) вызвана проблемами в сети оператора связи, предоставляющего радиоканал. За вычетом вышеука-

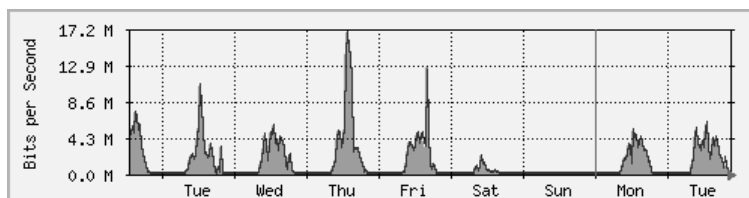
Host 'dionis-d'

01-01-2015 00:00:00 to 10-06-2015 23:06:24
Duration: 278d 23h 6m 24s

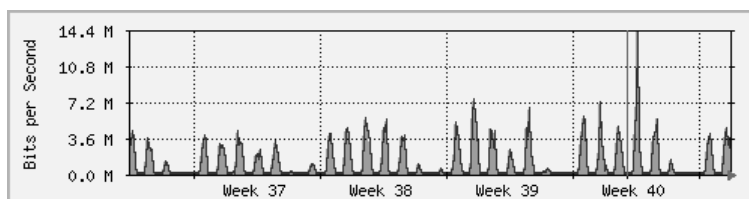
Host State Breakdowns:

State	Type / Reason	Time	% Total Time	% Known Time
UP	Unscheduled	278d 19h 7m 24s	99.941%	99.941%
	Scheduled	0d 0h 0m 0s	0.000%	0.000%
	Total	278d 19h 7m 24s	99.941%	99.941%
DOWN	Unscheduled	0d 0h 0m 0s	0.000%	0.000%
	Scheduled	0d 0h 0m 0s	0.000%	0.000%
	Total	0d 0h 0m 0s	0.000%	0.000%
UNREACHABLE	Unscheduled	0d 3h 59m 0s	0.059%	0.059%
	Scheduled	0d 0h 0m 0s	0.000%	0.000%
	Total	0d 3h 59m 0s	0.059%	0.059%
Undetermined	Nagios Not Running	0d 0h 0m 0s	0.000%	
	Insufficient Data	0d 0h 0m 0s	0.000%	
	Total	0d 0h 0m 0s	0.000%	
All	Total	278d 23h 6m 24s	100.000%	100.000%

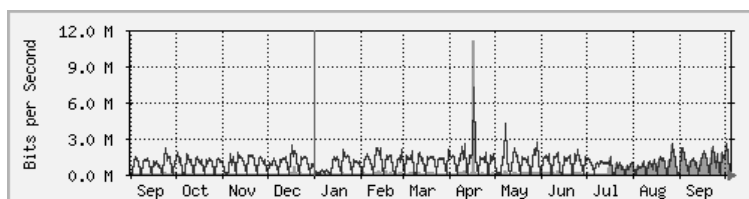
Рис. 7. доступность узла dionis-o за период с 1.01.2015 по 6.10.2015



а)



б)



в)

Рис. 8. график загрузки интерфейса bond0 узла dionis-i:
а) за неделю (среднее за 30 минут); б) за месяц (среднее за 2 часа); в) за год (среднее за сутки).

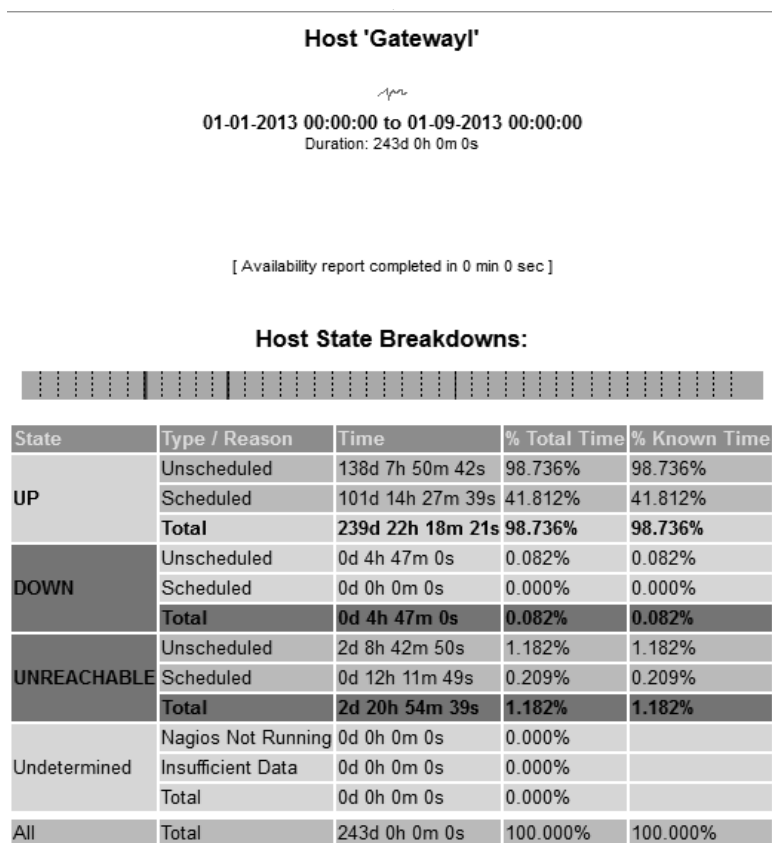


Рис. 9. доступность шлюза корпуса И за период с 1.01.2013 по 31.08.2013

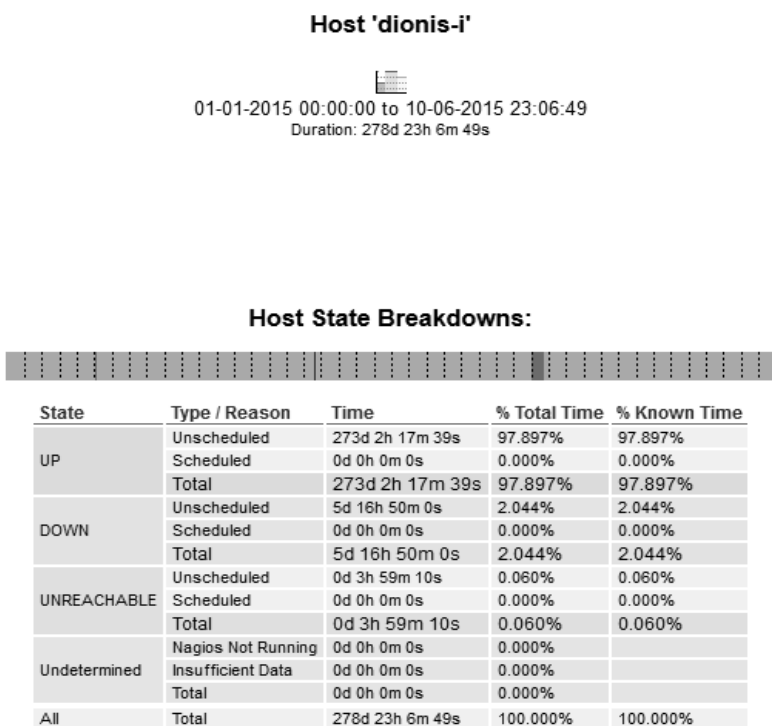


Рис. 10. доступность узла dionis-i за период с 1.01.2015 по 6.10.2015

занных проблем, доступность криптомаршрутизаторов составила более 99,95% всего времени. Для сравнения приведены отчеты по доступности их предшественников: Cisco Catalyst 3750 на ул. Толстого, 68 (рис. 3) и ул. Сиб. Тракта, 12 (рис. 6) и предыдущего шлюза корпуса И (рис. 9).

В качестве примера загрузки сетевых интерфейсов приведены отчеты по загрузке агрегированных интерфейсов bond0 узлов dionis-o (рис. 2), dionis-d (рис. 5) и dionis-i (рис. 8), через которые проходит весь маршрутизируемый трафик.

Анализ полученных данных позволяет говорить, что замена магистрального оборудования, в целом, не ухудшила работоспособность сети.

Заключение

В проведенной работе создана автоматизированная система для мониторинга, сбора и обработки статистики

для модернизированной корпоративной сети, созданной на криптомаршрутизаторах НПП «Фактор-ТС» — DionisNX. Полученный опыт может быть использован при эксплуатации и модернизации любой корпоративной сети.

Тестирование показало полную работоспособность системы для мониторинга, сбора и обработки статистики в корпоративной сети.

Система позволяет контролировать работу модернизированной корпоративной сети КНИТУ и позволит в дальнейшем:

- ◆ тестировать криптомаршрутизаторы DionisNX под реальной нагрузкой;
- ◆ проводить эксперименты по имитационному моделированию нагрузки, атак и защиты сети;
- ◆ обучать студентов, в виде прохождения практики и выполнения дипломных работ на работающей корпоративной сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Методические рекомендации по обеспечению с помощью криптосредств безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных с использованием средств автоматизации», утвержденные руководством 8 Центра ФСБ России 21.02.2008 № 149/54–144
2. Селезнёв С., Иванов М., Ершов Р., Яковлев Д., Чеботарёв Н., Яковлев В. «Организация защищённого межсистемного информационного взаимодействия в распределённых АС предприятия на основе технологии DIONIS ANYCONNECT» // Методы и технические средства обеспечения безопасности информации — 2016. № 25. С. 28–29.
3. Кисельников Д. А. «Анализ эффективности защиты информации, обрабатываемой криптографическими маршрутизаторами DIONIS FW 16000 KB2, в условиях реализации различных сетевых атак» // Актуальные вопросы эксплуатации систем охраны и защищенных телекоммуникационных систем Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. — 2014. С. 97–98.
4. Руководство администратора DionisNX, НПП «Фактор-ТС», 2013.
5. Перов А. А., Сорокин А. А., Дмитриев В. Н. «Мониторинг сетей связи с динамической топологией на основе программы NAGIOS» // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2010. № 1. С. 99–102.
6. Порсев Ю. А., Султанов Р. О. «Система мониторинга компьютерной сети организации NAGIOS» // В сборнике: Информационные технологии в науке, промышленности и образовании Сборник трудов региональной научно-технической конференции. 2018. С. 193–202.
7. Миннивалиев Ш. Р., Шагаипов Д. Р. «Система мониторинга корпоративной сети NAGIOS» // В сборнике: Современные тенденции развития науки и производства IV Международная научно-практическая конференция: в 2-х томах. 2016. С. 134–136.
8. Шардаков К. С. «Сравнительный анализ популярных систем мониторинга сетевого оборудования, распространяемых по лицензии GPL» // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2018. № 1 (13). С. 44–48.
9. Дугин А. «Мониторинг CISCO IDS/IPS на примере модуля IDSM2 с помощью MRTG» // Системный администратор. 2009. № 5 (78). С. 22–24.
10. Колисниченко Д. «Учет трафика с помощью программ MRTG и LAN BILLING» // Системный администратор. 2003. № 6 (7). С. 20–25.

© Богомоллов Владислав Афанасьевич (vladbogomolov72@mail.ru), Первухин Илья Дмитриевич (pervuhin@kstu.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОРГАНИЗАЦИЯ КОГНИТИВНЫХ СИСТЕМ, СОВМЕЩЕННЫХ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ МОДЕЛЯМИ¹

THE ORGANIZATION OF COGNITIVE SYSTEMS, COMBINED WITH FUNCTIONAL MODELS

V. Guzik
V. Prilip
S. Chyrnyy
A. Shestakov

Summary. The paper shows the prospects of combining in a hybrid system of two modeling platforms difficult to formalize problems, the description of which is possible both at the cognitive and functional levels. For this purpose, the concept of functional cognitive map is introduced. The structure of such a map is proposed. For communication between cognitive and functional values introduces the notion of gazifikatsii and defazifikatsii of values describing the model under investigation. The classical graph theory is used to describe the functional cognitive map.

Keywords: modeling, cognitive model, functional, cognitive map, concept, gazifikatsia\defazifikatsii.

Гузик Вячеслав Филлипович

Д.т.н., профессор, Южный Федеральный университет, Заслуженный деятель науки РФ
vfguzik@sfedu.ru

Прилип Вадим Анатольевич

Аспирант, Южный Федеральный университет
v.prilip@yandex.ru

Черный Сергей Александрович

К.т.н., доцент, Южный Федеральный университет
schernyy@sfedu.ru

Шестаков Александр Валентинович

К.т.н., с.н.с., Южный Федеральный университет
trtualval@rambler.ru

Аннотация. В работе показываются перспективы объединения в гибридной системе двух платформ моделирования трудно формализуемых задач, описание которых возможно как на когнитивном, так и на функциональном уровнях. С этой целью вводится понятие функциональной когнитивной карты. Предлагается структура такой карты. Для связи между когнитивными и функциональными значениями вводятся понятия фазификации и дефазификации значений, описывающие исследуемые модели. Для описания функциональной когнитивной карты используется классическая теория графов.

Ключевые слова: моделирование, когнитивная модель, функциональная когнитивная карта, концепт, фазификация\дефазификация.

В последнее время все более широкое распространение для решения различного рода аналитических задач, особенно трудно формализуемых, получают методы когнитивного моделирования [1]. В традиционной постановке когнитивный аппарат базируется на экспертных оценках, которые характеризуют некоторые концептуальные качественные параметры объекта и, как правило, не связаны, по крайней мере, непосредственно, с реальными физическими параметрами моделируемой системы (объекта, процесс). В соответствии с этим можно указать, что независимо существуют две модели описания объектов: когнитивные, отражающие качественный уровень анализа объектов, и функциональные, отражающие количественный уровень описания объекта. Это обуславливает целесообразность проработки объединения двух платформ моделирования в рамках единой гибридной системы, которую будем определять как функциональная когнитивная карта — ФКК.

Функциональная когнитивная карта

Функциональную когнитивную карту следует представлять как систему, содержащую две составляющие в соответствии со структурой, приведенной на рисунке 1.

Если рассматривать иерархию системы с точки зрения целей моделирования, то можно указать, что функциональная составляющая обеспечивает текущее управление объектом на основании измерения его параметров и оказания управляющих воздействий. В технических объектах, например, для котельного агрегата, измеряемыми параметрами являются показания датчиков, в качестве воздействий являются сигналы на исполнительные механизмы. В организационных системах измеряемые объекты и воздействия определяются спецификой объекта и выбираются или формируются на основе соответствующей документации.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-01-00412 «Разработка моделей и алгоритмов когнитивного и нейроэволюционного моделирования для поддержки принятия решения в интеллектуальных информационно-управляющих системах».



Рис. 1. Структура функциональной когнитивной карты.

Параметры, получаемые в рамках функциональной составляющей, используются для:

- а) вычисления значений концепта в рамках самой модели совместно с когнитивными показателями;
- б) корректировки когнитивных моделей.

Проиллюстрируем приводимые положения на конкретном примере, связанным с анализом оборудования некоторого производственного цеха. В рамках когнитивной составляющей формируется концепт «Состояние оборудования — K_{CO} » с фазифицированными оценками значения типа: «очень хорошее» — ... «удовлетворительное» — ... и т.д.».

В когнитивной карте анализа функционирования цеха указанный концепт имеет причинно-следственные связи с рядом смежных концептов, например, такими, как «квалификация персонала — $K_{фп}$ », «Напряженность производственной программы — $K_{пн}$ », «Уровень обеспеченности запчастями — $K_{оз}$ » и т.д. В соответствии с традиционными правилами построения когнитивных карт для описываемой ситуации справедливо соотношение

$$K_{CO} = G_{w_{КП}} * K_{КП} + G_{w_{ПП}} * K_{ПП} + G_{w_{ОЗ}} * K_{ОЗ} + \dots (1)$$

Здесь G — эмпирические коэффициенты, определяющие уровень влияния соответствующего концепта.

Вместе с тем, в рамках функциональной составляющей используется параметр «Коэффициент готовности оборудования ФГО», подлежащий числовому измерению, определение которого базируется на соответствующих методиках и нормативах [2]. Значения данного функционального параметра, как уже указывалось выше, может быть использовано по двум направлениям.

Во-первых, функциональный параметр может быть использован непосредственно для вычисления значения концепта:

$$K_{CO} = F_{CO} \{ \{ K_{КП}, K_{ПП}, K_{ОЗ} \}, \Phi_{FO} \}, (2)$$

здесь F_{CO} — функция формирования K_{CO} из концептуальных и функциональных параметров.

Одна из возможных форм представления F_{CO} :

$$K_{CO} = k_{Kl}\{K_{КП}, K_{ПФ}, K_{OЗ}\} + k_{\Phi}\{\Phi_{ГО}\}. \quad (3)$$

Здесь коэффициенты k_K, k_{Φ} — доли вклада когнитивной и функциональной составляющих.

Во-вторых, функциональный параметр может быть использован для анализа корректности и выполнения корректировок концептуальной модели по следующей схеме:

$$F'_{ГО} = P_{ГО}(F_{ГО}). \quad (4)$$

$$e = f(K_{co} - F'_{ГО}). \quad (5)$$

Здесь: $F'_{ГО}$ — фазифицированное значение функционального параметра;

$P_{ГО}$ — функция фазификации;

e — невязка (разница между когнитивным и функциональным значениями).

В соответствии с соотношением (4) осуществляется фазификация значения функционального параметра. В соответствии с соотношением (5) определяется невязка, т.е. разница между значением концепта, сформированного в рамках когнитивной среды, и значением соответствующего функционального параметра. Полученная невязка является основанием для корректировки когнитивной модели. Методы подобной корректировки требуют отдельного обсуждения.

Совместное использование когнитивных и формальных процессов в рамках единой модели требует соответствующего описания информационных объектов — переменных и процедур их согласования. Классификация переменных в ФКК проводится в соответствии с несколькими, нижеперечисленными особенностями и способами применения.

1. Основные типы переменных: когнитивные/функциональные.
2. Способ представления: фазифицированные/дефазифицированные.

Учитывая специфику рассматриваемой комплексной модели и особенности, определяемых в ней таких элементов, в составе ФКК рассматривается два типа представлений: фазифицированное и дефазифицированное [3]. При этом предусматривается, что любая переменная, если это целесообразно, может иметь оба представления, для чего вводится соответствующая таблица преобразований. Исходя из смысла и роли переменной, в исследуемых моделях выделяют первичное и вторичное представления. Первичное представление определяется прикладной принадлежностью переменной и источником ее порождения. Т.е., переменная вводится в первоначальном виде, в процессе вычислительного

процесса переменная может быть преобразована к вторичному представлению.

1. Роль в процессе моделирования.

Применение ФКК, в которых наряду с когнитивными, присутствуют формальные описания, позволяют решать ряд новых задач, не свойственных традиционным методам. Одну из таких задач обозначим как «Задача преобразователя входов». При решении данной задачи предполагается представление объекта в виде классической модели объекта управления из теории автоматического управления [4]. Главная задача преобразования предполагает анализ влияния входов, естественных с прикладной точки зрения для каждого объекта, на выходы.

Формальное описание

В рамках данного представления вводятся входные, выходные и промежуточные переменные. Назначение выходных и промежуточных переменных очевидно. Отдельное описание требуется применительно к входным переменным. В данном контексте в составе входных переменных выделим управляющие воздействия и независимые воздействия. Управляющие переменные описывают целенаправленные воздействия на объект; независимые переменные описывают воздействия на объект, не подверженные целенаправленному влиянию.

В подобном контексте может быть представлена и обратная задача, решение которой связано с анализом значений входов для достижения желаемых значений выходов.

Формальное описание ФКК содержит две составляющие:

- а) топологическая модель ФКК;
- б) модель концепта.

ФКК определим как сетевую совокупность взаимодействующих процессов-концептов, функционирование которых определяется как влияние смежных концептов, так и формальных процедур, описывающих реальные параметры объекта.

Топологическая модель (ТМ) описывается на основе традиционных для представления когнитивных моделей графовых структур:

$$TM = \{K, D\} \quad (6)$$

Здесь $K = \{k_i\}_{i=1, I}$ — множество вершин графа, где каждая вершина соответствует определенному концепту, причем i — индекс концепта/вершины, определяющий ее положение в графовой модели, значение k_i — соот-

ветствует значению концепта. $D = \{d_{j_1, j_2}\}$ — множество дуг графа отражающих причинно-следственные связи. В указанной связи j_1 соответствует конечной вершине связи, j_2 — исходящей вершине.

1. Определение формального потенциала $(P_i^f)_{\text{фаз}}$.

На данном этапе вычисляется показатель-индикатор из моделей, описывающих реальное поведение объекта и учитывающих реальные характеристики. Вычисляемый на данном этапе показатель-индикатор по смыслу должен быть близок рассматриваемому концепту и во многом является определенной числовой оценкой концепта. В данном случае используются прикладные специализированные методы и переменные.

2. Определение потенциала концепта.

В рамках данного этапа решаются две задачи:

а) собственно формирование значения концепта:

$$ki = f((P_i^k), (P_i^f)_{\text{фаз}}). \quad (7)$$

В наиболее простой форме данная зависимость может быть выражена в полиномиальной форме

$$ki = b_1 * (P_i^k) + b_2 * ((P_i^f)_{\text{фаз}}). \quad (8)$$

здесь b_1, b_2 — эмпирические коэффициенты, отражающие степень влияния на общее значение. Можно отметить, что при $b_1 = 1, b_2 = 0$ выражение (7) соответствует чистому концепту.

б) корректировка модели.

В соответствии с предпочтениями проектировщика в процессе моделирования можно не использовать формальную составляющую. Однако формальная составля-

ющая может быть использована для корректировки сетевой модели путем определения невязки концепта:

$$e_i = e((P_i^k), (P_i^f)_{\text{фаз}}), \quad (9)$$

где e_i — функция определения невязки.

В простом случае можно определить

$$e_i = (P_i^k) - (P_i^f)_{\text{фаз}}, \quad (10)$$

Причем, здесь имеется в виду осуществление операций в нечеткой области.

Значение e_i служит для определения необходимости корректировки когнитивной модели и служит определенными параметрами в моделях корректировки.

3. Определение значения выхода потенциала.

В общем случае в качестве значения концепта можно принять значение потенциала, однако использование специальных функций позволяет ввести нелинейность в модели. В качестве подобных функций можно использовать активационные модели нейронных систем. Данный вопрос требует отдельного рассмотрения и выходит за рамки настоящей статьи.

Заключение

В заключение отметим, что вводимые в настоящей статье модели направлены на обеспечение следующих возможностей, расширяющих сферу использования когнитивного моделирования:

- возможность учета реальных характеристик моделируемого объекта в процессе когнитивного анализа;
- возможность учета корректировки когнитивных структур за счет связи с реальными показателями функционирования.

ЛИТЕРАТУРА

- Л. А. Гинис, А. Е. Колоденкова. Нечеткое когнитивное моделирование для предупреждения рискованных ситуаций на объектах критической инфраструктуры. Вестник УТАТУ. 2017, т. 21, № 4(78), с. 113–120
- Надежность в технике основные понятия. Термины и определения ГОСТ 27.002–89.
- В. Л. Колесников, А. И. Бракович, Я. А. Жук. Фазификация и дефазификация данных при решении многокритериальных задач. Физико-математические науки и информатика. ТРУДЫ БГТУ. 2013 № 6, с. 125–127.
- Первозванский А. А. Курс теории автоматического управления — М.: Наука, 1986.
- Боженюк А. В., Гинис Л. А. Применение нечетких моделей для анализа сложных систем // Системы управления и информационные технологии. 2013. Т. 51. № 1.1. С. 122–126.

ИССЛЕДОВАНИЕ БЫСТРОРЕЛАКСИРУЮЩИХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗБУЖДЕНИЙ, ВЫЗЫВАЕМЫХ СВЕРХКОРОТКИМИ ИМПУЛЬСАМИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ¹

RESEARCH ON FAST RELAXING TEMPERATURE EXCITATIONS CAUSED BY ULTRASHORT LASER PULSES

A. Eremin

Аннотация. By using a modified Fourier law's formula which considers the relaxation of heat flow and temperature gradient, a mathematical model of local non-equilibrium process of plate heating by ultra short laser pulses modeled by a time-variable second-class boundary condition (heat flow is the step time function) taking into account its local non-equilibrium was developed. Numerical studies of the model showed that consideration of local non-equilibrium of the heat exchange process results in a delay in setting boundary conditions (irrespective of their type) due to the resistance caused by the medium studied to the process of heat propagation. Consideration of local non-equilibrium of the pulsed second-class boundary condition results in the smoothing of temperature jumps in the surface layer of the plate. The depth of the heated layer for each heat flow power has a definite value that remains constant over time.

Ключевые слова: boundary problem, locally non-equilibrium heat exchange, pulsed heat flow, heat flow relaxation, relaxation coefficients, numerical solution, analytical solution.

Еремин Антон Владимирович

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Самарский
государственный технический университет»
a.v.eremin@list.ru

Аннотация. используя модифицированную формулу закона Фурье, в которой выполнена релаксация теплового потока и градиента температуры, разработана математическая модель локально-неравновесного нагрева пластины сверхкороткими лазерными импульсами, моделируемыми переменным во времени граничным условием второго рода (тепловой поток — ступенчатая функция времени) с учётом его локальной неравновесности. Численные исследования модели показали, что учёт локальной неравновесности процесса теплообмена приводит к задержке времени установления граничных условий (независимо от их рода) ввиду сопротивления исследуемой среды процессу распространения теплоты. Учёт локальной неравновесности импульсного граничного условия второго рода приводит к сглаживанию скачков температуры в поверхностном слое пластины. Глубина прогреваемого слоя для каждой мощности теплового потока имеет определённую величину, неизменную во времени.

Ключевые слова: краевая задача, локально-неравновесный теплообмен, импульсный тепловой поток, релаксация теплового потока, коэффициенты релаксации, численное решение, аналитическое решение.

Современные лазерные установки позволяют получать изменяемые по частоте лазерные импульсы фемтосекундной длительности (до 10^{-15} с что приводит к возникновению в исследуемой конструкции сильно неравновесных состояний быстро релаксирующих температурных возбуждений (время релаксации 10^{-11} — 10^{-14} с). Однако классические модели теплообмена, включающие параболические уравнения, не учитывают релаксационные явления [1–8]. Известно, что они основаны на принципе локального термодинамического равновесия, согласно которому в любом малом элементе среды предполагается наличие локального теплового равновесия, тогда как в системе в целом наблюдаются градиенты потенциалов исследуемых температур [1, 3]. Такое состояние можно допустить лишь в случае, если скорость релаксации системы к локальному равнове-

сию значительно больше скорости нарушения равновесия, вызванного граничными условиями. Реализация такого принципа связана с использованием при выводе параболического уравнения теплопроводности формулы закона Фурье

$$q = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x}, \quad \frac{\partial T}{\partial x} \quad (1)$$

в которой градиент температуры ($\frac{\partial T}{\partial x}$) и тепловой поток q не разделены во времени (q — тепловой поток; T — температура; x — координата; t — время; λ — коэффициент теплопроводности). Из этой формулы следует, что любое изменение градиента температуры приводит к мгновенному изменению теплового потока. В связи с чем, в математических моделях, использующих принцип локального равновесия, оказывается заложен-

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в рамках научного проекта № 18-38-00029 мол_а.

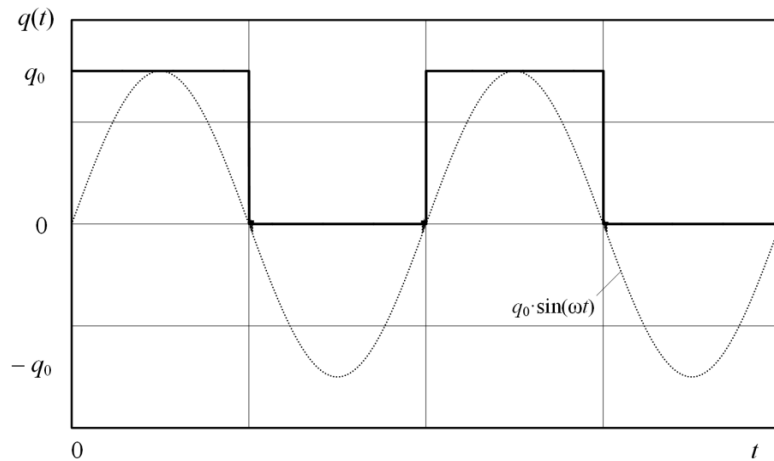


Рис.1. Изменение теплового потока во времени

ной бесконечная скорость распространения теплоты, что не может наблюдаться в реальных физических процессах. Поэтому такие модели могут быть адекватны реальным физическим процессам лишь в определенном диапазоне пространственно — временных переменных [1–12]. Известно, что математические модели, основанные на параболических уравнениях, неадекватно описывают все процессы, время протекания которых сопоставимо со временем релаксации, а также любые другие тепловые процессы, рассматриваемые при сверхмалых значениях временной переменной, длительность которых сопоставима со временем релаксации.

Учитывая, что воздействие импульсного лазерного излучения является кратковременным, то неучёт локальной неравновесности теплообмена может приводить к существенному отличию получаемых параметров от их действительных значений. Для вывода дифференциального уравнения теплопроводности с учетом локальной неравновесности модифицируем формулу (1) так, чтобы в ней было учтено ускорение во времени как теплового потока, так и скалярной величины градиента температуры [8]

$$q = -\lambda \left(\frac{\partial T}{\partial x} + \tau_1 \frac{\partial^2 T}{\partial x \partial t} \right) - \tau_1 \frac{\partial q}{\partial t}, \quad (2)$$

где τ_1 — время релаксации.

Подставляя (2) в уравнение теплового баланса

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = 0, \quad (3)$$

находим

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \lambda \tau_1 \frac{\partial^3 T}{\partial x^2 \partial t} + \tau_1 \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial q}{\partial x} \right), \quad (4)$$

где ρ — плотность; c — теплоемкость.

Выражая $\partial q / \partial x$ из (3), и подставляя в (4), получаем

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \tau_1 \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \tau_1 \frac{\partial^3 T}{\partial x^2 \partial t} \right), \quad (5)$$

где $a = \lambda / c\rho$ — коэффициент температуропроводности.

Очевидно, что при $\tau_1 = 0$ уравнение (5) приводится к классическому параболическому уравнению теплопроводности.

Найдем решение уравнения (5) при следующих краевых условиях

$$T(x, 0) = T_0; \quad (6)$$

$$\frac{\partial T(x, 0)}{\partial t} = 0; \quad (7)$$

$$\frac{\partial T(\delta, t)}{\partial x} = 0; \quad (8)$$

$$-\lambda \left(\frac{\partial T(0, t)}{\partial x} + \tau_1 \frac{\partial^2 T(0, t)}{\partial x \partial t} \right) = q(t) + \tau_1 \frac{\partial q(t)}{\partial t}, \quad (9)$$

где δ — толщина пластины; T_0 — начальная температура; $q(t) = q_0 \sin(\omega t)$ — изменяющийся во времени тепловой поток. При воздействии лазерного излучения на поверхность твердого тела формула для теплового потока $q(t)$ может быть представлена в виде ступенчатой (разрывной) периодической функции [13, 14] (рис. 1)

$$q(t) = \begin{cases} q_0, & \sin(\omega t) \geq 0; \\ 0, & \sin(\omega t) < 0. \end{cases} \quad (10)$$

где q_0 — амплитуда колебаний теплового потока, характеризующая мощность источника теплоты; ω — круговая частота.

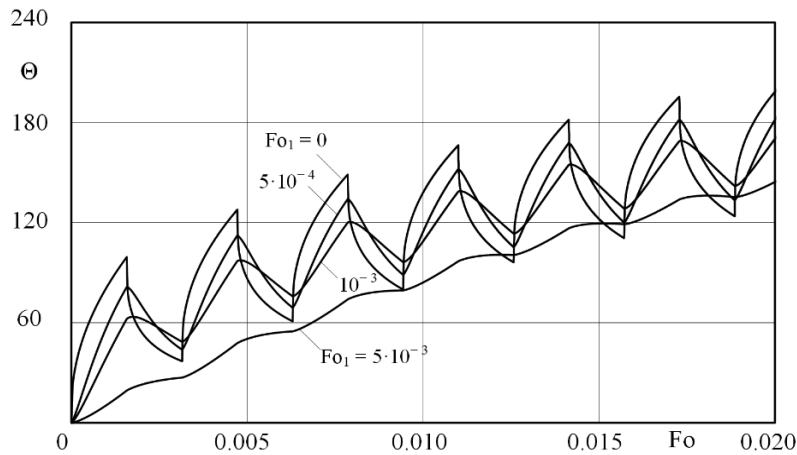


Рис. 2. Изменение температуры во времени на поверхности пластины ($Ki = 2000$; $Pd = 2000$; $z = 10^5$)

Введем следующие безразмерные переменные и параметры:

$$\Theta = \frac{T - T_0}{T_0}; \quad Fo = \frac{at}{\delta^2}; \quad \xi = \frac{x}{\delta}; \quad Fo_1 = \frac{a\tau_1}{\delta^2};$$

$$Ki = \frac{q_0 \delta}{\lambda T_0}; \quad Pd = \frac{\omega \delta^2}{a}, \quad (11)$$

где Θ , Fo , ξ — соответственно безразмерные температура, время, координата; Fo_1 — безразмерный коэффициент релаксации; Ki — критерий Кирпичева; Pd — критерий Предводителява.

С учётом (11) задача (5) — (9) приводится к виду

$$\frac{\partial \Theta(\xi, Fo)}{\partial Fo} + Fo_1 \frac{\partial^2 \Theta(\xi, Fo)}{\partial Fo^2} =$$

$$= \frac{\partial^2 \Theta(\xi, Fo)}{\partial \xi^2} + Fo_1 \frac{\partial^3 \Theta(\xi, Fo)}{\partial \xi^2 \partial Fo}; \quad (12)$$

$$(Fo > 0; \quad 0 < \xi < 1);$$

$$\Theta(\xi, 0) = 0; \quad (13)$$

$$\frac{\partial \Theta(\xi, 0)}{\partial Fo} = 0; \quad (14)$$

$$\frac{\partial \Theta(1, Fo)}{\partial \xi} = 0; \quad (15)$$

$$-\frac{\partial \Theta(0, Fo)}{\partial \xi} - Fo_1 \frac{\partial^2 \Theta(0, Fo)}{\partial \xi Fo} = q(Fo) + Fo_1 \frac{\partial q(Fo)}{\partial Fo}, \quad (16)$$

где

$$q(Fo) = \begin{cases} Ki, & \sin(PdFo) \geq 0; \\ 0, & \sin(PdFo) < 0. \end{cases} \quad (17)$$

Для решения задачи (12) — (16) методом конечных разностей в рассматриваемой области введем пространственно — временную сетку с шагами $\Delta \xi$ и ΔFo , соответственно, по переменным ξ и Fo так, что

$$\xi_k = k \Delta \xi, \quad k = \overline{1, K}; \quad Fo_i = i \Delta Fo, \quad i = \overline{1, I},$$

где K , I — число шагов по координатам ξ , Fo . Величина шага по времени определялась по формуле $\Delta Fo = 0,01\eta$, где η — безразмерный период полного колебания.

$$\frac{\Theta_k^i - \Theta_k^{i-1}}{\Delta Fo} + Fo_1 \frac{\Theta_k^{i+1} - 2\Theta_k^i + \Theta_k^{i-1}}{\Delta Fo^2} = \frac{\Theta_{k-1}^i - 2\Theta_k^i + \Theta_{k+1}^i}{\Delta \xi^2} +$$

$$+ Fo_1 \frac{\Theta_{k-1}^i - 2\Theta_k^i + \Theta_{k+1}^i - \Theta_{k-1}^{i-1} + 2\Theta_k^{i-1} - \Theta_{k+1}^{i-1}}{\Delta Fo \Delta \xi^2}; \quad (18)$$

$$\Theta_k^0 = 0; \quad (19)$$

$$(\Theta_k^1 - \Theta_k^0) / \Delta Fo = 0; \quad (20)$$

$$\frac{\Theta_K^i - \Theta_{K-1}^i}{\Delta \xi} = 0; \quad (21)$$

$$-\frac{\Theta_1^i - \Theta_0^i}{\Delta \xi} - Fo_1 \frac{\Theta_1^i - \Theta_0^i - \Theta_1^{i-1} + \Theta_0^{i-1}}{\Delta Fo \Delta \xi} =$$

$$= q((i-1)\Delta Fo) + Fo_1 \frac{q(i\Delta Fo) - q((i-1)\Delta Fo)}{\Delta Fo}. \quad (22)$$

На рис. 2 приведены результаты расчетов температуры на поверхности пластины ($\xi=0$) при различных значениях коэффициента релаксации Fo_1 . Из их анализа следует, что амплитуда колебаний температуры снижается с увеличением коэффициентов релаксации, а при значениях $Fo_1 > 0,1$ отмечается монотонный характер

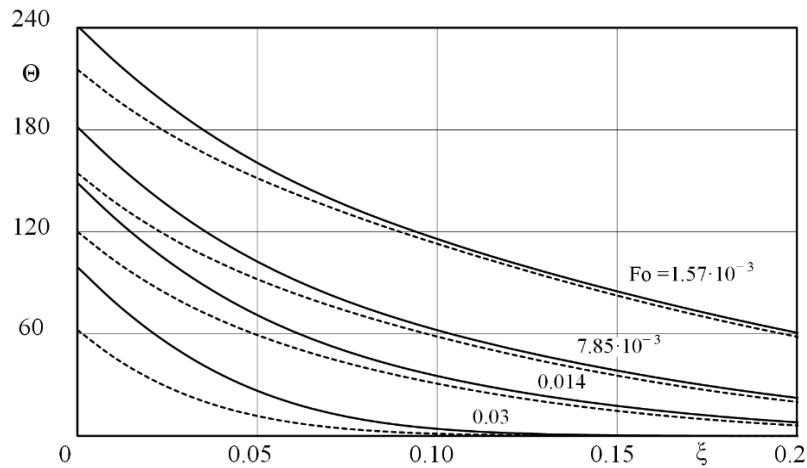


Рис. 3. Распределение температуры в пластине ($Ki = 2000; Pd = 2000; z = 10^5$)
 — без учета релаксационных свойств материалов $F_{o1} = 0$; - - - с учетом релаксационных свойств материала ($F_{o1} = 10^{-3}$)

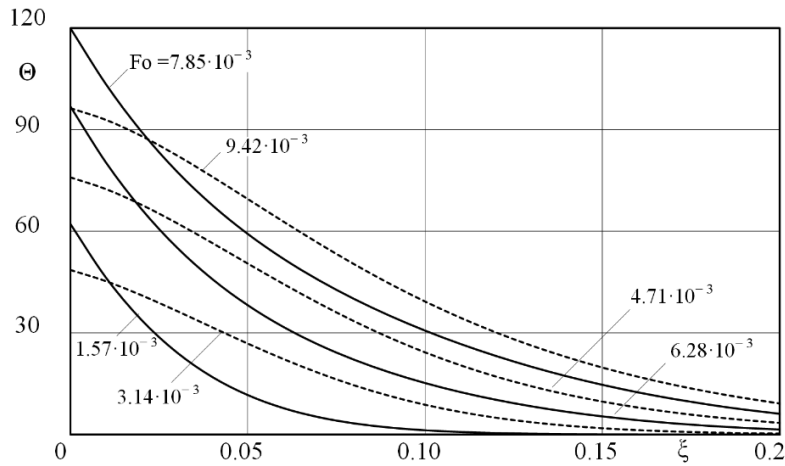


Рис. 4. Распределение температуры в пластине с учетом разрывности теплового потока ($F_{o1} = 10^{-3}; Ki = 2000; Pd = 2000; z = 10^5$)
 — тепловой поток не равен нулю; - - - тепловой поток равен нулю

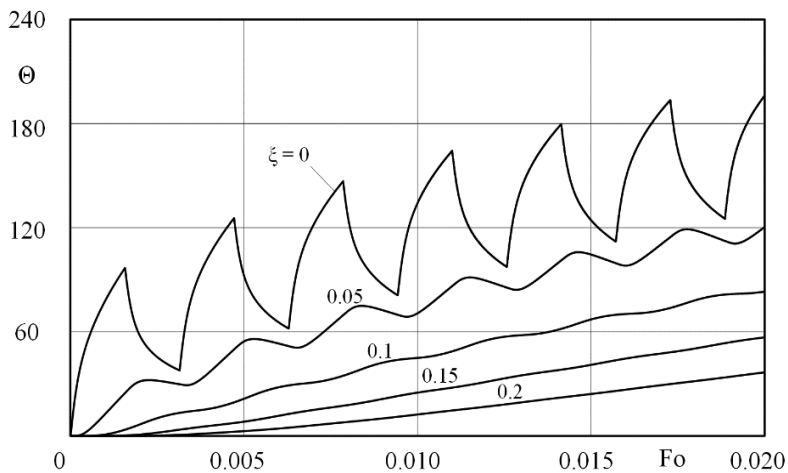


Рис. 5. Изменение температуры во времени в различных точках пространственной переменной ($F_{o1} = 10^{-4}; Ki = 2000; Pd = 2000; z = 10^5$)

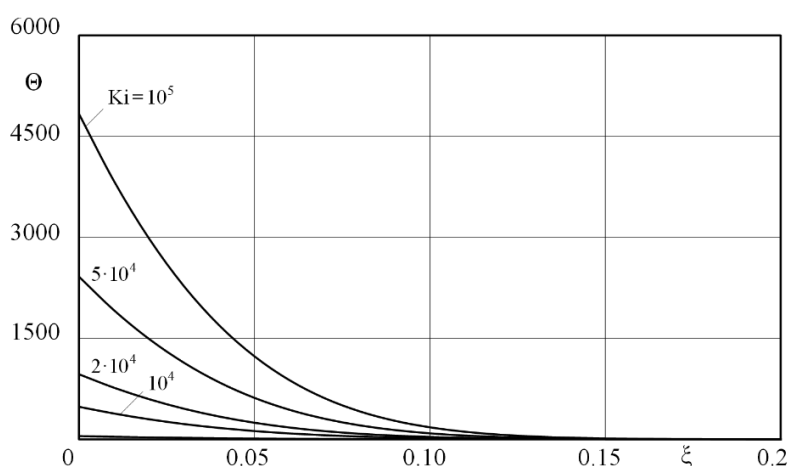


Рис. 6. Распределение температуры в пластине при $F_0=1,57 \cdot 10^{-3}$ для различных значений критерия Кирпичева ($F_{01}=10^{-4}$; $Ki = 2000$; $Pd = 2000$; $z = 10^5$)

нагрева поверхности при практическом отсутствии колебательного процесса.

На рис. 3 приведены результаты расчетов температуры в случае, когда релаксационные свойства материалов не учитываются ($F_{01}=0$) и учитываются ($F_{01}=0,1$). Их анализ позволяет заключить, что учет релаксационных свойств приводит к запаздыванию прогрева тела, что в наибольшей степени сказывается при малых и сверхмалых значениях временной и пространственной переменных. С увеличением времени отличие температурных кривых уменьшается и при каких — то больших значениях временной переменной кривые практически совпадают. Этот факт свидетельствует о том, что ввиду теплоинерционных свойств материала мгновенный прогрев тела невозможен ни при каких условиях внешнего теплообмена, в том числе и от тепловых потоков сверхвысокой интенсивности.

На рис. 4, 5 приведены результаты расчетов, позволяющие оценить влияние разрывности теплового потока (см. рис. 1) на температурное состояние конструкции. Из их анализа следует, что в диапазоне времени, когда тепловой поток равен нулю, происходит уменьшение температуры вблизи поверхности стенки $\xi=0$, которое с увеличением координаты оказывается незначительным.

На рис. 6, 7 приведены результаты расчетов, позволяющие выполнить оценку влияния величины критерия Кирпичева на температурное состояние конструкции. Из их анализа следует, что для каждой величины числа F_0 существует некоторый предел перемещения фронта температурного возмущения, который не может быть превышен дальнейшим увеличением критерия Кирпичева. Например, для $F_0=1,57 \cdot 10^{-3}$ величина координаты ξ , на которую перемещается фронт температурного возмущения, возрастает вплоть до $Ki = 10000$. Однако дальнейшее увеличение критерия Ki практически не оказывает влияния на величину фронта при данном значении числа F_0 .

Заключение

1. Разработана математическая модель локально — неравновесного теплообмена в пластине с импульсным внешним источником теплоты, инициируемом сверхкороткими импульсами лазерного излучения.
2. Показано, что учет релаксационных свойств материалов приводит к задержке прогрева изделия в начальном временном диапазоне ввиду физической невозможности мгновенного установления граничных условий (первого, второго и третьего рода), связанной с сопротивлением материала среды процессу изменения температуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. De Groot S., Mazur P. Non-Equilibrium Thermodynamics. Moscow: Mir, 1964.
2. Gyarmati I. Non-Equilibrium Thermodynamics. Moscow: Mir, 1974.
3. S. L. Sobolev. Transfer Process And Progressing Waves In Locally Non-Equilibrium Systems. Success of Physical Science. V. 161, No. 3, 1991. P. 5–29.
4. S. L. Sobolev. Locally Non-Equilibrium Models Of Transfer Processes. Success of physical science. V. 167, No. 10, 1997. P. 1096–1106.
5. D. Jou, J. Casas-Vázquez, G. Lebon. Extended Irreversible Thermodynamics. Moscow — Izhevsk: RDE Regular and Chaotic Dynamics: The Computer Research Institute. 2006. 528 p.

6. A. V. Lykov. Heat Conductivity Theory. M.: Vyshayashkola, 1967. A. V. Lykov. Heat-Mass Exchange. Reference Book. 2nd edition, updated and revised. M.: Energiya, 1978.
7. A. V. Lykov. Applying Irreversible Thermodynamics Methods to Heat and Mass Exchange Research. The Engineering and Physical Journal. V. 9, No. 3. 1956. P. 287–304.
8. I. V. Kudinov, V. A. Kudinov. Mathematical Simulation of the Locally Nonequilibrium Heat Transfer in a Body with Account for its Nonlocality in Space and Time. Journal of Engineering Physics and Thermophysics (2015): Vol. 88, № 2, pp. 406–422
9. Кудинов В. А., Еремин А. В., Стефанюк Е. В. Критические условия теплового взрыва в пластине с нелинейным источником теплоты // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2016. № 1. С. 44–49.
10. Г. Д. Гуреев., Д. М. Гуреев. Влияние временной формы лазерного импульса на характер изменения температуры поверхности на стадии нагрева // Вестник Самарского госуд. техн. ун-та. Сер. Физико-математические науки. № 1. 2008. С. 130–135.
11. Н. Н. Рыкалин. Лазерная обработка материалов. М.: Машиностроение, 1975.
12. Д. М. Гуреев. Основы физики лазеров и лазерной обработки материалов. Самара: СамГТУ, 2001.
13. A. V. Eremin, V. A. Kudinov, E. V. Stefanyuk, I. V. Kudinov. Investigation of Temperature Change under Influence of Ultrashort Laser Pulses Taking into Account Relaxation Properties of Materials // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 327(4). 2018. Pp. 1–5.
14. A. V. Eremin, V. A. Kudinov, K. V. Trubitsyn, V. K. Tkachev, I. V. Kudinov, E. V. Stefanyuk. Study of Fast Relaxing Excitations Caused by Ultrashort Laser Pulses in Nanoscale Domain // AER-Advances in Engineering Research. Vol.133.2017. Pp. 202–208.

© Еремин Антон Владимирович (a.v.eremin@list.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Самара

ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ БАЛАНСИРОВКЕ ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

TRANSITION PROCESSES AT BALANCING THE GRINDING WHEEL

*E. Kashirskaya
S. Samusev*

Summary. Development of digital machine-building production makes increased requirements to quality of realization of technological processes which is defined by condition of the equipment. The index of its state considering critical parameters of the equipment and its accessories and also equipment failure consequence can be applied to assessment of the equipment. Final operation when receiving details is grind which eventually and defines their quality. The accuracy of processing is influenced by the errors arising owing to unbalance of the rotating parts of metal-cutting machines, in particular, of unbalance of grinding wheel.

Keywords: grinding wheel, balancing, auto-balancing device, transition process, quality of grinding.

Каширская Елизавета Натановна

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский
технологический университет»
liza.kashirskaya@gmail.com*

Самусев Сергей Александрович

*Учитель, ГБОУ «Школа № 1547»;
sa.samusev@gmail.com*

Аннотация. Развитие цифрового машиностроительного производства выдвигает повышенные требования к качеству реализации технологических процессов, которое, в первую очередь, определяется состоянием оборудования. Для оценки оборудования может быть применен индекс его состояния, учитывающий основные параметры оборудования и его комплектующих, а также последствия отказа оборудования. Финишной операцией при получении многих деталей является шлифование, которое в конечном счете и определяет их качество. На точность обработки влияют погрешности, возникающие вследствие дисбаланса вращающихся частей металлорежущих станков, в частности, дисбаланса шлифовального круга.

Ключевые слова: шлифовальный круг, балансировка, автобалансирующее устройство, переходной процесс, качество шлифования.

Развитие цифрового машиностроительного производства в концепции Индустрии 4.0 [1] выдвигает повышенные требования к качеству реализации технологических процессов при изготовлении машиностроительных деталей, которое, в первую очередь, определяется состоянием оборудования. Для оценки оборудования может быть применен индекс его состояния [2], учитывающий основные параметры оборудования и его комплектующих, а также последствия отказа оборудования. Для того чтобы с помощью индекса состояния можно было объективно оценить оборудование, в состав этого индекса следует включить значения параметров производимых на данном оборудовании деталей. Это может быть осуществлено при помощи мониторинга, анализа и контроля протекания технологического процесса [3,4,5].

Финишной операцией при получении многих деталей является шлифование, которое в конечном счете и определяет их качество. На точность обработки влияют погрешности, возникающие вследствие дисбаланса вращающихся частей металлорежущих станков, в частности, дисбаланса шлифовального круга.

Автобалансирующие устройства, разрабатываемые в нашей стране и за рубежом, позволяют проводить балансировку шлифовального круга на ходу не только

на холостых режимах, но и при шлифовании. В связи с последним обстоятельством возникает закономерный вопрос о влиянии переходного процесса балансировки на качество поверхности обрабатываемых изделий. Для ответа на него необходимо хотя бы в первом приближении определить поведение оси шпинделя шлифовального круга в процессе балансировки.

С этой целью рассматривается процесс балансировки автобалансирующим устройством и построение применительно к нему траектории движения центра масс системы во время переходного процесса. Узел корректировки масс устройства (рис. 1) представляет собой две кольцевые кинематически не связанные корректирующие массы 1 и 2, помещенные в плоскости центра тяжести шлифовального круга 3, в кольцевом пазу планшайбы 4.

Балансировка производится поочередным поворотом колец 1 и 2 в сторону снижения дисбаланса при последовательном подключении привода ко второму кольцу, затем вновь к первому и т.д., пока дисбаланс не снизится до требуемого уровня. В общем случае, задачей балансировки является создание вектора силы, равного вектору дисбаланса и противоположно ему направленного, за счет поворота корректирующих масс 1 и 2.

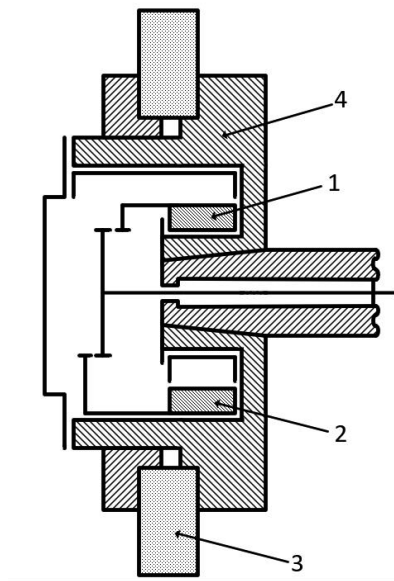


Рис. 1

На рис. 2 показана схема сил, действующих в плоскости центра тяжести круга в начальный момент балансировки. Здесь K_1 и K_2 — дисбалансы корректирующих масс 1 и 2, а Δ — дисбаланс шлифовального круга. Если рассмотреть случай $K_1 = K_2 = \Delta$ и $\alpha = 60^\circ$, то очевидно, что получить замкнутую систему трех данных векторов (т.е. отбалансировать круг) можно поворотом K_2 на 60° против часовой стрелки. Понятно, что сила $P(t)$, действующая на вращающийся шпindel шлифовального круга, изменится за время поворота K_2 от $P(t) = \Delta$ до $P(t) = 0$.

На рис. 3 представлена упрощенная модель колебательной системы шпинделя при воздействии переменной силы $P(t)$. Поскольку наиболее важными являются колебания в направлении радиальной силы резания, рассматриваются перемещения шпинделя вдоль оси X , совмещенной с направлением радиуса шлифовального круга.

Уравнение движения расчетной массы для этой схемы имеет вид:

$$\ddot{x} + 2h\dot{x} + p^2x = \frac{2K_1}{m} \cos\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right) \quad (1)$$

где x — расстояние между центром масс шлифовального круга и мгновенным центром его вращения;

h — коэффициент затухания колебания системы;

$p = \sqrt{\frac{c}{m}}$ — частота собственных колебаний системы;

c — жесткость шпинделя с учетом жесткости его крепления на подшипниках;

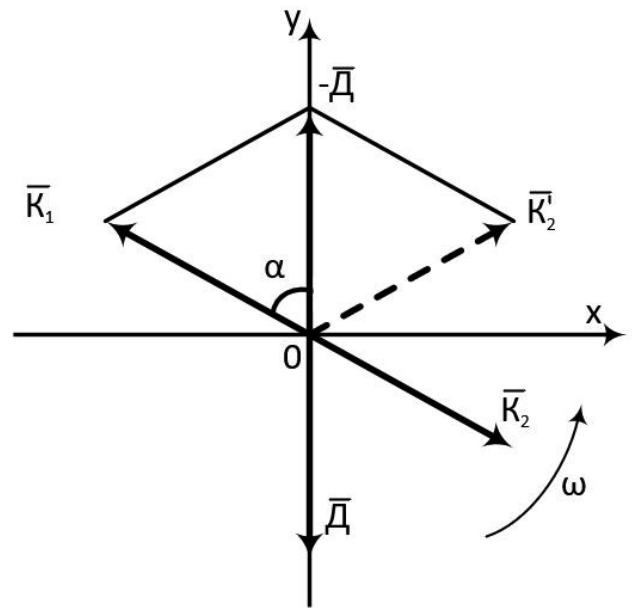


Рис. 2

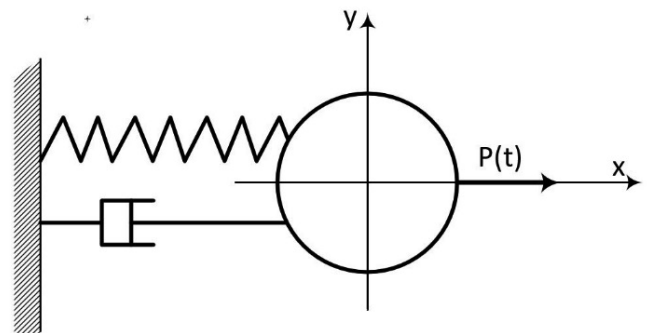


Рис. 3

m — суммарная масса шпинделя и шлифовального круга, приведенная к центру масс круга;

K_1, K_2 — дисбалансы корректирующих масс;

α — угол между плоскостью начального положения векторов K_1 и K_2 и D ;

ω — разность между угловой скоростью корректирующей массы K_2 и угловой скоростью круга;

t — время.

Это дифференциальное уравнение 2-го порядка с постоянными коэффициентами с правой частью. Будем искать его решение в виде:

$$x = \bar{x} + x^*,$$

где $\bar{x} = \bar{x}(t)$ — общее решение уравнения без правой части,

$x^* = x^*(t)$ — частное решение уравнения с правой частью.

Уравнение без правой части:

$$\ddot{x} + 2h\dot{x} + p^2x = 0 \quad (2).$$

Характеристическое уравнение для нахождения \bar{x} имеет вид:

$$\lambda^2 + 2h\lambda + p^2 = 0 \quad (3)$$

Решим его относительно λ .

Дискриминант $D_1 = h^2 - p^2 < 0$, следовательно, корни уравнения (3) комплексно-сопряженные:

$$\lambda_{1,2} = h \mp i\sqrt{p^2 - h^2}$$

Общее решение уравнения (2) имеет вид:

$$\bar{x}(t) = e^{-ht} \left(C_1 \cos\sqrt{p^2 - h^2}t + C_2 \sin\sqrt{p^2 - h^2}t \right)$$

Частное решение x^* будем искать в виде:

$$x^* = A \cos\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right) + B \sin\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right).$$

Найдем производные от x^* :

$$\begin{aligned} x^{*'} &= -\frac{A\omega}{2} \sin\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right) + \frac{B\omega}{2} \cos\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right), \\ x^{*''} &= -\frac{A\omega^2}{4} \cos\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right) - \frac{B\omega^2}{4} \sin\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right), \end{aligned}$$

Подставим x^* и его производные в уравнение (1):

$$\begin{aligned} &-\frac{A\omega^2}{4} \cos\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right) - \frac{B\omega^2}{4} \sin\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right) + \\ &+ h \left(-\frac{A\omega}{2} \sin\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right) + \frac{B\omega}{2} \cos\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right) \right) + \\ &+ p^2 \left(A \cos\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right) + B \sin\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right) \right) = \\ &= \frac{2K_1}{m} \cos\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right) \end{aligned}$$

После приведения подобных членов получим:

$$\begin{aligned} &\cos\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right) \left(-\frac{A\omega^2}{4} + \frac{B\omega h}{2} + Ap^2 \right) + \\ &+ \sin\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right) \left(-\frac{B\omega^2}{4} - \frac{A\omega h}{2} + Bp^2 \right) = \\ &= \frac{2K_1}{m} \cos\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right), \end{aligned}$$

откуда

$$\begin{cases} -\frac{A\omega^2}{4} + \frac{B\omega h}{2} + Ap^2 = \frac{2K_1}{m} \\ -\frac{B\omega^2}{4} - \frac{A\omega h}{2} + Bp^2 = 0 \end{cases} \quad (4)$$

Из системы уравнений (4) найдем значения коэффициентов А и В, которые после подстановки начальных и граничных условий принимают вид:

$$A = x_0 \cdot \frac{1 - \left(\frac{\omega}{2p}\right)^2}{\left\{ \left[1 - \left(\frac{\omega}{2p}\right)^2 \right]^2 + \left(\frac{h}{p}\right)^2 \left(\frac{\omega}{p}\right)^2 \right\} \cos\alpha}$$

$$B = x_0 \cdot \frac{\frac{h}{p} \cdot \frac{\omega}{p}}{\left\{ \left[1 - \left(\frac{\omega}{2p}\right)^2 \right]^2 + \left(\frac{h}{p}\right)^2 \left(\frac{\omega}{p}\right)^2 \right\} \cos\alpha}$$

Общее решение уравнения (1), с учетом проведенных преобразований, принимает вид:

$$\begin{aligned} x(t) &= a_1 e^{-ht} \cos\sqrt{p^2 - h^2}t + a_2 e^{-ht} \sin\sqrt{p^2 - h^2}t + \\ &+ a_3 \cos\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right) + \\ &+ a_4 \sin\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right) \end{aligned}$$

Качественный график зависимости $x(t)$ приведен на рис. 4.

Решение уравнение (1) при $p > h$ и начальных условиях:

$x(0) = x_0$ — расстояние между центром вращения и центром масс шлифовального круга в момент начала балансировки;

$\dot{x}(0) = x_0 \left(\Omega + \frac{\omega}{2} \right)$ — начальная линейная скорость поворота центра масс относительно центра вращения, т.к. Ω — угловая скорость круга, равная угловой скорости корректирующей массы 1, имеет следующий вид (рис. 4):

$$\begin{aligned} x(t) &= a_1 e^{-ht} \cos\sqrt{p^2 - h^2}t + a_2 e^{-ht} \sin\sqrt{p^2 - h^2}t + \\ &- h^2 t + a_3 \cos\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right) + a_4 \sin\left(\alpha + \frac{\omega t}{2}\right), \quad (2) \end{aligned}$$

где (см. формулы на стр.56)

Время переходного процесса, т.е. процесса балансировки является функцией соотношения параметров системы p, h, ω . Третье слагаемое выражения (2) повторяет характер внешней нагрузки, создаваемой балансирующим устройством; минимизация остальных слагае-

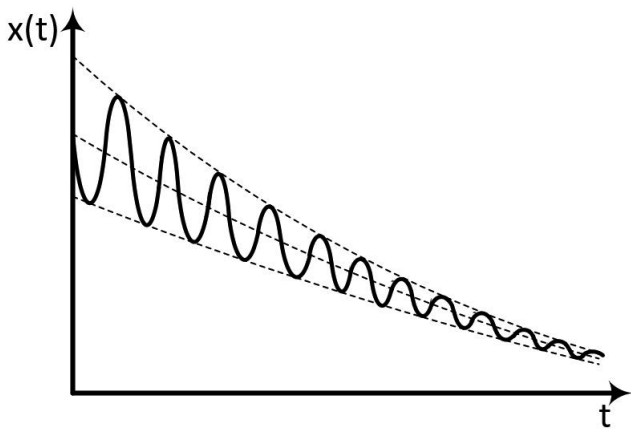


Рис. 4

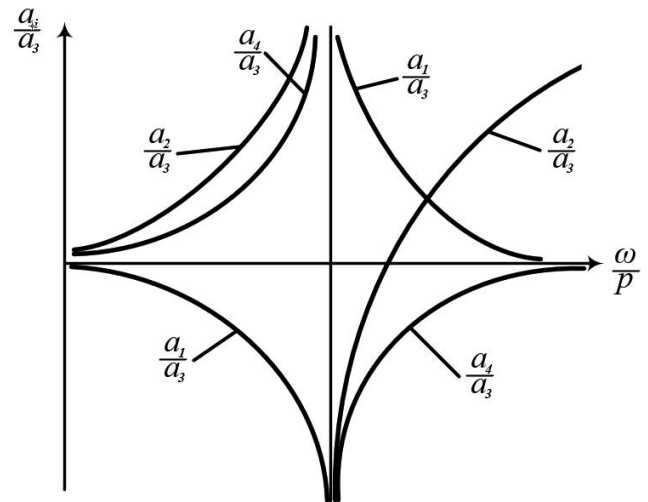


Рис. 5

$$a_1 = x_0 \left\{ 1 - \frac{1 - \left(\frac{\omega}{2p}\right)^2 + \frac{h}{p} \cdot \frac{\omega}{p} \operatorname{tg} \alpha}{\left[1 - \left(\frac{\omega}{2p}\right)^2\right]^2 + \left(\frac{h}{p}\right)^2 \left(\frac{\omega}{p}\right)^2} \right\}$$

$$a_2 = x_0 \left\{ \frac{\frac{\Omega}{p} + \frac{\omega}{2p} + \frac{h}{p}}{\sqrt{1 - \left(\frac{h}{p}\right)^2}} + \frac{1}{2 \sqrt{1 - \left(\frac{h}{p}\right)^2 \left\{ \left[1 - \left(\frac{\omega}{2p}\right)^2\right]^2 + \left(\frac{h}{p}\right)^2 \left(\frac{\omega}{p}\right)^2 \right\}}} \times \right. \\ \left. \times \left\{ \frac{\omega}{p} \left[1 - \left(\frac{\omega}{2p}\right)^2\right] \operatorname{tg} \alpha - \frac{h}{p} \cdot \frac{\omega}{p} \right\} - \frac{2h}{p} \left\{ 1 - \left(\frac{\omega}{2p}\right)^2 + \frac{h}{p} \cdot \frac{\omega}{p} \operatorname{tg} \alpha \right\} \right\}$$

$$a_3 = x_0 \frac{1 - \left(\frac{\omega}{2p}\right)^2}{\left\{ \left[1 - \left(\frac{\omega}{2p}\right)^2\right]^2 + \left(\frac{h}{p}\right)^2 \left(\frac{\omega}{p}\right)^2 \right\} \operatorname{cosa}}$$

$$a_4 = x_0 \frac{\frac{h}{p} \cdot \frac{\omega}{p}}{\left\{ \left[1 - \left(\frac{\omega}{2p}\right)^2\right]^2 + \left(\frac{h}{p}\right)^2 \left(\frac{\omega}{p}\right)^2 \right\} \operatorname{cosa}}$$

Таблица 1

$\frac{p}{\omega}$	0	$\frac{h}{p}$	1	2_{-0}	2_{+0}	$\frac{p}{h}$	∞
$\frac{a_4}{a_3}$	0	$\left(\frac{h}{p}\right)^2$	$\frac{4}{3} \frac{h}{p}$	$+\infty$	$-\infty$	$-4 \left(\frac{h}{p}\right)^2$	0_{-0}

мых приводит к уменьшению времени, затрачиваемого на балансировку.

В таблице 1 показано соответствие отношения коэффициентов

$$\frac{a_4}{a_3}$$

уравнения (2) при различных значениях отношения частот вынужденных и собственных колебаний.

На рис. 5 представлены графики относительных амплитуд слагаемых, входящих в состав выражения (2). Слагаемые $a_1 e^{-ht} \cos \sqrt{p^2 - h^2} t$ и $a_2 e^{-ht} \sin \sqrt{p^2 - h^2} t$ со временем убывают. Так, для $\omega = 13$ об/мин. и $h = 575$ л/сек при t

$= 0,03$ сек $e^{-ht} = 0,02$ мкм. Коэффициент же a_4 при реально возможных внешних частотах может быть довольно большим (таблица 1).

Как видно из рис. 4, 5 и табл. 1, балансировка без отрицательных последствий для качества шлифования в процессе обработки возможна только при высокой жесткости системы и высоком коэффициенте демпфирования. При отсутствии точных данных по жесткости и демпфированию для конкретного станка следует либо провести пробное шлифование деталей, либо на стадии проектирования выполнить уточняющий расчет многомассовой модели в широком диапазоне значений жесткости и демпфирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kholopov V. A., Kashirskaya E. N., Kushnir A. P., Kurnasov E. V., Ragutkin A. V., Pirogov V. V. Development of digital machine-building production in the Industry 4.0 concept // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2018. Т. 47. № 4. С. 380–385. DOI: 10.3103/S1052618818040064.
2. Holopov V., Kushnir A., Kurnasov E., Ganichev A., Romanov A. Development of digital production engineering monitoring system based on equipment state index // Proceedings of the 2017 IEEE Russia Section Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering Conference, ElConRus 2017. IEEE, 2017. С. 863–868. DOI: 10.1109/ElConRus.2017.7910692.
3. Kashirskaya E. N., Kholopov V. A., Shmeleva A. G., Kurnasov E. V. Simulation model for monitoring the execution of technological processes // Proceedings of 2017 IEEE2nd International Conference on Control in Technical Systems, CTS2017. IEEE, 2017. С. 307–310. DOI: 10.1109/CTSUS.2017.8109553.
4. Kashirskaya E. N., Kurnasov E. V., Kholopov V. A., Shmeleva A. G. Methodology for assessing the implementation of the production process // Proceedings of 2017 IEEE2nd International Conference on Control in Technical Systems, CTS2017. IEEE, 2017. С. 232–235. DOI: 10.1109/CTSUS.2017.8109533.
5. Курнасов Е. В., Тен В. Э. Алгоритмы анализа и контроля эффективности автоматизированных технологических процессов // Автоматизация и современные технологии. 2014. № 12. С. 21–25.

© Каширская Елизавета Натановна (liza.kashirskaya@gmail.com), Самусев Сергей Александрович (sa.samusev@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОПИСАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

THE DESCRIPTION OF METHOD OF ASSESSMENT AND DECISION-MAKING IN HEALTH SECTOR

**A. Kozhevnikov
N. Zilina
D. Dantsiger
A. Vlasenko**

Summary. The method of assessment and decision-making in health sector on the basis of application of the mathematical express analysis at the information processing received both during the sociological research is presented in article and when using statistical data. The procedure of formation of information designed to reveal problems and trends which can be stated and have significant effect on functional stability of the social system which is in the territory where the research was conducted. Differences in assessment are established by patients of activity of the private medical organization and municipal medical organization. Approach to definition of actions of applied character for the solution of the revealed problems is defined.

Keywords: health care system, mathematical express analysis, sociological poll, private medical organization.

Кожевников Андрей Александрович

*К.с.н., преподаватель, НГИУВ — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России
nvkz2004@rambler.ru*

Жилина Наталья Михайловна

*Д.т.н., доцент, НГИУВ — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России
zhilina.ngiuv@yandex.ru*

Данцигер Дмитрий Григорьевич

*Д.м.н., профессор, НГИУВ — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России
organzdrav@mail.ru*

Власенко Анна Егоровна

*К.т.н., преподаватель, НГИУВ — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России
postmastergiduv@rambler.ru*

Аннотация. В статье представлена методика оценки и принятия решений в сфере здравоохранения на основе применения математического экспресс-анализа при обработке информации, полученной как в ходе социологического исследования, так и при использовании статистических данных. Изложена процедура формирования информации, призванной выявить проблемы и тенденции, которые могут и оказывают существенное влияние на функциональную устойчивость социальной системы, находящейся на территории, где проводилось исследование. Установлены различия в оценке пациентами деятельности частной медицинской организации и муниципальной медицинской организации. Определен подход к определению мероприятий прикладного характера по решению выявленных проблем.

Ключевые слова: система здравоохранения, математический экспресс-анализ, социологический опрос, частная медицинская организация.

Система здравоохранения, наряду с сохранением функциональной устойчивости образующих её структур, призвана обеспечить развитие и совершенствование своих институциональных свойств и качеств в интересах населения, как основного потребителя медицинских услуг. Как правило, это достигается путём нормативного регулирования деятельности всех участников данных отношений. Однако, без обратной связи и постоянного анализа результатов такого воздействия достаточно сложно добиться позитива в осуществляемых мерах. Решить эту проблему позволяют методики по оценке и анализу результатов исследований, которые наряду с другими организационно-техническими процедурами, обеспечивают получение достоверных данных об изучаемом явлении для последующего практического применения. Актуальность исследования обусловлена необходимостью получения объективных данных,

характеризующих степень удовлетворенности населением системой здравоохранения, осуществляющей деятельность на региональном уровне.

Цель работы — разработать методику оценки принятия решений в сфере здравоохранения на основе применения математического экспресс-анализа в процессе формирования политики в сфере здравоохранения на определенной территории на основе статистических данных и информации, полученной в ходе социологических опросов населения.

Материалы и методы

В настоящее время с ростом влияния социальных коммуникаций на общественные отношения, представляется целесообразным дополнить мониторинг, осно-



Рис. 1. Процедура расчёта индексов наличия проблем

ванный на статистических данных, социологическим компонентом, тем самым, расширив информационное поле для анализа и оценки. При этом ставится цель — создать методику обработки информации, которая способствовала бы её переводу из статистико-цифровой формы в смысловые понятия. Это обусловлено необходимостью обеспечения представителей органов власти и управления аналитическими материалами, социальной направленности, адаптированной под местную специфику и имеющую прикладной характер. С этой целью была разработана рассматриваемая методика для информационного обеспечения принятия решений по вопросам административного управления рисунок 1.

За основу был взят *подход, основанный на взвешенных суммах*, как менее затратный и более точный. Он позволяет не только учитывать факторы риска и динамику их показателей, но и проводить их ранжирование с помощью индекса наличия проблем (ИНП) по зонам риска. Индекс наличия проблемы рассчитывается как взвешенная сумма *индексов наличия проблемы для отдельных факторов риска (I_φ)* с учетом суммарного влияния *факторных групп (I_{гр})*. Определение ИНП обеспечивает учёт всех доступных факторов риска за счет приведения всех факторов к *единой размерности*.

Значение *индекса наличия проблемы для отдельного фактора риска (I_φ)*, рассчитывается в зависимости от того, как именно измерялся анализируемый фак-

тор — официальным статистическим показателем или вопросом в социологическом опросе. В случае использования статистического показателя *I_φ* рассчитывается по формуле 1:

$$I_{\phi} = 0,3 + 0,4 \times НП + 0,1 \times НПР + 0,2 \times ТП \quad (1)$$

$$НПР = \begin{cases} (П-Н)/Н, & \text{для показателей } \rightarrow \max \\ (Н-П)/Н, & \text{для показателей } \rightarrow \min, \end{cases}$$

где:

П — значение показателя за анализируемый период;
Н — значение норматива (местного, регионального либо федерального);

НПР — разница между нормой и показателем, по отношению к норме.

Если показатель превышает норматив в 2 и более раз, то НПР равен (-1) для показателей, стремящихся к минимуму, а также НПР равен (1) для показателей, стремящихся к максимуму. В остальных случаях НПР рассчитывается по формуле 2;

I_φ — индекс наличия проблемы для отдельного фактора риска;

НП — соответствие показателя норме: если показатель в пределах нормы, то он равен (1), а также (0), если он норме не соответствует;

ТП — оценка тенденции показателя за последние 3 года: равна (-1), если на протяжении всего периода

Таблица 1. Классификация зон риска

Градации индекса наличия проблемы (ИНП)	Соответствие норме	Тенденция показателя	Классификация зон риска
1	Соответствует	Благоприятная	Зона отсутствия риска
0,9			
0,8			
0,7			
0,6	Соответствует	Неблагоприятная	Зона возможного риска
0,5			
0,4	Не соответствует	Благоприятная	Зона высокого, но контролируемого риска
0,3			
0,2	Не соответствует	Неблагоприятная	Зона высокого риска
0,1			
0			



Рис. 2. Распределение (в процентах) социальных групп пациентов

тенденция неблагоприятная; либо равна (1), если благоприятная, а также (0), если явной тенденции не выявлено.

В случае, если фактор представлен вопросом анкеты, полученной путём социологического опроса, расчет $I\phi$ осуществляется по формуле 3.

$$I\phi = 0,2 \times O + 0,2 \times O(\text{отр}) + 0,5 \times O(\text{нейтр}) + 0,8 \times O(\text{пол}) \quad (3)$$

где:

$I\phi$ — индекс наличия проблемы для отдельного фактора риска;

O — преобладающие ответы: равно 1, если большинство респондентов ответили на вопрос положительно, 0 — нейтрально и (-1) — отрицательно; $O(\text{отр})$ — доля ре-

спондентов, ответивших на данный вопрос отрицательно; $O(\text{нейтр})$ — доля респондентов, ответивших на данный вопрос нейтрально; $O(\text{пол})$ — доля респондентов, ответивших на данный вопрос положительно.

Следует отметить, что в формулах 1 и 3 коэффициенты рассчитаны с помощью регрессионного анализа, с разбивкой на интервалы, в зависимости от его желаемой интерпретации [2, 3]. ИНП, определяемый в процессе анализа статданных, включает в себя как оценку соответствия показателя нормативам, тем самым позволяя дать текущую оценку ситуации, так и обеспечивает через оценку динамики показателя прогнозирование развития ситуации. Он представляет собой число от 0 до 1, где 1 — проблема отсутствует, 0 — проблема явно выражена. Особенностью данного индекса является то, что по его значению можно однозначно определить не только сам

Таблица 2. Социально-возрастные показатели

	Значения признака	Количество	Проценты (%)
Возраст			
1	19 и моложе	6	3,1
2	20–29	13	5,9
3	30–39	26	11,9
4	40–49	40	18,3
5	50–59	56	25,6
6	60–69	52	23,7
7	70–79	24	11,0
8	70 и старше	1	0,5
Образование			
	Нет ответа	2	1,0
1	Начальное	0	0
2	Неполное среднее	13	5,9
3	Среднее общее	23	10,5
4	Среднее специальное	102	46,6
5	Неоконченное высшее	22	10,0
6	Высшее	57	26,0
Семейное положение			
	Нет ответа	15	6,8
1	В браке	120	54,8
2	Холост (не замужем)	24	11,0
3	Разведен (а)	29	13,2
4	Вдовец (вдова)	31	14,2
Стаж трудовой			
	Нет ответа	19	8,7
1	До 5 лет	4	1,8
2	От 5 до 9 лет	18	8,2
3	От 9 до 20 лет	58	26,5
4	От 20 и более	120	54,8
Ежемесячный доход			
	Нет ответа	4	1,7
1	Нет дохода	10	4,6
2	До 10 000 руб.	14	6,4
3	От 10 000 до 20 000 руб.	70	32,0
4	От 20 000 до 30 000 руб.	71	32,4
5	От 30 000 до 40 000 руб.	26	11,9
6	40 000 руб. и более	24	11,0
Материальное положение (за последний год)			
	Нет ответа	8	4,0
1	Улучшилось	31	14,2
2	Без изменений	137	62,6
3	Ухудшилось	42	19,2
Оценка здоровья			
	Нет ответа	4	1,9
1	Хорошее	50	22,8
2	Удовлетворительное	145	66,2
3	Плохое	20	9,1
Причина обращения в медицинское учреждение			
	Нет ответа	0	0
1	Болезнь	158	72,15
2	Профессиональный осмотр	41	18,72

Таблица 2 (продолжение). Социально-возрастные показатели

	Значения признака	Количество	Проценты (%)
3	Диспансерное наблюдение	7	3,2
4	Для профилактики	13	5,93
Факторы, влияющие на здоровье			
1	Возраст	65	29,7
2	Стресс	58	26,5
3	Плохая экология	51	23,3
4	Наследственность	36	16,4
5	Курение	9	4,1

факт наличия проблемы, но и то, в чём именно эта проблема заключается, например, свидетельствуя о несоответствии нормативам или о наличии неблагоприятной тенденции, либо и о том, и другом. Для этого была разработана градация индекса, связанная с зонами риска, указанными в таблице 1.

База данных создана в лицензионном статистическом пакете *IBM SPSS Statistics-22*. Статистическое сравнение порядковых и качественных признаков в независимых группах проведено с помощью критерия хи-квадрат (χ^2) и Z-критерия. Различия статистически значимы при уровне различия $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

С января по март 2019 года в частной медицинской организации «Гранд-Медика», находящейся в г. Новокузнецке Кемеровской области, был проведен опрос граждан, которые обратились в данное учреждение за медицинской помощью. Цель анкетирования заключалась в получении информации об оценке пациентами деятельности частного медицинского учреждения в сравнении с муниципальным (государственным) медицинским учреждением. Наряду с этим проводился сбор сведений о проблемах, которые, по мнению опрашиваемых граждан, оказывают существенное влияние на их здоровье и качество медицинских услуг.

В процентном отношении от общего числа в 219 человек, принявших участие в опросе, 62,5% были женщины, и 37,5% — мужчины.

По социальным группам пациенты распределены следующим образом (рисунок 2):

Отвечая на вопрос, связанный с уровнем жизни, 56,6% опрошенных из числа пациентов, которые могут себе позволить обратиться в частное медицинское учреждение, сообщили, что средств хватает только на покупку товаров первой необходимости, а 27,4% отнесли свой уровень жизни к хорошему, без роскоши. При этом,

11,4% отметили, что средств им хватает только на питание. Отказались отвечать на данный вопрос — 3,2%. Число граждан, по их мнению, имеющих высокий уровень жизни, оказался минимальным — 1,4%.

Дополнительные сведения, характеризующие группу граждан, которые приняли участие в опросе, приведены в таблице 2.

Таким образом, наиболее частыми пациентами частной медицинской клиники являются женщины возраста 50–69 лет, имеющие средне-специальное или высшее образование, состоящие в браке или вдовы, с большим стажем работы, с доходом от 10 до 30 тыс. рублей, обратившиеся по причине болезни.

Среди факторов, в большей степени влияющих на здоровье, пациентами указан возраст (27%), стресс (26,5%) и плохая экология (23,3%). Доля генетических показателей составила 16,4%. Курение в качестве фактора риска здоровью отметили только 4,1%.

В оценке своего здоровья преобладает «удовлетворительное состояние» (66,2%). Хорошее состояние (28,2%) отмечено людьми, пришедшими на профессиональные осмотры.

Особенность проведенного исследования заключалась в том, что в ходе опроса сравнительная оценка давалась пациентами в отношении конкретной частной медицинской организации, в которую они обратились за помощью, а муниципальное медицинское учреждение выступало в качестве абстрактного собирательного «образа», что могло сказаться на объективности полученной информации. Тем не менее, были установлены определенные закономерности, которые подтверждались другими источниками информации, и в перспективе необходима их проверка путём проведения аналогичного исследования на базе муниципального медицинского учреждения. Следует отметить, что исследования такого рода обычно включают в себя сравнение отношений, возникающих при получении пациентами и оказании

Таблица 3. Сравнительная оценка пациентами медучреждений с разными формами собственности

Варианты ответов	Муниципальное медицинское учреждение		Частная медицинская организация		Статистическое сравнение	
	Абс.	%	Абс.	%	z	p
Организация работы						
плохая	33	15,1	0	0	5,8	<0,001
удовлетворительная	105	47,9	39	17,8	6,6	<0,001
хорошая	22	10,0	140	63,9	11,6	<0,001
затрудняюсь ответить	59	26,9	40	18,3	2,04	0,042
Стоимость лечения						
высокая	31	14,2	35	16	0,4	0,673
приемлемая	119	54,3	145	66,2	2,5	0,014
низкая	33	15,1	7	3,2	4,2	<0,001
затрудняюсь ответить	34	15,5	32	14,6	0,13	0,897
Назначенное лечение						
плохо помогает	40	18,3	3	1,4	5,8	<0,001
удовлетворительное	97	44,3	68	31,1	2,7	0,007
хорошо помогает	25	11,4	107	48,9	8,5	<0,001
затрудняюсь ответить	57	26	41	18,7	1,7	0,086
Отношение персонала к пациентам						
грубое	14	6,4	1	0,5	2,1	0,002
равнодушное	91	41,6	7	3,2	9,5	<0,001
внимательное	46	21,0	134	61,2	8,5	<0,001
затрудняюсь ответить	68	31,0	77	35,1	0,8	0,416
Время ожидания приема						
менее 30 минут	37	16,9	154	70,4	11,2	<0,001
до 1 часа	82	37,9	37	16,9	4,8	<0,001
более 1 часа	65	29,7	6	2,7	7,5	<0,001
затрудняюсь ответить	34	15,5	22	10,0	1,6	0,114
Санитарное состояние лечебного учреждения						
плохое	30	13,7	1	0,5	5,2	<0,001
удовлетворительное	93	42,5	20	9,1	7,9	<0,001
хорошая	30	13,7	137	62,5	10,4	<0,001
затрудняюсь ответить	66	30,1	61	27,9	0,4	0,688
Состояние муниципального здравоохранения					χ^2	p
улучшилось		23		10,5	54,6	<0,001
осталось без изменения		89		40,6		
ухудшилось		49		22,4		
затрудняюсь ответить		58		26,5		
Степень удовлетворенности качеством медицинских услуг, оказываемых в частном медицинском учреждении					χ^2	p
полностью удовлетворен		103		47,0	127	<0,001
частично удовлетворен		61		27,9		
не удовлетворен		1		0,5		
затрудняюсь ответить		54		24,6		

Таблица 4. Показатели проблем и зоны риска

№ п/п	Наименование проблем, которые оценивали пациенты частного медицинского учреждения	Показатель индекса наличия проблемы (I)	Наименование зоны риска
1	Уровень жизни	0,55	Зона возможного риска
2	Материальное положение	0,47	Зона высокого, но контролируемого риска
3	Оценка здоровья	0,53	Зона возможного риска
4	Состояние здравоохранения	0,34	Зона высокого, но контролируемого риска
5	Организация работы в муниципальном медицинском учреждении	0,35	Зона высокого, но контролируемого риска
6	Организация работы в частном медицинском учреждении	0,8	Зона отсутствия риска
7	Оценка стоимости лечения в муниципальном медицинском учреждении	0,42	Зона высокого, но контролируемого риска
8	Оценка стоимости лечения в частном медицинском учреждении	0,36	Зона высокого, но контролируемого риска
9	Оценка качества лечения в муниципальном медицинском учреждении	0,35	Зона высокого, но контролируемого риска
10	Оценка качества лечения в частном медицинском учреждении	0,75	Зона отсутствия риска
11	Отношение персонала к пациентам муниципального медицинского учреждения	0,39	Зона высокого, но контролируемого риска
12	Отношение персонала к пациентам частного медицинского учреждения	0,71	Зона отсутствия риска
13	Оценка состояния системы здравоохранения г. Новокузнецка	0,34	Зона высокого, но контролируемого риска

медработниками медицинской помощи, исходя из деятельности и функций различных организаций, наличия различных кадровых ресурсов, разных типов и видов медицинских технологий и существующих договоренностей между медицинскими учреждениями [5].

В таблице 3 приведены результаты сравнительной оценки пациентами, принявшими участие в опросе, деятельности медицинских организаций, отличных друг от друга по форме собственности.

Таким образом, пациенты дали более высокую оценку частному медицинскому учреждению по следующим показателям: *организация работы, качество назначенного лечения, отношение персонала к пациентам, время ожидания приема, санитарное состояние учреждения, удовлетворенность качеством услуг*. Различия статистически значимы.

О том, что *стоимость лечения высокая*, в отношении муниципального здравоохранения сказали 14,2% пациентов, в отношении частного медицинского учреждения — 16,0%. Различия в оценках незначимы: $z=0,4$; $p=0,673$.

Далее был определен индекс наличия проблем с помощью формулы 3 путём анализа сведений, которые были получены в ходе опроса граждан. Это позволило в обобщенной форме отразить ИНП с указанием зон риска, которые им соответствуют, тем самым, визуализируя численные показатели в смысловые понятия, которые изложены в таблице 4.

В результате, было установлено, что риски, связанные с деятельностью частной медицинской организации, отсутствуют. Наряду с этим, в зоне возможного риска находятся ИНП *уровня жизни и оценки здоровья*, тем самым, свидетельствуя о наличии возможности перехода проблемы из позитивного состояния в неблагоприятное за счёт изменения тенденции протекающего процесса. Особого внимания заслуживают проблемы, которые пока контролируются, но имеют высокую вероятность перерастания в хаотический процесс с потерей функциональной устойчивости рассматриваемой системы — это деятельность муниципального (государственного) медицинского учреждения, а также состояние в целом системы здравоохранения (на примере г. Новокузнецка). Исследование показало, что индикаторы, которые характеризуют деятельность медицинского

учреждения по количественным показателям (количество пролеченных, число выполненных операций, стоимость услуг и т.д.), необходимо оценивать с учётом региональной специфики, демографической ситуации и сложившихся на территории социально-экономических условий [4].

Для принятия управленческих решений к каждой зоне предлагается соотнести конкретные *организационные мероприятия*, осуществление которых обеспечит устранение выявленных проблем. Например, нахождение ИНП в зоне отсутствия риска предполагает реализацию плановых мероприятий, создание резервов сил и средств, а в зоне высокого, но контролируемого риска предписывает проведение мер по усилению контроля за изменением показателей. На практике эти меры должны привести к назначению ответственных лиц, уменьшению интервала отчетности, разбивке по отдельным территориальным единицам и так далее. В случае изменения тенденции показателей на неблагоприятную, осуществляется режим перехода на меры, предусмо-

тренные для зоны высокого риска — экстренная разработка и реализация новых управленческих мероприятий, постоянный мониторинг, обращение за помощью к областному или федеральному руководству, максимальное использование резервов.

Однако, нельзя не согласиться с утверждением В. В. Власова о том, что ни одно исследование не может дать единственного и окончательного решения проблемы. Накопление согласующихся результатов исследований в разных популяциях и в разных условиях дает больше уверенности в причинно-следственном характере связи, чем расходящиеся результаты. Совпадающие результаты подтверждают друг друга [1].

Практическая значимость предложенной методики оценки заключается в том, что она универсальна, отличается простотой вычисления и может применяться для экспресс-анализа статистических и социологических данных, в том числе для независимой оценки качества условий оказания услуг медицинскими организациями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов В. В. Эпидемиология: учебное пособие для вузов // 2-е изд., испр. М: ГЭОТАР-Медиа. 2006. 464 с.
2. Власенко А. Н., Жилина Н. М., Чеченин Г. И., Кожевников А. А. Информационное обеспечение стратегии развития промышленного региона (на примере Новокузнецкого района) // ИНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении, Издательство ООО «Институт новых информационных технологий» (Москва). 2018. № 5 (9). С. 20–25.
3. Власенко А. Е., Жилина Н. М., Чеченин Г. И., Кожевников А. А. Система мониторинга показателей общественного здоровья на основе индекса наличия проблемы. / Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Автоматизированные системы в образовании, науке и производстве» AS-2017// Сиб. гос. индустр. ун-т; под общ. редакцией С. М. Кулакова, Л. П. Мышляева. — Новокузнецк, 14–16 декабря, 2017. С. 139–143.
4. Данцигер Д. Г., Кожевников А. А., Андриевский Б. П., Часовников К. В. Независимая оценка качества оказания услуг медицинскими организациями (организационно-правовые аспекты совершенствования) // Общественное здоровье и здравоохранение. 2018. № 4. С. 62–67.
5. Решетников А. В. Социология медицины: руководство // М.: ГЭОТАР-Медиа. 2010. 864 с.

© Кожевников Андрей Александрович (nvkz2004@rambler.ru), Жилина Наталья Михайловна (zhilina.ngiuv@yandex.ru),
Данцигер Дмитрий Григорьевич (organzdrav@mail.ru), Власенко Анна Егоровна (postmastergiduv@rambler.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЦИФРОВОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

A FUNCTIONAL DIAGRAM OF DIGITAL WORKSPACE IN AN EDUCATIONAL INSTITUTION

K. Kryagenkov

Summary. A functional diagram is considered to provide a digital workspace in an educational institution. It is based on the architecture of the virtual desktop infrastructure and involves three typical delivery models. Each model can be used independently or in combination with others, providing the user with the actual functionality. The issues of implementation and directions for further development are briefly discussed.

Keywords: virtual desktop infrastructure, digital workspace, delivery models, connection manager.

Кряженков Константин Геннадьевич

К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «МИРЭА — Российский технологический университет» (г. Москва)
konstantin@mirea.ru

Аннотация. Рассматривается функциональная схема для обеспечения цифрового рабочего места в образовательной организации. Она построена на архитектуре инфраструктуры виртуальных рабочих столов и предполагает три характерных модели их доставки. Каждая модель может использоваться самостоятельно и/или в комбинации с другими, предоставляя пользователю актуальный функционал. Кратко обсуждаются вопросы реализации и направления дальнейших разработок.

Ключевые слова: инфраструктура виртуальных рабочих столов, цифровое рабочее место, модели доставки, диспетчер подключений.

Виртуализация позволяет существенно повысить эффективность, управляемость и безопасность использования новых технологий в образовательных организациях. Современные цифровые рабочие места предполагают наличие широкого спектра возможностей, которые обеспечивает адекватная инфраструктура виртуальных рабочих столов (Virtual desktop infrastructure, VDI). Для построения такой инфраструктуры могут использоваться как известные зарубежные решения, так и отечественные разработки. Применительно к последним интерес представляет функциональная схема обеспечения цифрового рабочего места, учитывающая специфику образовательной организации.

Силами ведущих мировых производителей VDI претерпела существенную трансформацию, направленную на удовлетворение требований пользователей в мобильности и простоте использования. Это позволило сформировать концепцию цифровых рабочих мест, предлагающую пользователям доступ к используемым в повседневной деятельности наборам прикладного программного обеспечения (ПО), в том числе в режиме «по запросу». Под цифровым рабочим местом будем понимать способ предоставления облачных служб для конечных пользователей, обеспечивающих безопасную доставку приложений и операционных систем (ОС) на оконечное устройство пользователя, такое как персональный компьютер, смартфон или планшет.

Российские производители систем VDI базируют свои решения на возможностях ОС или систем управления виртуализацией. Среди решений, представленных

в Едином реестре программ для электронных вычислительных машин и баз данных, особый интерес представляют ПО терминального доступа «Циркон 36Т», ПАК «ГОРИЗОНТ-ВС», TIONIX Virtual DataCenter, программная платформа ГК ХОСТ, решение для организации терминального доступа «Термит» [1] и построенный на базе решений с открытым исходным кодом диспетчер подключений виртуальных рабочих мест «Термидеск» [2]. Последний в своей архитектуре учитывает все основные положения базовой рекомендации ITU-T Y.3504.

Рассмотрим функциональную схему для обеспечения цифрового рабочего места, рисунок 1.

Фундаментом для организации цифрового рабочего места являются Поставщики ресурсов. В их качестве выступают системы Управления виртуализацией, обеспечивающие согласованную работу Гипервизоров (как открытых, так и проприетарных), Систем хранения данных и сетевых ресурсов. Каждый Поставщик ресурсов позволяет использовать свои вычислительные мощности для создания и размещения цифрового рабочего места.

В Хранилище данных размещаются подготовленный Базовый образ цифрового рабочего места, Диск пользователя и Файлы профиля пользователя.

Блок Декомпозиция ПО и профиля обеспечивает необходимую гибкость формирования цифрового рабочего места, предоставляя пользователю мобильность и экстерриториальность. Для этого взаимодействия необходимы Служба контейнерной виртуализации, Служба SaaS приложений для облачного программно-

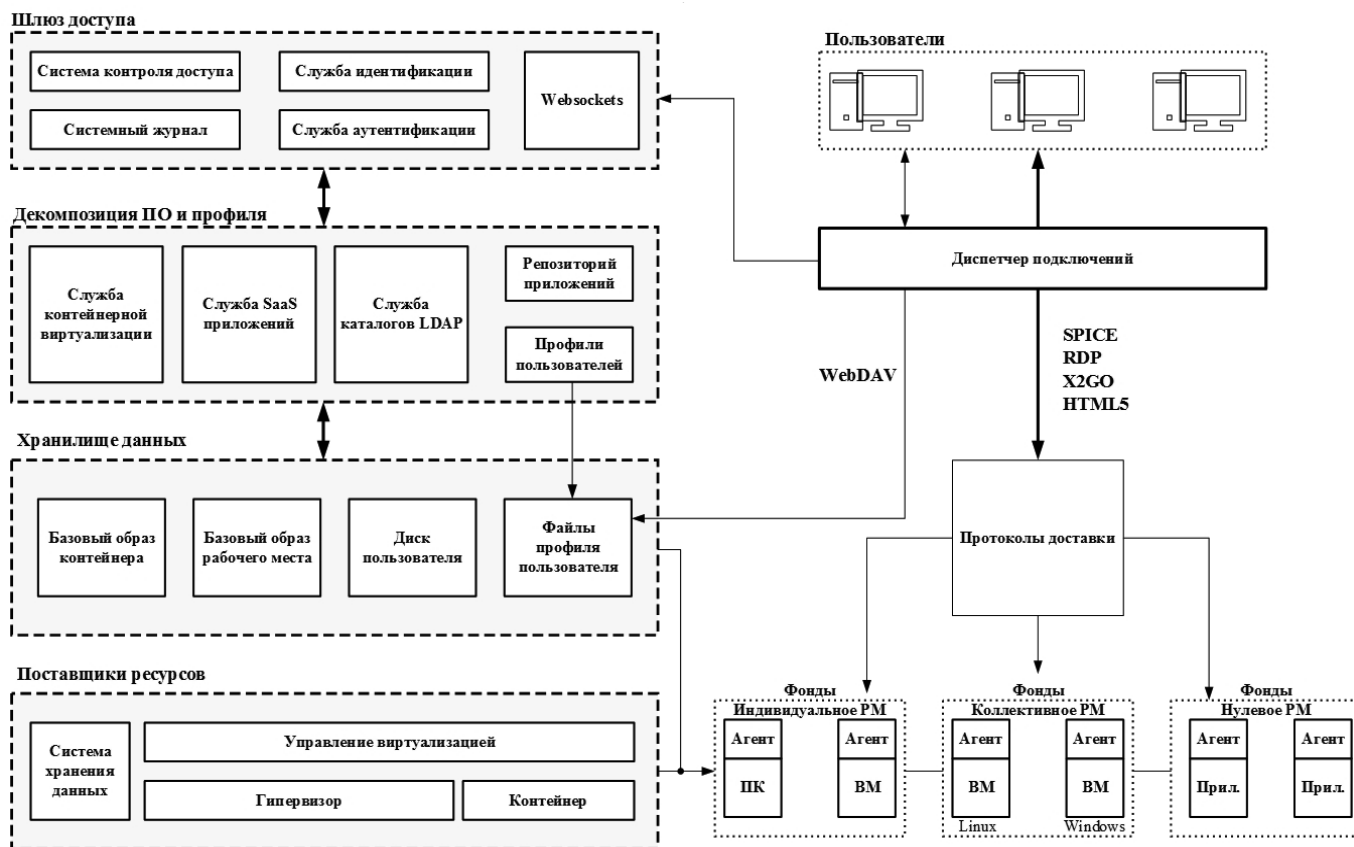


Рис. 1. Функциональная схема для обеспечения цифрового рабочего места

го обеспечения, Служба каталогов LDAP для хранения идентификаторов пользователя и его ресурсов, а также Репозиторий приложений и Профиль пользователя, применяемые к цифровому рабочему месту в момент его использования. Архитектура доверенного Репозитория для отечественного офисного ПО рассмотрена в [3].

Шлюз доступа содержит Систему контроля доступа к цифровому рабочему месту и его ресурсам, Службу идентификации и Службу аутентификации для авторизации пользователя, Системный журнал для фиксации системных событий и действий пользователей, а также независимый от протокола доставки транспорт посредством технологии Websocets. Последнее решение позволяет использовать спектр протоколов доставки, отвечающих задачам конкретного пользователя — SPICE, RDP, NX, X2GO или HTML5. Отметим, что в [4] приведен интересный анализ экспериментальных данных по ряду из перечисленных протоколов доставки для различных пользовательских профилей. Наряду с указанными можно использовать и вспомогательные протоколы для доступа к данным пользователям посредством WebDAV или для доступа к периферии аппаратного клиента — USB over IP.

Диспетчер подключений отвечает за согласованную работу рассмотренных функциональных компонент и позволяет реализовать различные модели доставки, каждая из которых должна оперативно и безопасно предоставить требуемое цифровое рабочее место.

Применительно к образовательным организациям можно выделить три основных модели доставки: персональное цифровое рабочее место, коллективное цифровое рабочее место и нулевое цифровое рабочее место.

Персональное цифровое рабочее место ориентировано на административно-управленческий аппарат, профессорско-преподавательский состав и, в ряде случаев, на учебно-вспомогательный персонал. По сути, оно представляет собой выделенную и закрепленную за конкретным пользователем виртуальную машину с необходимой ОС и типовым/персональным набором прикладного ПО и пользовательского окружения, а также должно обеспечивать работу с USB-носителем цифровой электронной подписи.

Коллективное цифровое рабочее место связано с пулами пользователей и фондом рабочих мест и призвано обеспечить работу обучающихся в компьютерных клас-

сах или в других местах с частой сменой пользователей. Его формирование осуществляется в режиме «по-запросу», основой является базовый образ с типовой конфигурацией ПО, а возможная модернизация на период работы пользователя выполняется по данным его профиля. Данные пользователя хранятся вне ОС цифрового рабочего места, при этом необходимое ПО может быть дополнительно установлено из Репозитория приложений. Данная модель позволяет возвращать цифровое рабочее место пользователя к первоначальному состоянию для последующего использования другим пользователем.

Нулевое цифровое рабочее место подразумевает доставку пользователю только приложения из некоего набора прикладного ПО без необходимости доставки рабочего стола в целом. При работе с доставленным приложением пользовательские данные сохраняются на специализированный диск пользователя, а доступ к разрешенным приложениям регулируется профилем пользователя. Характерным контингентом здесь являются удаленные слушатели, обучающиеся, например, по модели массовых открытых онлайн курсов.

Стоит отметить, что нулевая модель доставки хорошо известна и применяется в рамках службы Microsoft RDS. Однако, для приложений, разрабатываемых под отечественные ОС, она требует разработки отдельного специализированного сервиса, обеспечивающего доставку приложений с минимальными накладными расходами.

Рассмотренные модели доставки цифровых рабочих мест можно использовать как в индивидуальном, так и комбинированном виде, когда пользователь в зависимости от своего статуса и текущего месторасположения нуждается в этом. Для этого необходима реализация следующих возможностей:

Возможность декомпонировать прикладное ПО и данные пользователей от ОС. Прикладное ПО может быть отделено за счет использования контейнерной виртуализации и файловой системы в пользовательском пространстве (Filesystem in userspace, FUSE). Это позволяет создавать портированное приложение, не требующее установки в ОС;

Возможность расположения ПО в специальном Репозитории приложений. Получив доступ к интерфейсу Репозитория, пользователь может выбрать необходимое прикладное ПО для своей повседневной деятельности. При этом, прикладное ПО может быть как портированным, так и предоставленным по модели SaaS;

Возможность сохранения информации о наборе прикладного ПО в пользовательском профиле. Для хранения

информации о пользовательском профиле и доступа к нему достаточно применить традиционный подход, реализуемый в связке LDAP и Kerberos. Непосредственное хранение пользовательского профиля осуществляется в надежном сетевом хранилище данных с применением распределенной файловой системы. На данном хранилище должен располагаться виртуальный диск, который подключается к цифровому рабочему месту в момент его запуска пользователем и отключается по завершению сеанса работы. Дополнительно, доступ к содержимому диска для пользователя следует реализовать с применением протокола WebDAV, что позволит ему при необходимости выполнять синхронизацию пользовательского профиля с различных устройств, включая носимые устройства под управлением мобильных ОС;

Возможность модернизации образа VM, на базе которого строится цифровое рабочее место, в режиме «на лету», без запуска процессов перепубликации фонда рабочих мест. Это позволит модернизировать образ цифрового рабочего места под конкретного пользователя с минимальными временными затратами;

Возможность сбора данных об оконечных устройствах пользователей, их способах соединения с цифровым рабочим местом для корректного предоставления набора компонент рабочего места. Для этого могут использоваться различные технологии, такие как определение типа устройств при запросах к цифровому рабочему месту на основе «агента пользователя», опций DHCP, аппаратных адресов и других «цифровых отпечатков». Для каждой группы устройств необходимо формирование различных представлений, методов доставки и используемых протоколов при взаимодействии с цифровым рабочим местом;

Возможность ведения системного журнала работы пользователя, в котором отображаются его действия при взаимодействии с цифровым рабочим местом. Это способствует как быстрому устранению неисправностей, так и адаптации набора часто используемых прикладных программ в интерфейсе цифрового рабочего места пользователя.

Все перечисленные возможности реализованы в отечественном программном продукте «Диспетчер подключений виртуальных рабочих мест «Термидеск» и прошли необходимую апробацию с целью решения задач импортозамещения.

Рост востребованности ресурсоемких графических приложений и приложений класса Over the Top (OTT) показывает необходимость решения задач по виртуализации графических адаптеров (vGPU) и доставки потокового видео с должным уровнем качества восприя-

тия (Quality of Experience, QoE) при минимальной полосе пропускания. Здесь потребуется взаимодействие с производителями аппаратных компонент, доработка платформ виртуализации и протоколов доставки.

Поскольку уже сейчас рассмотренные выше цифровые рабочие места составляют зрелую альтернативу технологиям VPN в местах публичного доступа, то бли-

жайшей перспективой является интеграция с Единой системой идентификации и аутентификации (ЕСИА) портала государственных услуг Российской Федерации.

Эти задачи являются предметом дальнейших разработок, их решение послужит базисом цифровой трансформации различных сфер отечественной экономики в условиях импортозамещения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шахматов А. Н., Коханович К. А., Лямин Ю. А., Борисов В. И. Об анализе программных платформ и систем виртуализации // Сборник трудов IX Международной научной конференции «ИТ-Стандарт 2019», г. Москва, РТУ МИРЭА, 11–12 марта 2019 года. М.: 2019. — С. 277–286.
2. Двоеглазов Д. В., Дешко И. П., Кряженков К. Г., Тихонов А. А. Инфраструктура виртуальных рабочих столов на открытых программных продуктах // Интернет-журнал «Науковедение». — М.: 2015. — т. 7. — № 4(29). — Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/37TVN415.pdf>
3. Двоеглазов Д. В., Дешко И. П., Кряженков К. Г., Цветков В. Я. Архитектура репозитория отечественного офисного программного обеспечения // Перспективы науки и образования. — Воронеж: 2018. — № 3 (33). — С. 351–357. — Режим доступа: https://pnojurnal.files.wordpress.com/2018/06/pdf_180362.pdf
4. Magaña E, Sesma I, Morato D, Izal M. Remote access protocols for Desktop-as-a-Service solutions. PLoS ONE. 2019; 14(1). — Режим доступа: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207512>

© Кряженков Константин Геннадьевич (konstantin@mirea.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



МИРЭА — Российский технологический университет 1

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ДВУМЕРНЫХ КАРТ МЕСТНОСТИ, ОСНОВАННЫЙ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ АНСАМБЛЯ КЛАССИФИКАТОРОВ, ОБУЧАЕМЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДИК ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.

INTELLIGENT METHOD FOR BUILDING TWO-DIMENSIONAL CARDS OF THE LOCALITY, BASED ON THE USE OF THE CARDING OF THE CLASSIFICATOR ENSEMBLE, TRAINED WITH THE APPLICATION OF THE DEEP EDUCATION METHOD.

V. Kuznetsov

Summary. Building an efficient multi-class classifier for creating two-dimensional maps of the terrain in situations with difficult weather conditions and shooting at night is a difficult task. Simple classifiers based on the use of support vector machines and combined into an ensemble of classifiers using the AdaBoost algorithm due to their susceptibility to the noise component are poorly suited in these situations. For these purposes, you can use a neural network that will do the classification into many classes and will be multi-layered. The technique of learning of such neural networks is called deep learning. A comparative study of simple classifiers based on SVM, combined into an ensemble of classifiers using the AdaBoost algorithm and classifiers trained using deep learning techniques, the Boltzmann stochastic machine, the conjugate gradient method and combined into an ensemble of classifiers using the AdaBoost algorithm was conducted. The result of the experiments is a significant reduction in the percentage of error and recognition time in situations with night shooting and with complex weather conditions for classifiers based on the use of deep learning.

Keywords: Deep Learning, AdaBoost, Restricted Boltzmann machine, support vector machine, conjugate-gradient method.

Кузнецов Владимир Вячеславович
Аспирант, Рязанский государственный
радиотехнический университет
vla8774@gmail.com

Аннотация. Построение эффективного многоклассового классификатора для создания двумерных карт местности в ситуациях со сложными метеоусловиями и съемкой в ночное время суток представляется сложной задачей. Простые классификаторы, основанные на применении машины опорных векторов и объединенные в ансамбль классификаторов с помощью алгоритма AdaBoost из-за восприимчивости к шумовой составляющей, слабо подходят в данных ситуациях. Для этих целей можно использовать нейронную сеть, которая будет делать классификацию по многим классам и будет при этом многослойной. Техника обучения таких нейронных сетей называется глубоким обучением (англ. Deep Learning). Проведено сравнительное исследование простых классификаторов, основанных на SVM, объединенных в ансамбль классификаторов с помощью алгоритма AdaBoost и классификаторов, обучаемых с применением методик глубокого обучения, стохастической машины Больцмана, метода сопряженных градиентов и объединенные в ансамбль классификаторов с помощью алгоритма AdaBoost. Результатом проведенных экспериментов является существенное уменьшение процента ошибки и времени распознавания в ситуациях с ночной съемкой и со сложными метеоусловиями у классификаторов, основанных на применении глубокого обучения.

Ключевые слова: Глубокое обучение, стохастическая машина Больцмана, машина опорных векторов, метода сопряженных градиентов.

Введение

Построение эффективного многоклассового классификатора для создания двумерных карт местности в ситуациях с ночной съемкой и со сложными метеоусловиями представляется сложной задачей, одним из подходов к решению которой — это строить ансамбль классификаторов, основанный на классификаторах, обучаемых с применением методик глубокого обучения, стохастической машины Больцмана, метода сопряженных градиентов и объединенные в ансамбль

классификаторов с помощью алгоритма AdaBoost. Задача составления и обучения классификатора сводится к задаче предобучения и обучения классификатора.

Процесс предобучения нейронной сети с помощью ограниченной стохастической машины Больцмана

Технология глубокого обучения предполагает, что многослойная нейронная сеть после того, как она была инициализирована случайными значениями, предвари-

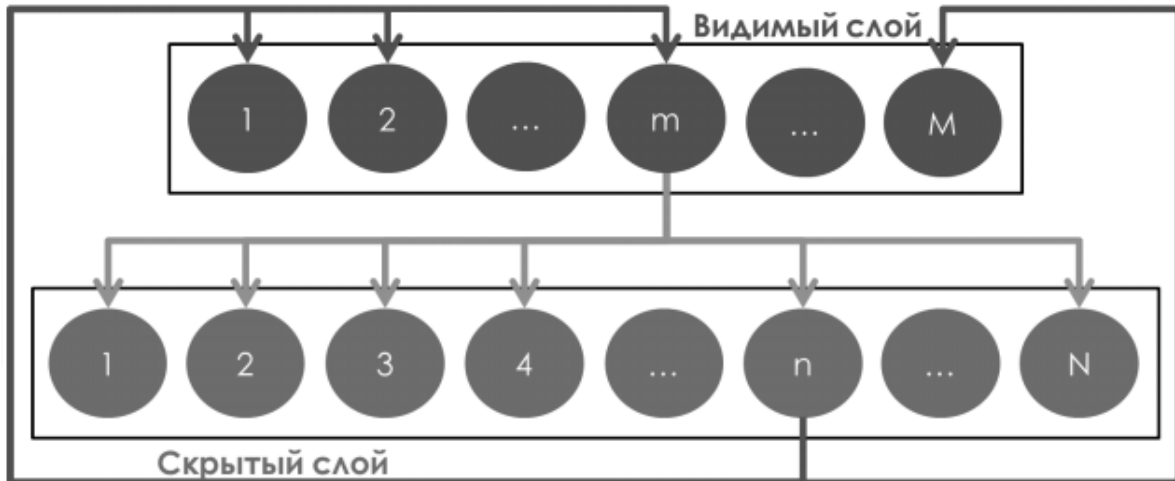


Рис. 1. Ограниченная стохастическая машина Больцмана.

тельно предобучается с помощью ограниченной стохастической машины Больцмана.

Ограниченная машина Больцмана (англ. Restricted Boltzmann machine, сокращенно RBM) [1] состоит из двух слоев стохастических бинарных нейронных элементов, которые соединены между собой двунаправленными симметричными связями (Рис. 1). Входной слой нейронных элементов называется видимым, а второй слой называется скрытым. Задачей входного слоя является предоставление интерфейса между нейронной сетью и внешней средой, в которой она работает. RBM запоминает набор исходных (идеальных) образов с помощью алгоритма CD-k. RBM восстанавливает входной образ до одного из образов, запомненных в процессе обучения. Процесс восстановления — итерационный процесс, продолжающийся до тех пор, пока выходы нейронов видимого слоя не будут установлены в стабильное состояние (не будут меняться на протяжении нескольких итераций). Главной целью обучения машины Больцмана является настройка нейронной сети, которая правильно моделирует входные образы в соответствии с распределением Больцмана.

Процесс обучения нейронной сети с помощью метода сопряженных градиентов

Завершив предобучение нейронной сети с применением ограниченной стохастической машины Больцмана, необходимо обучить нейронную сеть.

Обучение нейронной сети производилось с помощью метода сопряженных градиентов (англ. conjugate-gradient method) [2]. Особенность данного метода — специальный выбор направления измене-

ния параметров. Оно выбирается таким образом, чтобы было ортогональным к предыдущим направлениям. Полное изменение весов выглядит следующим образом:

$$\Delta\omega_k = \eta(p_k + \rho\omega_{k-1}) + \mu\Delta\omega_{k-1}; (1)$$

где:

- η — направление наискорейшего спуска;
- p_k — направление изменения параметров;
- $\Delta\omega_{k-1}$ — изменение весов на предыдущей итерации;
- ω_{k-1} — значения весов на предыдущей итерации;
- ρ — коэффициент регуляризации;
- μ — коэффициент момента.

При этом коэффициент скорости обучения η , выбирается на каждой итерации путем решения задачи оптимизации:

$$\min_{\eta} E_{av}(\omega + \eta p) (2)$$

Направление изменения выбирается следующим образом:

$$p_k = r_k + \beta_k p_{k-1}, n = 1, 2, \dots, k - 1; (3)$$

где r_k — направление наискорейшего спуска.

Ключевым моментом данного алгоритма является вычисление коэффициента сопряжения. Данный параметр можно получить с помощью любой из следующих формул:

$$\beta_k = \frac{-r_k^T (r_k - r_{k-1})}{r_{k-1}^T r_{k-1}} (4)$$

Таблица 1. Сравнение алгоритмов

	Тестовая местность 1		Тестовая местность 2	
	Процент ошибки распознавания образов	Время, с	Процент ошибки распознавания образов	Время, с
SVM^{AB}	0,35	3,2	0,9	4,1
DL^{AB}	0,18	2,8	0,19	3,9

$$\beta_k = \frac{-r_k^T r_k}{r_{k-1}^T r_{k-1}} \quad (5)$$

Алгоритм, основанный на формуле Полака-Рибьера (4) выигрывает по временной характеристике по сравнению с алгоритмом, основанном на формуле Флетчера — Ривса (5), чему можно дать эвристическое объяснение.

Экспериментальная часть

Был произведен сравнительный анализ простых, основанных на SVM, объединённых в ансамбль классификаторов с помощью алгоритма AdaBoost и ансамбля классификаторов, основанного на классификаторах (SVM), обучаемых с применением методик глубокого обучения, стохастической машины Больцмана, метода сопряжённых градиентов (DL).

Где:

SVM^{AB} — простые классификаторы, основанные на применении машины опорных векторов и объединённые в ансамбль классификаторов с помощью алгоритма AdaBoost;

DL^{AB} — классификаторы, обучаемые с применением методик глубокого обучения, стохастической машины Больцмана, метода сопряжённых градиентов и объединённые в ансамбль классификаторов с помощью алгоритма AdaBoost;

тестовая местность 1 — местность в сложных метеорологических условиях;

тестовая местность 2 — ночная съёмка местности.

Результатом проведенных экспериментов является существенное уменьшение процента ошибки и времени распознавания образов в ситуациях с ночной съёмкой и со сложными метеорологическими условиями у классификаторов, обучаемых с применением методик глубокого обучения, стохастической машины Больцмана, метода сопряжённых градиентов и объединённых в ансамбль классификаторов с помощью алгоритма AdaBoost.

Результаты точности и времени классификации приведены в таблице 1.

Заключение

Классификаторы, обучаемые с применением методик глубокого обучения, стохастической машины Больцмана, метода сопряжённых градиентов и объединённых в ансамбль с помощью алгоритма AdaBoost хорошо подходят для ситуаций со сложными метеорологическими условиями и съёмкой ночью.

Результаты экспериментов позволяют говорить о применимости и эффективности классификаторов, обучаемых с применением методик глубокого обучения, стохастической машины Больцмана, метода сопряжённых градиентов и объединённых в ансамбль с помощью алгоритма AdaBoost в ситуациях с ночной съёмкой и со сложными метеорологическими условиями, т.к. это позволило увеличить точность и уменьшить время на классификацию объектов в задачи построения двумерной карты местности.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. Хайкин. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр.: Пер. с англ. М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2006.
2. T. D. Sanger Optimal unsupervised learning in single layer linear feedformed neural network // Neural Networks, Vol. 2. 1989, — С. 459–473.

© Кузнецов Владимир Вячеславович (vla8774@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ДИСЦИПЛИН С ЭЛЕМЕНТАМИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

COMPETENCES FORMING FOR TRAINING STUDENTS FOR DISCIPLINES WITH ELEMENTS OF SYSTEM ANALYSIS

S. Kulik

Summary. This article deals with the system analysis and educational process. The main purpose of the article is to present the some special software tools of system analysis. It is very important to train students according to the program of a specialist program. For the educational process and competence forming the important principle of the theory of systems and systems analysis (the maximum efficiency of the system) is specially highlighted. We used the necessary principles of system analysis and special software tools of system analysis. In this case, software is considered as a tool for solving problems of educational process.

Keywords: competence, educational process, system analysis, software tools.

Кулик Сергей Дмитриевич

*Д.т.н., профессор, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»; Московский государственный психолого-педагогический университет «МГППУ»
sedmik@mail.ru*

Аннотация. Статья посвящена проблеме формирования компетенций студентов в рамках учебного процесса при изучении различных дисциплин с элементами системного анализа в университете. В ней кратко представлены необходимые сведения о программных средствах системного анализа. Основной упор делается на программные средства, зарегистрированные Федеральной службой по интеллектуальной собственности (Роспатент). Было выявлено, что имеется примерно 300 программ и баз данных посвященных системному анализу. Полученные результаты могут быть использованы для поддержки учебного процесса университета при обучении студентов по дисциплинам, которые связаны с элементами системного анализа.

Ключевые слова: компетенция, учебный процесс, системный анализ, программные инструменты.

Введение

Для эффективного применения современных информационных технологий требуются специалисты различного направления, в том числе и в области теории систем [1, 2] и системного анализа [1]. Ведущие технические университеты проводят подготовку специалистов в этой области. На практике, опираясь на необходимые компетенции студентов и инновационные модели обучения [3], требуемые элементы системного анализа могут преподаваться в университете как самостоятельно в виде отдельной дисциплины, так и в рамках смежных дисциплин, например, как специальные разделы системного анализа [4, 5, 6]. Объем учебного материала на практике обычно определяется действующими стандартами и компетентностными характеристиками, например в НИЯУ МИФИ инженера (для специалитета) по специальности 230106 (09.05.01) «Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения», магистра по направлениям подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», 09.04.03 «Прикладная информатика», бакалавра по направлению 09.03.03 «Прикладная информатика» и аспиранта по специальности 05.13.01 «Си-

стемный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)». Остановимся кратко на компетенциях студентов.

Компетенции

Будем рассматривать компетенции с точки зрения, например направления подготовки по специальности 09.05.01 «Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения».

Результаты освоения заданной дисциплины, связанной с системным анализом в рамках этой специальности, определяются приобретаемыми студентами компетенциями. После освоения дисциплины студент должен: знать базовые понятия о системном анализе и об информационных системах специального назначения, основные способы организации таких систем; уметь разрабатывать и эксплуатировать элементы информационных систем специального назначения, применять стандартное программное обеспечение для анализа и разработки систем специального назначения; владеть навыками разработки и эксплуатации элементов систем с применением средств системного анализа.

Таблица 1. Основные компетенции

№	Код	Краткие пояснения
1	ОСК-1	Способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень
2	ОПК-9	Способность использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии
3	ПК-7	Способность находить рациональные организационно-технические решения по эффективному применению автоматизированных систем специального назначения в сфере профессиональной деятельности
4	ПК-22	Способность использовать специальную литературу и другую научно-техническую информацию, отражающую достижения отечественной и зарубежной науки и техники в области автоматизации
5	ПК-25	Способность к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов
6	ПССК-12.2	Умение использовать типовые программные продукты, ориентированные на решение научных, проектных и технологических задач
7	СПСК-12.3	Способность применять методы системного анализа при проектировании систем специального назначения
8	СПСК-12.7	Способность рассчитывать экономические характеристики проектируемых систем специального назначения

Таблица 2. Программные средства СА для учебного процесса

№	Элемент учебного процесса (компетенции)	Источник	Номер свидетельства	Краткое описание программного средства
1	Выпускная квалификационная работа, дипломное проектирование (2,3,6,7)	[7] [8] [9]	2015616346 2015616155 2015615954	Предназначено для автоматизации процессов принятия технических и технологических решений для линейной части магистральных нефтепроводов. Повышает производительность труда проектировщиков
2	Практические занятия (1,2,6,7)	[10]	2015611151	Предназначено для автоматизации системного анализа популяций биологических объектов по траекториям движения (может быть применено при создании новых биотехнологий и в учебных целях)
3	Научно-исследовательская работа (1,5,6,7)	[11]	2013614355	Автоматизированная система «Системный анализ и прогноз показателей»
4	Научно-исследовательская работа (1,5,6,7)	[12]	2014617034	Предназначено для научных (учебных) целей и проведения системного анализа восстановительных свойств текстильных материалов сложного макростроения
5	Выпускная квалификационная работа, дипломное проектирование (2,3,6,7)	[13]	2013616615	Программное средство разработки и системного анализа алгоритмов и программ параллельных вычислений
6	Научно-исследовательская работа (1,3,5,6,7)	[14]	2013619297	Предназначено для системного анализа качества функционирования объектов управления в реальном режиме времени и выработка рекомендаций по устранению выявленных проблем
7	Дистанционное обучение (1,4,7)	[15]	2015618485	Электронный учебник «Теория систем и системный анализ»

Таблица 2(продолжение). Программные средства СА для учебного процесса

№	Элемент учебного процесса (компетенции)	Источник	Номер свидетельства	Краткое описание программного средства
8	Выпускная квалификационная работа, дипломное проектирование (2,3,6,7)	[16]	2015619753	Стратегическое управление энергосбытовой организацией на основе системного подхода с применением метода анализа иерархий
9	Практические занятия (1,2,6,7)	[17]	2016619383	Информационная система для поддержки принятия решений на основе методов системного анализа
10	Выпускная квалификационная работа, дипломное проектирование (1,2,3,4,6,7)	[18]	2017614628	Предназначено для студентов-бакалавров в качестве учебного пособия (направление: «Управление в технических системах» и «Системный анализ и управление»).
11	Дистанционное обучение (1,4,7)	[19]	2018613267	Предназначено для отображения курса лекций по системному анализу
12	Курсовой проект (1,6,7)	[20] [21]	2018617033 2013661734	Предназначено для системного анализа качества функционирования объектов управления и оптимизация их внутренних ресурсов
13	Лабораторная работа (1,5,6,7)	[22]	2018660796	Лабораторная работа № 1 — показатель эффективности в виде позинома
14	Лабораторная работа (1,5,6,7)	[23]	2018661278	Лабораторная работа № 2 — показатель эффективности в виде регулярного позинома
15	Лабораторная работа (1,5,6,7)	[24]	2018662224	Лабораторная работа № 3 — минимум показателя эффективности в виде регулярного позинома
16	Лабораторная работа (1,5,6,7)	[25]	2018663295	Лабораторная работа № 4 — вычисление показателя эффективности
17	Лабораторная работа (5,6,7,8)	[26]	2018663832	Лабораторная работа № 5 — исследование показателя эффективности информационной фактографической системы
18	Самостоятельная работа (1,2,6,7)	[27]	2018660474	Обучающая система (исследование показателя эффективности в виде регулярного позинома)
19	Самостоятельная работа (1,2,6,7)	[28]	2018663273	Обучающая система (генератор показателей эффективности в виде позиномов)
20	Самостоятельная работа (1,2,6,7)	[29]	2018663857	Обучающая система (генератор показателей эффективности в виде регулярных позиномов)
21	Самостоятельная работа (1,2,6,7)	[30]	2018663856	Обучающая система (пример правильного вычисления показателя эффективности)
22	Самостоятельная работа (6,7,8)	[31]	2018663111	Обучающая система (оценка эффективности информационной фактографической системы)
23	Самостоятельная работа, дистанционное обучение (1,2,6,7)	[32] [33]	2018664294 2018665215	Обучающий программный комплекс (исследование показателя эффективности системы с помощью критерия Байеса)
24	Самостоятельная работа, дистанционное обучение (2,4,6,7)	[34]	2018664290	Обучающий программный комплекс (изучение английского языка на примере элементов СА (ядро комплекса))
25	Самостоятельная работа, дистанционное обучение (1,2,6,7)	[35]	2018664293	Обучающий программный комплекс (исследование показателя эффективности системы с помощью генетического алгоритма)
26	Самостоятельная работа, дистанционное обучение (1,2,6,7)	[36]	2018664696	Обучающий программный комплекс (оценка эффективности алгоритма распознавания изображений с помощью сверточных нейронных сетей)

Таблица 2(продолжение). Программные средства СА для учебного процесса

№	Элемент учебного процесса (компетенции)	Источник	Номер свидетельства	Краткое описание программного средства
27	Научно-исследовательская работа (1,5,6,7)	[37]	2014617092	Предназначено для проведения системного анализа вязкоупругих свойств текстильных материалов сложного макростроения для научных и учебных целей.
28	Научно-исследовательская работа (1,5,6,7)	[38]	2014617082	Предназначено для научных (учебных) целей и проведения системного анализа пластических свойств текстильных материалов сложного макростроения
29	Научно-исследовательская работа (1,5,6,7)	[39]	2014616902	Предназначено для научных (учебных) целей и проведения системного анализа деформационных свойств текстильных материалов сложного макростроения
30	Выпускная квалификационная работа, дипломное проектирование (2,6,7)	[40]	2013616664	Предназначено для системного анализа релаксации и ползучести текстильных материалов.

В табл. 1. кратко представлены выборочно основные компетенции в области системного анализа.

Эти основные компетенции в области системного анализа используем далее при рассмотрении современных программных средств системного анализа для учебного процесса.

Программные средства формирования компетенций студентов

Практика убедительно показывает, что достаточно значимые *результаты интеллектуальной деятельности* (РИД) регистрируются в нашей стране Федеральной службой по интеллектуальной собственности (Роспатентом). Выполнен необходимый анализ содержимого базы данных Роспатента о зарегистрированных РИД (программах для ЭВМ и базах данных (БД)). Этот анализ показал, что имеется примерно 300 программ и БД посвященных системному анализу. В табл. 2 приведены необходимые сведения (с указанием возможных компетенций) о некоторых современных программных средствах *системного анализа* (СА), которые можно использовать при обучении студентов университета для успешного формирования у них требуемых компетенций, представленных в табл. 1.

Из табл. 2 (строка № 27) следует, что имеется программное средство, которое зарегистрировано в Роспатенте под № 2014617092 (номер свидетельства) и которое может быть использовано в учебном процессе при выполнении студентом учебной научно-исследовательской работы при освоении элементов системного анализа с целью формирования требуемых компетенций № 1,5,6,7 из табл. 1.

Анализ содержимого табл. 2 показывает, что в области системного анализа имеются различные программные средства, которые можно использовать в учебном процессе вуза, например такие средства как обучающий программный комплекс (см. строки № 23–26 в табл. 2) и лабораторный программный комплекс (см. строки № 13–17 в табл. 2) для изучения элементов системного анализа. Необходимо отметить, что практически отсутствуют для учебного процесса специальные программные средства учитывающие специфику отдельных видов научных смежных областей для системного анализа. Поэтому следует уделить больше внимания этому и начать разрабатывать новые программные средства для поддержки учебного процесса по дисциплинам связанным с системным анализом.

Заключение

Рассмотрены компетенции и выполнен необходимый анализ содержимого базы данных Роспатента о зарегистрированных РИД (программах для ЭВМ и базах данных). Этот анализ показал, что имеется примерно 300 программ и БД посвященных системному анализу. Некоторые из них, например программное средство № 2018663857 [29] успешно используется в учебном процессе НИЯУ МИФИ. Необходимо отметить, что практически отсутствуют для учебного процесса специальные программные средства учитывающие специфику отдельных видов научных смежных областей для системного анализа. Поэтому следует уделить больше внимания этому и следует начать разрабатывать новые программные средства для поддержки учебного процесса по дисциплинам связанным именно с системным анализом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вдовин В. М., Суркова Л. Е., Валентинов В. А. Теория систем и системный анализ: Учебник. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2010.
2. Острейковский В. А. Теория систем. — М.: Высшая школа, 1997.
3. Кларин М. В. Инновационные модели обучения. Исследование мирового опыта. — М.: Луч, 2018.
4. Кулик С. Д. Применение системного анализа для оценки эффективности средств обеспечения информационной безопасности //Безопасность информационных технологий, 2019. — Том 26. — № 1. — С. 25–35.
5. Кулик С. Д. Специальные элементы системного анализа для подготовки специалистов по информационной безопасности //Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы, 2019. — № 1. — С. 55–59.
6. Кулик С. Д. Нейросетевые средства системного анализа в учебном процессе университета //Нейрокомпьютеры: разработка, применение, 2019. — Том 21. — № 1. — С. 19–29.
7. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2015616346.
8. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2015616155.
9. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2015615954.
10. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2015611151.
11. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2013614355.
12. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2014617034.
13. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2013616615.
14. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2013619297.
15. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2015618485.
16. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2015619753.
17. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2016619383.
18. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2017614628.
19. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2018613267.
20. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2018617033.
21. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2013661734.
22. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2018660796.
23. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2018661278.
24. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2018662224.
25. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2018663295.
26. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2018663832.
27. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2018660474.
28. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2018663273.
29. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2018663857.
30. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2018663856.
31. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2018663111.
32. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2018664294.
33. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2018665215.
34. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2018664290.
35. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2018664293.
36. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2018664696.
37. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2014617092.
38. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2014617082.
39. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2014616902.
40. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2013616664.

© Кулик Сергей Дмитриевич (sedmik@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РЕШЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЫЯВЛЕНИЯ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АНОМАЛИЙ МАРШРУТНОЙ ИНФОРМАЦИИ, РАСПРОСТРАНЯЕМОЙ ПО ПРОТОКОЛУ BGP-4

AUTOMATIC DETECTION AND DISTRIBUTION PREVENTION OF INCORRECT BGP-4 ROUTING INFORMATION

**A. Mansurov
D. Schetinin**

Summary. Route leaks and route hijacking are the most known actions that cause severe problems for BGP-4 routing and affect the overall connectivity and reliable operation of the Internet. The proposed solution enables automatic identification of route leaks and hijacked routes relying on the information from the Internet routing registries. The solution does not require modification of current software of BGP-4 routers of a monitored telecom carrier. Routes being identified as suspicious or malicious are effectively blocked by the proposed solution thus preventing further distribution of such routes by the monitored telecom carrier and affecting its directly connected neighbors.

Keywords: Border Gateway Protocol (BGP-4), BGP security, network security, routing, telecom carrier.

Мансуров Александр Валерьевич

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

Щетинин Даниил Сергеевич

*ФГБОУ ВО «Алтайский государственный
университет», Россия, г. Барнаул
1nta4r@gmail.com*

Аннотация. Сбои и аномалии в распространяемой по протоколу BGP-4 маршрутной информации дестабилизируют связность операторов и непосредственно влияют на функционирование всей сети Интернет. Предлагаемое в работе автоматизированное решение по выявлению и предупреждению аномальной маршрутной информации позволит предотвратить нарушение легитимных путей обмена данными и не допустить эскалации проблемы на уровне сетевого взаимодействия других операторов, связанных с контролируемым предлагаемым решением оператором связи. Решение использует информацию из баз данных регистратур маршрутной информации сети Интернет и не требует модификации программного обеспечения для поддержки новых безопасных реализаций протокола BGP-4.

Ключевые слова: Border Gateway Protocol (BGP-4), сетевая безопасность, безопасность BGP, маршрутизация, оператор связи.

Введение

С позиции технического межсетевого взаимодействия множество автономных систем (АС), составляющих современную всемирную сеть Интернет, образуют связность друг с другом при помощи пограничных для каждой АС маршрутизаторов и используют протокол маршрутизации BGP-4 (Border Gateway Protocol ver. 4) для обмена маршрутной информацией друг с другом [1] (при этом в качестве АС понимается набор маршрутизаторов, находящихся под единым административным управлением, использующих протокол внутрисетевой маршрутизации, а также единый согласованный план маршрутизации и согласованную картину адресатов, доступных через данную АС). Протокол BGP-4 используется с 90-х годов XX века и, благодаря своей надежности и операционной гибкости, является основой межоператорского взаимодействия по сегодняшний день.

К сожалению, с момента своего появления, протокол BGP-4 был ориентирован на решение непосредственных вопросов обеспечения оптимальной маршрутизации между АС, и практически минимально обращал внимание на проблемы безопасности своей работы, что, с течением времени, привело к достаточному количеству глобальных сбоев и нарушению нормальной работы всего межоператорского взаимодействия [2,3]. Согласно статистике, собираемой веб-ресурсом BGPmon, ежедневно регистрируется около 35 инцидентов, негативно влияющих на общую связность телекоммуникационных сетей, использующих протокол BGP-4 как основной метод взаимодействия друг с другом и обмена маршрутной информацией [4]. Среди наиболее характерных проблем можно выделить банальные ошибки конфигурирования маршрутизаторов АС, участвующих во взаимодействии друг с другом по протоколу BGP-4 (что часто встречается у операторов связи разного масштаба по различным причинам), а также «утечки» и «угоны» маршрутов (когда

маршрутные префиксы той же самой длины или более мелкие/специфичные анонсируются от имени другой АС — случайно или преднамеренно).

За последние 15–20 лет было выполнено большое количество исследований с целью повысить надежность работы протокола BGP-4 и исключить появление обозначенных ранее проблем [2–3, 5–9]. Авторами исследований были обозначены несколько направлений, суть которых заключалась в корректировании работы стандартного алгоритма принятия решений протокола BGP-4 при получении маршрутной информации. Ключевыми среди всех предлагаемых решений можно обозначить следующие моменты:

1. Выявление аномалий в маршрутной информации путем анализа самого маршрута-префикса и его атрибута AS-PATH.
2. Включение специальных криптографических подписей-хешей, позволяющих установить подлинность самого распространяемого маршрута-префикса и легитимность его пути распространения.

Анализ маршрута-префикса и его атрибутов может выполняться независимо от работы самого алгоритма протокола BGP-4, результаты анализа могут быть использованы для корректировки работы протокола штатными средствами, предусмотренными возможностями протокола BGP-4 и его реализациями на маршрутизаторах (такими как community, механизмы фильтрации принимаемой и анонсируемой маршрутной информации). Включение криптографических подписей требует существенной доработки алгоритма самого протокола BGP-4, что неизменно повлечет за собой отход от действующего стандарта и переход на новый.

Разработанный стандарт BGPsec [10–11] был утвержден в 2017 г и предлагает использование дополнительного атрибута BGPsec_PATH, который содержит цифровые подписи, подтверждающие подлинность происхождения маршрута-префикса и легитимность его распространения на всем пути. Подлинность маршрутов удостоверяется при помощи инфраструктуры открытых ключей — Resource Public Key Infrastructure (RPKI) [12], что является гибким решением, позволяющим контролировать не только достоверное происхождение маршрута, но и, например, максимальную длину допустимого для анонсирования маршрута-префикса (это позволит исключить неконтролируемое анонсирование более специфичных маршрутов). Однако, необходимым условием для внедрения BGPsec является способность маршрутизаторов АС поддерживать работу данного стандарта.

Данная работа ориентирована на развитие подхода, основанного на выявлении аномалий в маршрутной информации, с последующим применением готового

рабочего решения в тандеме со стандартно эксплуатируемым протоколом BGP-4 на маршрутизаторах АС транзитного оператора. Предлагаемое решение позволит оперативно устанавливать факт появления аномальной маршрутной информации и корректировать работу маршрутизаторов транзитной АС, тем самым предотвращая дальнейшую дестабилизацию маршрутных таблиц и общей картины сетевой связности.

Описание предлагаемого решения

Предлагаемое решение ориентировано на контроль текущей маршрутной информации, распространяемой при помощи протокола BGP-4, и выявления аномалий в обрабатываемой маршрутной информации АС контролируемого оператора связи. При этом полагается, что оператор связи является транзитным, т.е. имеет определенное количество подключений к вышестоящим транзитным операторам связи (Uplink_1 ... Uplink_N), равноправные «пиринговые» подключения к другим операторам связи (Peer_1 ... Peer_K) и «клиентские» подключения (Customer_1 ... Customer_P), с обменом маршрутной информацией по протоколу BGP-4 и получением полной маршрутной таблицы, включающей все анонсируемые маршруты-префиксы от всех АС операторов связи сети Интернет — «full-view» (рис. 1). Предлагаемое решение должно анализировать регулярные обновления маршрутной информации, поступающее внутрь контролируемой АС по всем имеющимся подключениям, для предотвращения «утечек» и «угонов» маршрутов, которые могут быть инициированы как «извне» (маршрутная информация получена от вышестоящих операторов), так и по «пиринговым» и клиентским подключениям (маршрутная информация получена от операторов связи и клиентов). Это позволит транзитной контролируемой АС исключить некорректную маршрутную информацию из своих маршрутных таблиц, пресечь распространение некорректной маршрутной информации и дальнейшей дестабилизации межсетевое взаимодействия.

Предлагаемое решение подключается к сети контролируемого оператора по протоколу BGP-4 в качестве внешнего участника (используется номер приватной АС 65501) и получает все обновления маршрутной информации, поступающие в контролируемую АС (рис. 2). Все получаемые обновления обрабатываются «Модулем обработки обновлений маршрутной информации», после чего обработанное обновление ставится в «Очередь обновлений». Эта очередь разбирается «Модулем анализа обновлений», который выполняет проверку каждого обновления в соответствии с информацией, получаемой из базы данных RADb (Routing Assets Database) [13]. Проверяются соответствие присутствующего в обновлении маршрута-префикса с аналогичным в базе данных

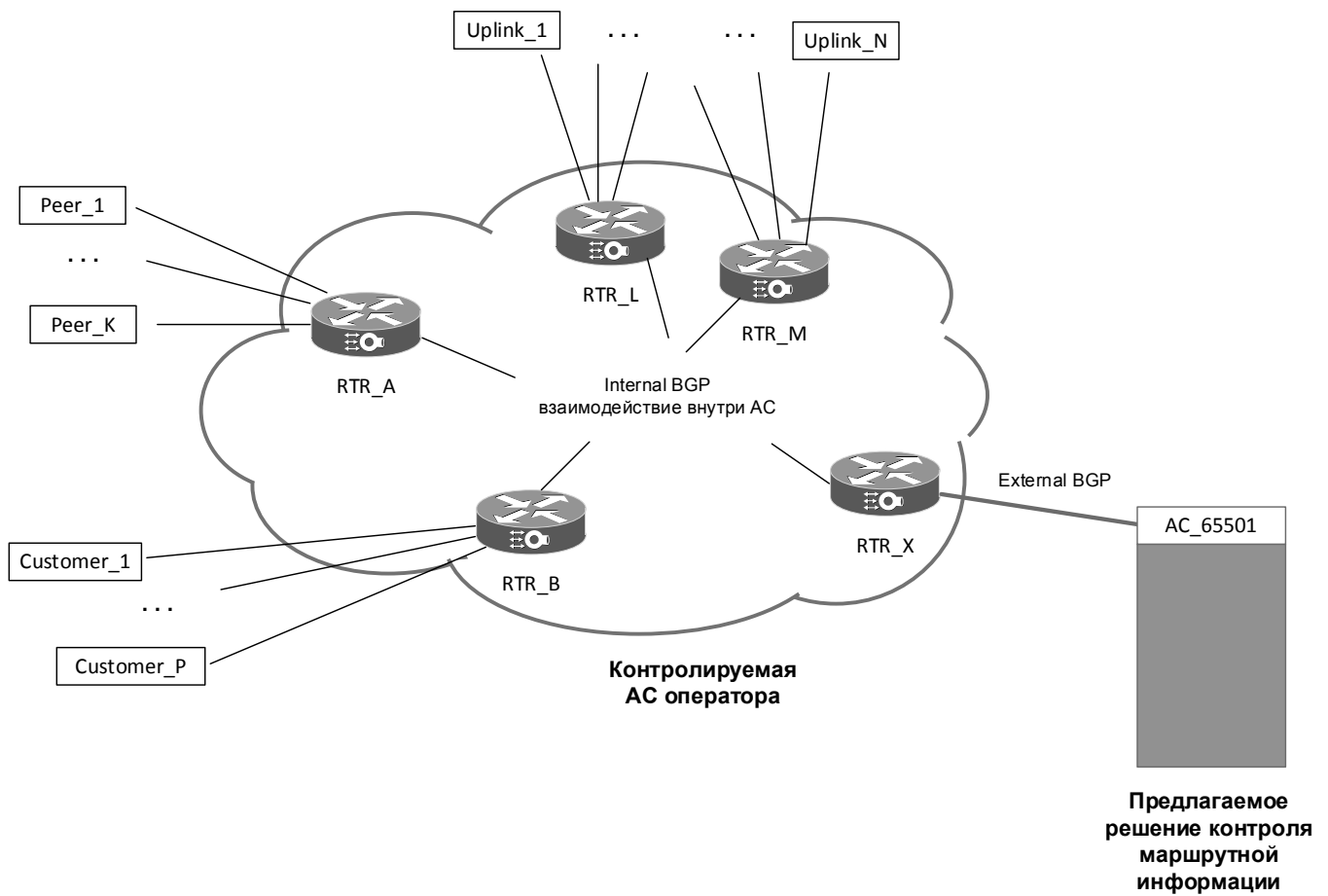


Рис. 1. Типовая схема межсетевое взаимодействия оператора связи и включение предлагаемого решения.

(БД) RADb, соответствие АС инициатора анонсируемого маршрута-префикса, легальность получения этого маршрута-префикса пограничным маршрутизатором контролируемой АС по одному из BGP-подключений. В случае обнаружения несоответствия формируется сообщения вида «Действие_M», которая ставится в «Очередь действий» для дальнейшей обработки «Модулями действий», которые формируют конечную реакцию — уведомление администратора, генерация фильтрующих листов для целевого маршрутизатора контролируемой АС, который получил конкретное аномальное обновление, и т.п. Для дополнительной информативности «Модуль анализа обновлений» может использовать информацию из других БД, входящих в список регистратур маршрутной информации сети Интернет — The Internet Routing Registry (IRR) [14] и поддерживающих RPSL (RFC2622) [15] или свой собственный язык описания объектов маршрутной информации. Наличие очередей в структуре предлагаемого решения позволяет рассинхронизировать процессы обработки и увеличить гибкость самого решения. Решение выполнено на языке программирования Python [16].

Модуль обработки обновлений маршрутной информации

Модуль обработки обновлений маршрутной информации представляет собой «легкую» версию BGP-агента, способную устанавливать BGP-сессию с маршрутизатором и получать от него сообщения согласно спецификации протокола BGP-4 [1]. За основу был взят BGP-агент YABGP [17], выполненный на языке программирования Python.

Модуль подключается к BGP-маршрутизатору контролируемой АС, устанавливает BGP-сессию, выжидает начальный таймаут Time1 (чтобы пропустить первоначальную серию сообщений UPDATE — обновлений маршрутной информации от BGP-маршрутизатора контролируемой АС, когда маршрутизатор контролируемой АС одновременно передает полное содержимое своей маршрутной таблицы) и, далее, начинает обрабатывать только приходящие UPDATE-сообщения (type = 2). Из UPDATE-сообщений выделяются такие атрибуты, как путь (AS_PATH), IP-адрес следующего маршрутизатора

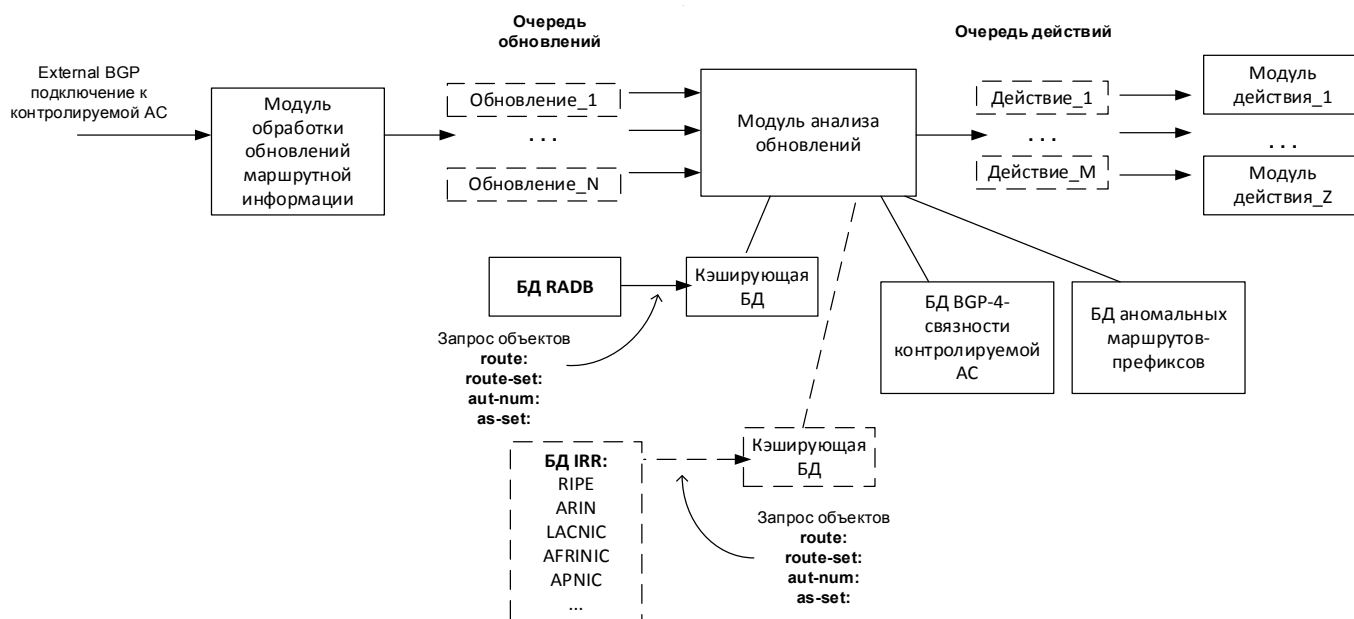


Рис. 2. Структурная схема предлагаемого решения.

(NEXT_HOP), анонсируемые маршруты (Network Layer Reachability Information — NLRI). Эти атрибуты формируют задание «Обновление_N», которое определяется в «Очередь обновлений». UPDATE-сообщения с отзываемыми маршрутами (Withdraw Message) игнорируются. Общий алгоритм работы модуля можно представить следующим образом:

```

Подключение(маршрутизатор контролируемой АС)
Ожидание(Time1)
Для каждого(Получаемое сообщение == UPDATE)
выполнить {
    Если (Получаемое сообщение != Withdraw message)
    то {
        Путь = Получаемое сообщение[AS_PATH]
        След_IP = Получаемое сообщение[NEXT_HOP]
        Маршруты = Получаемое сообщение[NLRI]
    }
    Сформировать обновление и поставить в очередь(Путь, След_IP, Маршруты)
}
    
```

Модуль не совершает никаких преобразований извлеченной информации и способен быстро перейти к работе со следующим получаемым UPDATE-сообщением. Обработка иных BGP-сообщений и поддержание BGP-сессии осуществляется возможностями агента YABGP.

Модуль анализа обновлений

Очередь обновлений циклично сканируется и обрабатывается «Модулем анализа обновлений». Каждое сто-

ящее в очереди обновление передается на детальный анализ, в ходе которого выполняется следующее:

1. Запись «Путь» оптимизируется путем исключения многократно повторяющихся номеров одной и той же АС в общей цепочке, исключается номер контролируемой АС. В записи находится номер соседней с контролируемой АС (След_АС) и номер начальной АС (Нач_АС), являющейся источником маршрутной информации. Это необходимо для установления точки происхождения маршрутной информации, АС, от которой контролируемая АС получила данную маршрутную информацию, и общего пути распространения маршрутной информации.
2. В записи «Маршруты» выделяются все перечисленные маршруты-префиксы.
3. Маршруты-префиксы проверяются на совпадение с диапазонами частных сетей [18]. Частные сети не должны анонсироваться никаким оператором связи за пределы своей АС, в противном случае маршрут-префикс не проходит проверку.
4. Для каждого маршрута-префикса выполняется сравнение маршрута-префикса и номера начальной АС с информацией из БД RADb. Для этого из БД RADb запрашиваются объекты "route" и проводится сравнение маршрута-префикса с полем 'route:', номера начальной АС с полем 'origin:' запрошенного объекта. Любое расхождение (не соответствие маршрута-префикса и номера начальной АС с данными, полученными из БД) будет означать, что маршрут-префикс не прошел проверку.

5. Для всех АС, соседствующих с контролируемой АС и не являющихся вышестоящим транзитным оператором связи, выполняется иерархическая проверка объектов "aut-num" (поля 'import'), "as-set" и "route-set" (поля 'members') из БД RADb. Проверка заканчивается после нахождения номера начальной АС или проверяемого маршрута-префикса в содержимом указанных объектов. Этот этап необходим для подтверждения легальности пути распространения проверяемого маршрута-префикса.
6. Выполняется проверка на наличие маршрута-префикса в локальной «БД аномальных маршрутов-префиксов». Если не прошедший проверку маршрут-префикс отсутствует в указанной БД, то выполняется операция по внесению этого маршрута-префикса в «БД аномальных маршрутов-префиксов». Возможно, что не прошедший проверку маршрут-префикс уже был обработан ранее, в это случае такой маршрут-префикс уже содержится в указанной БД. В случае успешного прохождения проверки и наличия такого маршрута-префикса в БД происходит удаление маршрута-префикса из БД.

Для маршрутов-префиксов, не прошедших проверку, формируется «Действие_М» — специализированное уведомление, содержащее необходимую информацию для принятия дальнейших действий. Специализированное уведомление содержит:

- ◆ маршруты-префиксы из проанализированного «Обновления_N»;
- ◆ битовую переменную «Действие», биты которой, установленные в '1' будут определять идентификатор «Модуля действия» при их дальнейшей обработке;
- ◆ поля «Параметры_действия», которые включают в себя номер соседней с контролируемой АС (След_АС), а также набор информации из БД «BGP-4 связности контролируемой АС», позволяющей идентифицировать по IP-адресу маршрутизатор контролируемой АС, который получил по своей внешней BGP-сессии от соседней с контролируемой АС «След_АС» не прошедшие проверку маршруты-префиксы, название фильтрующего правила для входящей маршрутной информации от «След_АС» и прочие параметры, необходимые для осуществления запланированного действия.

Если маршрут-префикс прошел все предыдущие проверки, но при этом уже присутствует в «БД аномальных маршрутов-префиксов», то этот маршрут из БД удаляется, и происходит формирование специального уведомления для выполнения действия по отмене ра-

нее принятых мер в отношении данного маршрута-префикса.

Алгоритм работы модуля приведен ниже и отражает основные моменты его функционирования:

```

Для каждого(Обновление_N(Путь, След_IP, Маршруты)) выполнить {
Путь, Нач_АС, След_АС = Оптимизировать и найти(Путь, контролируемая АС)
    Действие = 0
    Тип_След_АС, Параметры_действия = Поиск в БД связности контролируемой АС(След_IP, След_АС)
    Для каждого (Маршрут_i из Маршруты)выполнить {
        Если (Маршрут_i ∈ Приватные сети) то {
            Установить(Действие, бит0 = 1)
            Сформировать уведомление(Маршрут_i, Действие, Параметры_действия)
            Поставить уведомление в очередь
            Продолжить цикл
        }
        Пр1 = Проверка начальной АС(Маршрут_i, Нач_АС)
        Если (Пр1!="Успешно") то {
            Установить(Действие, бит0 = 1)
            Установить(Действие, бит1 = 1)
        }
        Если (Тип_След_АС!="Вышестоящий оператор") то {
            Пр2 = Проверка пути (Маршрут_i, Нач_АС, След_АС)
            Если (Пр2!="Успешно") то {
                Установить(Действие, бит1 = 1)
            }
        }
        Пр3 = Проверка в БД аномальных маршрутов (Маршрут_i)
        Если (Пр3 == "Нет") И ((Действие, бит0 == 1) ИЛИ (Действие, бит1 == 1)) то {
            Внести в БД аномальных маршрутов(Маршрут_i)
        } иначе Если (Пр3 == "Есть") И ((Действие, бит0 == 0) И (Действие, бит1 == 0)) то {
            Удалить из БД аномальных маршрутов(Маршрут_i)
            Установить(Действие, бит2 = 1)
        }
        Если (Действие!= 0) то {
            Сформировать уведомление(Маршрут_i, Действие, Параметры_действия)
            Поставить уведомление в очередь
        }
    }
}
    
```

Сформированное уведомление поступает в «Очередь действий» для их последующей обработки «Модулями действий». Для управления действиями использу-

ется битовое поле «Действие» в каждом уведомлении. Каждому биту соответствует свое действие, которое активизируется установкой бита в «1». На текущем этапе предусмотрены следующие действия:

- Бит 0 — блокировка маршрута-префикса
- Бит 1 — генерация предупреждающего сообщения
- Бит 2 — разблокирование маршрута-префикса

Проверка маршрутов-префиксов и номеров АС осуществляется путем запроса требуемого объекта из БД RADb. В случае отсутствия в БД RADb запрашиваемого объекта запрос переадресуется в БД другого IRR — в данном случае, с учетом специфики обслуживания региона (и всей Российской Федерации в целом) — в БД регистратуры RIPE. Поддержка RPSL позволяет стандартизировать работу с запрошенными объектами и организовать иерархический запрос связанных объектов с поэтапной обработкой. В частности, при обработке объекта **“aut-num”** последовательно в соответствии с иерархией связей запрашиваются остальные объекты вида **“as-set”** и/или **“route-set”**. Для снижения нагрузки на БД регистратур маршрутной информации все запрошенные объекты сохраняются в локальной кэширующей БД сроком на 24 часа, и повторно уже используются сохраненные в локальной кэширующей БД экземпляры объектов.

Обработка объектов **“aut-num”**, **“as-set”** и **“route-set”** однозначно требует для всех BGP-соседей контролируемой АС (за исключением вышестоящих операторов связи) и связанных с ними нижестоящих АС ответственно относиться к своей политике маршрутизации и поддерживать свои собственные объекты, отражающие политику маршрутизации, в актуальном состоянии в БД IRR. Несоблюдение этого условия будет приводить к идентификации получаемых маршрутов-префиксов как аномальных. Для уменьшения строгости действий, принимаемых по итогам неудачной проверки пути распространения маршрута-префикса после анализа объектов, блокирования маршрута-префикса в данный момент не производится, но генерируется предупреждающее сообщение.

БД «BGP-4 связности контролируемой АС» хранит основную информацию о топологии и взаимоотношениях BGP-маршрутизаторов контролируемой АС. Помимо идентификатора маршрутизатора, его IP-адреса(ов) также ведется перечень всех внешних BGP-соседей каждого маршрутизатора с указанием модели маршрутизатора (например, Cisco, Juniper, ...), типа BGP-соседа (например, «вышестоящий оператор», «пиринг», «клиент», ...), названия применяемого списка фильтрации для входящих маршрутов, контактная информация администраторов контролируемой АС и соседних АС, дополнительная информация об особенностях работы с конкретным

маршрутизатором при осуществлении с ним определенных действий.

В качестве локальных БД используется документоориентированная БД MongoDB [19], которая позволяет эффективно осуществлять поиск и выборку требуемой информации по сохраненным объектам БД IRR и среди информации, описывающей топологию и связность BGP-маршрутизаторов контролируемой АС.

Модули действий

«Очередь действий» обрабатывается модулями действий. Каждый из модулей действия проверяет соответствующий ему бит в битовой переменной «Действие», содержащейся внутри каждого уведомления в «Очереди действий». После обработки уведомления из очереди каждый модуль обнуляет соответствующий ему бит.

В соответствии с определенными для каждого действия бита на текущем этапе очередь обрабатывается тремя модулями действий:

1. Модуль блокировки — (бит 0) — выполняет внесение маршрута-префикса из уведомления в список фильтрации входящих маршрутов для BGP-соседа с номером «След_АС», обновление списка фильтрации на соответствующем BGP-маршрутизаторе контролируемой АС и переконфигурацию BGP-сессии со «След_АС» для применения сделанных изменений.
2. Модуль предупреждения — (бит 1) — генерирует предупреждающее сообщение о маршруте-префиксе, которое отправляется на контактные данные администратора контролируемой АС и, при необходимости, на контактные данные администратора соседней АС с номером «След_АС».
3. Модуль разблокировки — (бит 2) — функционально аналогичен Модулю блокировки, но выполняет процесс разблокирования маршрута-префикса — т.е. его удаление из списка фильтрации.

Количество действий определяется количеством используемых битов переменной «Действие». При необходимости, перечень действий может быть легко расширен путем добавления новых битов и включения нового модуля действия в число анализирующих «Очередь действий». Соответственно, для этого необходимо выполнить доработку «Модуля анализа обновлений».

Заключение

В работе предлагается вариант решения для контроля текущей маршрутной информации, распространяемой при помощи протокола BGP-4, и выявления аномалий в обрабатываемой маршрутной информации.

Данное решение не требует модификации действующего программного обеспечения BGP-маршрутизаторов и поддержки современных модификаций протокола BGP-4. Дальнейшая работа ориентирована на оптимизацию работы модулей предлагаемого решения, учет

большого количества возможных ситуаций, связанных с распространением и обработкой маршрутной информации, а также адаптирование предлагаемого решения для более сложных топологий и способов взаимодействия маршрутизаторов внутри контролируемой АС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Y. Rekhter, T. Li, S. Hares. RFC4271 — A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4). [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc4271> (дата обращения 25.06.2019)
2. K. Butler, T. Farley, P. McDaniel, J. Rexford. A Survey of BGP Security Issues and Solutions. Proceedings of the IEEE. 2009. V. 98, I.1, pp. 100–122. DOI: 10.1109/JPROC.2009.2034031
3. Q. Li, J. Liu, Y. Hu, M. Xu, J. Wu. BGP with BGPsec: Attacks and Countermeasures. IEEE Network. 2018. pp. 1–7. DOI: 10.1109/MNET.2018.1800171
4. BGPMon / BGPStream. [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <https://bgpstream.com/> (дата обращения 25.06.2019)
5. J. M. Smith, K. Birkeland, M. Schuchard. An Internet-Scale Feasibility Study of BGP Poisoning as a Security Primitive. 2018. DOI: arXiv:1811.03716v5 [cs.CR]
6. G. Huston, M. Rossi, G. Armitage. Securing BGP — A Literature Survey. IEEE Communications Surveys & Tutorials. 2011. V. 13(2), pp. 199–222. DOI: 10.1109/SURV.2011.041010.00041
7. R. Hiran, N. Carlsson, N. Shahmehri. Does scale, size, and locality matter? Evaluation of collaborative BGP security mechanisms. Proc. IFIP Networking, 2016. pp. 261–269. DOI: 10.1109/IFIPNetworking.2016.7497237.
8. S. Kent, Ch. Lynn, K. Seo. Secure border gateway protocol (S-BGP). IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS. 2000. V. 18(4). pp. 582–592. DOI: 10.1109/49.839934.
9. M. Zhao, S. W. Smith, D. M. Nicol. The performance impact of BGP security. IEEE Network. 2005. V. 19(6). pp. 42–48. DOI: 10.1109/MNET.2005.1541720
10. M. Lepinski, K. Sriram. RFC8205 — BGPsec Protocol Specification. [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc8205> (дата обращения 25.06.2019)
11. W. George, S. Murphy. RFC8206 — BGPsec Considerations for Autonomous System (AS) Migration. [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc8206> (дата обращения 25.06.2019)
12. M. Lepinski, S. Kent. RFC6480 — An Infrastructure to Support Secure Internet Routing. [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc6480> (дата обращения 25.06.2019)
13. The Internet Routing Registry — RADb. [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <https://www.radb.net/> (дата обращения 25.06.2019)
14. List of Routing Registries — The Internet Routing Registry (IRR). [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <http://www.irr.net/docs/list.html> (дата обращения 25.06.2019)
15. Routing Policy Specification Language (RPSL). [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc2622> (дата обращения 25.06.2019)
16. Python. [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <https://www.python.org/> (дата обращения 25.06.2019)
17. YABGP Project. [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <https://yabgp.readthedocs.io/en/latest/> (дата обращения 25.06.2019)
18. Address Allocation for Private Internets. [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc1918> (дата обращения 25.06.2019)
19. mongoDB. [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: <https://www.mongodb.com/> (дата обращения 25.06.2019)

© Мансуров Александр Валерьевич (mansurov.alex@gmail.com), Щетинин Даниил Сергеевич (1nta4r@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ГРУППОВАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ РАЗНОСТНЫХ СХЕМ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ОДНО- И ДВУХФАЗНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ В ПОРИСТЫХ СРЕДАХ

GROUP CLASSIFICATION OF DIFFERENCE SCHEMES OF PARABOLIC DIFFERENTIAL EQUATIONS OF ONE- AND TWO-PHASE FLOW IN POROUS MEDIA

P. Markov

Summary. The purpose of this study is to find classes of difference schemes with continuous symmetry groups and practical applications in the field of modeling of filtration processes in porous media. The classes of difference schemes with continuous symmetry groups are found in this article based on the well-known method of difference schemes construction with the preservation of continuous symmetry groups of original differential equations. Group classifications of difference schemes for differential equations of gas flow and two-phase flow within the Rapoport-Leas problem are obtained on the basis of known group classifications of corresponding parabolic differential equations and the mentioned method. A generalization for multidimensional cases is obtained for the found classes of difference schemes. The obtained classes can be used to accelerate numerical calculations when modeling mentioned in the article types of processes of one- and two-phase flow on micro- and macroscales of porous media.

Keywords: continuous symmetry group; group classification of difference schemes; one-phase gas flow; parabolic differential equations; porous media; Rapoport-Leas equation; two-phase flow of water and oil.

Марков Павел Владимирович

Заместитель генерального директора, ООО «ЮНИ-КОНКОРД», Тюменский государственный университет
markov.pv@mail.ru

Аннотация. Целью данного исследования является поиск классов разностных схем, обладающих непрерывными группами симметрий и практическими приложениями в области моделирования процессов фильтрации в пористых средах. Классы разностных схем с непрерывными группами симметрий в данной статье находятся на основе известного метода построения разностных схем, наследующих непрерывные группы симметрий исходных дифференциальных уравнений. На основе указанного метода получены групповые классификация разностных схем дифференциальных уравнений фильтрации газа и двухфазной фильтрации в рамках задачи Рапопорта-Лиса на основе известных групповых классификаций соответствующих параболических дифференциальных уравнений. Для найденных классов разностных схем получено обобщение на многомерные случаи. Полученные классы могут быть использованы для ускорения численных расчетов при моделировании указанных в статье видов процессов одно- и двухфазной фильтрации на микро- и макромасштабе пористой среды.

Ключевые слова: групповая классификация разностных схем; двухфазная фильтрация воды и нефти; непрерывная группа симметрии; однофазная фильтрация газа; параболические дифференциальные уравнения; пористая среда; уравнение Рапопорта-Лиса.

Введение

Как и любые процессы или явления, процессы фильтрации в пористых средах могут быть описаны различными типами моделей. Существует целый ряд различных классификаций моделей [13], которые зависят от целей моделирования, масштабов, используемых математических и физических методов. Обычно рассматриваются следующие типы моделей фильтрации: непрерывные (дифференциальные уравнения) и дискретные (разностные схемы). Под непрерывными моделями подразумеваются модели, для которых пространства независимых переменных, значений неизвестных функций и времени являются континуумами [13]. Наиболее распространенными примерами непрерывных моделей являются дифференциальные уравнения. Под дискретными

моделями может пониматься обширный класс различных типов уравнений. Дискретность моделей может проявляться в следующем: дискретность множества точек в пространстве (фазовое пространство), в которых задаются состояния исследуемой системы, дискретность множества состояний системы и дискретность времени [10]. К примеру, для разностных схем пространство значений неизвестных функций может быть континуумом, а пространственно-временные переменные могут принадлежать дискретному пространству. Примерами моделей дискретных по всем трем указанным выше переменным являются клеточные автоматы. Все результаты данной статьи получены для дискретных моделей процессов фильтрации в пористых средах, где дискретным является пространство и время, а пространство состояний системы может быть как непрерывным, так и дискретным.

Общая система уравнений для дискретных моделей фильтрации в пористых средах

Дискретная модель процессов фильтрации в пористых средах может быть описана с помощью следующей системы уравнений

$$\begin{cases} E_i(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_{n_g}, \bar{y}_1, \bar{y}_2, \dots, \bar{y}_{n_g}, \bar{p}_1, \bar{p}_2, \dots, \bar{p}_{n_g}) = 0, & i = 1, \dots, n_e, \\ G_j(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_{n_g}, \bar{y}_1, \bar{y}_2, \dots, \bar{y}_{n_g}, \bar{p}_1, \bar{p}_2, \dots, \bar{p}_{n_g}) = 0, & j = 1, \dots, n_g, \\ C_k(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_{n_g}, \bar{y}_1, \bar{y}_2, \dots, \bar{y}_{n_g}, \bar{p}_1, \bar{p}_2, \dots, \bar{p}_{n_g}) = 0, & k = 1, \dots, n_b, \end{cases} \quad (1)$$

где E_i — дискретные уравнения, G_j — уравнения, определяющие расчетную сетку, состоящую из дискретного множества узлов, C_k — уравнения, задающие начальные и граничные условия, $\bar{x} = (x^1, x^2, \dots, x^n) \in \mathbb{R}^n$ — вектор независимых переменных (среди переменных может быть время), $\bar{y}(\bar{x}) = (y^1(\bar{x}), y^2(\bar{x}), \dots, y^m(\bar{x})) \in \mathbb{R}^m$ — вектор неизвестных функций, $\bar{p}(\bar{x}, \bar{y}) = (p^1(\bar{x}, \bar{y}), p^2(\bar{x}, \bar{y}), \dots, p^l(\bar{x}, \bar{y})) \in \mathbb{R}^l$ — вектор параметров модели.

Под решением системы уравнений (1) будем понимать такой набор значений векторов $S_k = \{\bar{x}_k, \bar{y}_k\}$ для каждого узла сетки под номером k и заданного набора параметров модели, который при подстановке в (1) обращает в ноль левые части уравнений. Функции E_i, G_j, C_k полагаются имеющими все необходимые свойства в зависимости от решаемой задачи, например, требование существования решений системы (1) и требование непрерывности функций.

Дискретная модель, которая задается с помощью системы уравнений вида (1), является обобщением разностных схем, которое приводится в статье [8]. Данная система уравнений вводится для объединения разных типов уравнений, соответствующих дискретной динамической системе [10], разностной схеме [17] и модели поровой сети [11], но схожих по своей сути, как самостоятельных математических объектов. Например, дискретные динамические системы можно рассматривать как явные разностные схемы. Сами разностные схемы при этом можно рассматривать без условия соответствия в пределе некоторому дифференциальному уравнению, если, к примеру, они получены изначально на основе некоторого дискретного закона сохранения.

Существующий метод построения разностных схем с сохранением непрерывных симметрий дифференциальных уравнений

Подход построения разностных схем с сохранением непрерывных симметрий для исходного дифференциального уравнения описан в [5]. Существуют разные подходы к определению действия преобразований не-

прерывной группы [5,20] на уравнения дискретных моделей, при этом во многих случаях они являются эквивалентными:

- ♦ продолжение действия преобразований группы на значения независимых переменных и неизвестных функций в соседних точках на сетке: группа преобразований действует на узлы сетки и значения в них независимо друг от друга, и продолжение группы строится с учетом этого;
- ♦ введение в рассмотрение конечно-разностных производных и шагов на сетке, которые рассматриваются в соседних узлах сетки (продолжение подобно случаю дифференциальных уравнений).

В данной статье используется первый из описанных подходов, то есть подход с рассмотрением только значений независимых переменных и неизвестных функций в узлах сетки. Данный выбор объясняется большей простотой первого подхода на этапе продолжения инфинитезимальных операторов на соседние точки на сетке.

Новая групповая классификация разностных схем уравнений фильтрации газа

Групповой анализ с помощью непрерывных групп симметрий используется далее для получения семейств разностных схем с непрерывными симметриями. Групповой анализ как дифференциальных, так и разностных уравнений, является важным для понимания самих уравнений и процессов, которые они описывают. Например, в статье [2] для уравнений двухфазной фильтрации получены новые законы сохранения и частные решения.

В данном разделе рассматривается частный случай параболических дифференциальных уравнений в частных производных — уравнение фильтрации газа в одномерной пористой среде [1]. Это уравнение задается как

$$\frac{\partial(\rho(P)\varphi(P))}{\partial P} \frac{\partial P}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{K(P)\rho(P)}{\mu(P)} \frac{\partial P}{\partial x} \right) = 0, \quad (2)$$

где $\rho(P)$ — плотность газа (кг/м^3), $\varphi(P)$ — пористость (д.ед.), $K(P)$ — абсолютная проницаемость (м^2), $\mu(P)$ — вязкость газа (Па·сек), $P(t, x)$ — давление (Па).

Уравнение (2) может быть сведено к (3)

$$\frac{d\alpha(P)}{dP} \frac{\partial P}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta(P) \frac{\partial P}{\partial x} \right) = 0, \quad (3)$$

что дает наглядное представление того, что оно похоже на соответствующее уравнение теплопроводности. Различные типы уравнений теплопроводности хорошо изучены с точки зрения группового анализа [7]. Введенные

Таблица 1. Инвариантные разностные схемы для уравнений фильтрации газа

№	α	β	Операторы	Разностные инварианты
1	$\alpha = c_1 P + c_2$	$\beta = c_3 e^P$	$X_1, X_2, X_3,$ $\bar{X}_4 = x \frac{\partial}{\partial x} + 2 \frac{\partial}{\partial P}$	$J_1 = \frac{(x_{k+p_1} - x_{k+p_2})(x_{k+p_3} - x_{k+p_4})}{(t^{n+p_5} - t^{n+p_6}) e^{\frac{P^{n+p_7}}{k+p_8}}},$ $J_2 = P_{k+p_{10}}^{n+p_9} - P_{k+p_{12}}^{n+p_{11}}, J_3 = \frac{t^{n+p_{13}} - t^{n+p_{14}}}{t^{n+p_{15}} - t^{n+p_{16}}}$
2	$\alpha = c_1 P + c_2$	$\beta = c_3 P^{c_4},$ $c_4 \neq 0, -\frac{4}{3}$	$X_1, X_2, X_3,$ $\bar{X}_4 = \frac{c_4}{2} x \frac{\partial}{\partial x} + P \frac{\partial}{\partial P}$	$J_1 = \frac{(x_{k+p_1} - x_{k+p_2})(x_{k+p_3} - x_{k+p_4})}{(t^{n+p_5} - t^{n+p_6})(P_{k+p_8}^{n+p_7})^{c_4}},$ $J_2 = P_{k+p_{10}}^{n+p_9} / P_{k+p_{12}}^{n+p_{11}}, J_3 = \frac{t^{n+p_{13}} - t^{n+p_{14}}}{t^{n+p_{15}} - t^{n+p_{16}}}$
3	$\alpha = c_1 P + c_2$	$\beta = c_3 P^{-4/3}$	$X_1, X_2, X_3,$ $\bar{X}_4 = -\frac{2}{3} x \frac{\partial}{\partial x} + P \frac{\partial}{\partial P},$ $\bar{X}_5 = -x^2 \frac{\partial}{\partial x} + 3xP \frac{\partial}{\partial P},$	$J_1 = \frac{P_{k+p_2}^{n+p_1} (x_{k+p_2} - x_{k+p_3})^{3/2}}{(x_{k+p_3} - x_{k+p_4})^{3/2}} \times$ $\times \frac{(x_{k+p_2} - x_{k+p_4})^{3/2}}{(t^{n+p_5} - t^{n+p_6})^{3/4}},$ $J_2 = \frac{t^{n+p_7} - t^{n+p_8}}{t^{n+p_9} - t^{n+p_{10}}},$ $J_3 = \frac{(x_{k+p_{11}} - x_{k+p_{12}})(x_{k+p_{13}} - x_{k+p_{14}})}{(x_{k+p_{12}} - x_{k+p_{14}})(x_{k+p_{11}} - x_{k+p_{13}})}$
4	$\frac{d\alpha}{dP} = c_3 e^{-P} \times$ $\times (c_1 - e^{-P})^{c_2}$	$\beta = c_4 e^{-P}$	$X_1, X_2,$ $\bar{X}_3 = c_2 t \frac{\partial}{\partial t} +$ $+(c_1 e^P - 1) \frac{\partial}{\partial P},$	$J_1 = \frac{(t^{n+p_1} - t^{n+p_2}) e^{c_2 \frac{P^{n+p_3}}{k+p_4}}}{(c_1 e^{\frac{P^{n+p_3}}{k+p_4}} - 1)^{c_2}},$ $J_2 = \frac{(c_1 e^{\frac{P^{n+p_5}}{k+p_6}} - 1) e^{\frac{P^{n+p_7}}{k+p_8} - P_{k+p_6}^{n+p_5}}}{(c_1 e^{\frac{P^{n+p_7}}{k+p_8}} - 1)}, J_3 = x_{k+p_5} - x_{k+p_6}$

коэффициенты используются далее для представления известных групповых классификаций этих дифференциальных уравнений и получения соответствующих сеточных представлений. Для дифференциального случая групповая классификация проведена для семейства уравнений (3) и ее можно найти в работе [3]. Эти результаты вместе с теорией из [5] используются для получения семейств инвариантных разностных схем для дифференциальных уравнений типа (3) (Таблица 1), которые стоят за физической задачей (2).

В данной таблице $p_i \in \mathbb{Z}$ и $c_j \in \mathbb{R}$ — произвольные константы, верхний индекс n отвечает за время, нижний

индекс k — за пространственную координату, операторы X_1, X_2, X_3 —

$$X_1 = \frac{\partial}{\partial t}, X_2 = \frac{\partial}{\partial x}, X_3 = 2t \frac{\partial}{\partial t} + x \frac{\partial}{\partial x}. \quad (4)$$

Результаты, которые представляет Таблица 1, совпадают с результатами из [6] для случаев 1–3 и определенных значений констант p_i . Все случаи из этой таблицы могут иметь коэффициенты с определенным физическим смыслом, а разностные инварианты могут быть использованы для построения большого класса инвариантных разностных схем. Пример для одного из классов представлен в работе [9].

Таблица 2. Инвариантные разностные схемы для уравнений Рапопорта-Лиса

№	A	B	Операторы	Разностные инварианты
1	$A = c_1 S^{c_2}, c_2 \neq -1$	$B = c_1 c_3 S^{c_2+1}$	$X_1, X_2,$ $\bar{X}_3 = -t \frac{\partial}{\partial t} + \frac{S}{c_2} \frac{\partial}{\partial S}$	$J_1 = (t^{n+p_1} - t^{n+p_2})(S_{k+p_4}^{n+p_3})^{c_2},$ $J_2 = S_{k+p_6}^{n+p_5} / S_{k+p_8}^{n+p_7}, J_3 = x_{k+p_9} - x_{k+p_{10}}$
2	$A = \frac{c_1}{S}$	$B = c_1 c_3 \ln S$	$X_1, X_2,$ $\bar{X}_3 = -t \frac{\partial}{\partial t} - S \frac{\partial}{\partial S}$	$J_1 = \frac{(t^{n+p_1} - t^{n+p_2})}{S_{k+p_4}^{n+p_3}},$ $J_2 = S_{k+p_6}^{n+p_5} / S_{k+p_8}^{n+p_7}, J_3 = x_{k+p_9} - x_{k+p_{10}}$
3	$A = c_1 e^{c_2 S}$	$B = c_1 c_3 e^{c_2 S}$	$X_1, X_2,$ $\bar{X}_3 = -t \frac{\partial}{\partial t} + \frac{1}{c_2} \frac{\partial}{\partial S}$	$J_1 = (t^{n+p_1} - t^{n+p_2}) e^{c_2 S_{k+p_4}^{n+p_3}},$ $J_2 = S_{k+p_6}^{n+p_5} - S_{k+p_8}^{n+p_7}, J_3 = x_{k+p_9} - x_{k+p_{10}}$

Новая групповая классификация разностных схем уравнений двухфазной фильтрации

В данном разделе рассматривается одномерное уравнение Рапопорта-Лиса, которое является обобщением классической задачи Баклея-Лeverетта с учетом функции капиллярного давления и записывается в виде [16]

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{K}{\varphi \mu_o} \frac{\partial}{\partial x} \left(K_o(S) f(S) \frac{dP_c}{dS} \frac{\partial S}{\partial x} \right) + \frac{V}{\phi} \frac{df}{dS} \frac{\partial S}{\partial x} = 0, \quad (5)$$

где $S(t,x)$ — водонасыщенность (д. ед.), $\varphi = const$ — пористость (д. ед.), $K = const$ — абсолютная проницаемость (M^2), $\mu_w, \mu_o = const$ — вязкости воды и нефти соответственно (Па·сек), $P_c(S)$ — капиллярное давление (Па), $V = V_o + V_w = const$ — суммарная скорость потока жидкости (м/с), $K_w(S)$ и $K_o(S)$ — относительная фазовая проницаемость (ОФП) для воды и нефти соответственно (д. ед.),

$$f(S) = \frac{K_w(S)/\mu_w}{K_w(S)/\mu_w + K_o(S)/\mu_o} —$$

функция Баклея-Лeverетта, характеризующая долю воды в потоке (д. ед.).

Уравнение (5) может быть записано как

$$\frac{\partial S}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x} \left(A(S) \frac{\partial S}{\partial x} \right) + \frac{\partial B(S)}{\partial S} \frac{\partial S}{\partial x} = 0 \quad (6)$$

и быть использовано для групповой классификации разностных схем, которая приводится ниже. Для уравнения (6) на основе результатов классификации соответствующего типа дифференциальных уравнений, которая представлена в [15], получена классификация (пример для одного из классов — [9,12]) разностных схем (Таблица 2),

где X_1 и X_2 берутся из (4), c_1, c_2, c_3 — некоторые константы.

Цель полученных классификаций состоит в том, чтобы представить только дифференциальные уравнения и их инвариантные разностные схемы (получаются выражением из разностных инвариантов) с коэффициентами, которые могут быть выбраны из реальных физических задач одно- и двухфазной фильтрации в пористых средах. Также выбор классов подчинен требованию возможности получения явного аналитического вида преобразований группы симметрии и разностных инвариантов при решении соответствующих дифференциальных уравнений (необходимо для метода из работы [12]). Таким образом, результаты, которые представляет Таблица 2, а также Таблица 1, не предназначены для охвата всех уравнений из известных классификаций дифференциальных уравнений, которые, в частности, могут описывать другие процессы: теплоперенос, диффузия и др.

Обобщение полученных классификаций на многомерные случаи

Уравнение (3) может быть записано для многомерного случая в виде

$$\frac{d\alpha(P)}{dP} \frac{\partial P}{\partial t} - \sum_{i=1}^n \frac{\partial}{\partial x^i} \left(\beta(P) \frac{\partial P}{\partial x^i} \right) = 0, \quad (7)$$

а уравнение (6) в виде

$$\frac{\partial S}{\partial t} - \sum_{i=1}^n \frac{\partial}{\partial x^i} \left(A(S) \frac{\partial S}{\partial x^i} \right) + \frac{\partial B(S)}{\partial S} \sum_{i=1}^n V^i \frac{\partial S}{\partial x^i} = 0, \quad (8)$$

где используются коэффициенты α и β (Таблица 1) и коэффициенты A и B (Таблица 2) для уравнений (7) и (8) со-

ответственно, а также постоянные компоненты скорости потока V^i .

Большинство операторов из указанных таблиц имеет вид

$$X = \xi^0(t) \frac{\partial}{\partial t} + \xi^1(x^1) \frac{\partial}{\partial x^1} + \eta(y) \frac{\partial}{\partial y}, \quad (9)$$

где под переменной y понимается функции давления или насыщенности. Такой вид операторов позволяет обобщить полученные классификации разностных схем на случай n пространственных переменных. Обобщенные инфинитезимальные операторы примут вид

$$X = \xi^0(t) \frac{\partial}{\partial t} + \sum_{i=1}^n c_i \xi^i(x^i) \frac{\partial}{\partial x^i} + \eta(y) \frac{\partial}{\partial y}, \quad (10)$$

где c_i — некоторые константы, удовлетворяющие следующим условиям:

- ◆ если $\xi^i(t) \equiv 0$ и $\eta(y) \equiv 0$, то получаем n операторов вида (10), где только одна из констант c_i не равна нулю;
- ◆ в противном случае все c_i не равны нулю.

Данные операторы будут соответствовать непрерывным группам симметрий уравнений (7) и (8) с учетом коэффициентов и исходных операторов вида (9) — Таблица 1 и Таблица 2.

Для получения разностных инвариантов для многомерного случая нужно «продублировать» на все новые пространственные переменные те инварианты, которые содержат в одномерном случае пространственную переменную, а для зависимых переменных нужно добавить индексы, отвечающие за новые пространственные переменные. Например, для случая 1 классификации разностных схем для уравнения фильтрации газа (Таблица 1) обобщенные на n -мерный случай разностные инварианты будут иметь вид (11):

$$J_1^i = \frac{\left(x_{k^i+p_1}^i - x_{k^i+p_2}^i\right)\left(x_{k^i+p_3}^i - x_{k^i+p_4}^i\right)}{\left(t^{n+p_5} - t^{n+p_6}\right) e^{\frac{P^{n+p_7}}{k^i+p_8, \dots, k^i+p_8^n}}},$$

$$J_2 = P_{k^i+p_{10}, \dots, k^i+p_{10}}^{n+p_9} - P_{k^i+p_{12}, \dots, k^i+p_{12}}^{n+p_{11}},$$

$$J_3 = \frac{t^{n+p_{13}} - t^{n+p_{14}}}{t^{n+p_{15}} - t^{n+p_{16}}}, \quad (11)$$

где верхний индекс $i = 1 \dots n$ для констант $p_1, p_2, p_3, p_4, p_8, p_{10}, p_{12}$ и для индекса k означает номер пространственной переменной.

Случай 3 классификации разностных схем для уравнений фильтрации газа не может быть обобщен на мно-

гомерный случай описанным здесь способом, так как у него оператор X_i не записывается в форме (9). Данный случай требует получения полной групповой классификации дифференциальных уравнений вида (7), что не является целью данной статьи. Также стоит отметить, что получаемая указанным здесь способом группа непрерывных симметрий может являться не полной, а для того, чтобы получить полную группу симметрий, нужно проводить полноценный групповой анализ этих уравнений, что также не является целью данной статьи.

Заключение

Непрерывные группы симметрий дискретных моделей теории фильтрации содержат в себе фундаментальную информацию о модели и решениях ее уравнений. Это, в частности, дает возможность использование таких моделей на практике для ускорения численных расчетов [9,12], что является важным фактором при проведении серийных расчетов в инженерной практике. Ускорение численных расчетов может быть достигнуто в рамках найденных классов разностных схем и, в частности, упомянутых ниже примеров моделей различных процессов фильтрации.

Классы разностных уравнений фильтрации газа (Таблица 1) можно применять для ускорения численных расчетов при решении обратных задач:

- ◆ при моделировании однофазного течения газа [22];
- ◆ при моделировании многофазного течения [14,18] с учетом закона Пуазейля в моделях поровых сетей;
- ◆ при моделировании динамики пленок в системе газ-жидкость-капилляр [21] в моделях поровых сетей.

Результаты группового анализа могут быть использованы для ускорения расчетов на макро- и мезомасштабах (например, различные фильтры для очистки газа) с помощью следующих дискретных макромоделей, которые используются, в частности, при ремасштабировании, описанном в работе [11]:

- ◆ Классы разностных схем для уравнений фильтрации газа (Таблица 1) можно применять для моделирования однофазной фильтрации на различных масштабах. К примеру, возможно применение для моделирования процессов, связанных с геологическим хранением CO_2 (CO_2 geological storage) [19] или, в частности, процессов закачки CO_2 на макромасштабах пористой среды [4].
- ◆ Классы разностных схем для уравнений Рапопорта-Лиса (Таблица 2) с аналитическими зависимостями для ОФП и капиллярного давления можно применять для моделирования различных процессов двухфазной фильтрации на разных масштабах нефтегазоносного пласта.

- ◆ Фильтрационно-емкостные параметры для уравнения фильтрации газа (2) и уравнения Рапопорта-Лиса (5) (например функции ОФП) могут быть получены с помощью указанных выше моделей

поровых сетей, и в дальнейшем к этим уравнениям могут быть применены результаты их исследований с помощью непрерывных групп симметрий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Al-Hussainy, R. The Flow of Real Gases through Porous Media / R. Al-Hussainy, H. J. Ramey, P. B. Crawford. // *Journal of Petroleum Technology*. — 1966. — Vol. 18, Iss. 5. — P. 624–636.
2. Baikov, V. A. Conservation laws for two-phase filtration models / V. A. Baikov, N. H. Ibragimov, I. S. Zheltova, A. A. Yakovlev. // *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*. — 2014. — Vol. 19, Iss. 2, — P. 383–389.
3. Baikov, V. A. Water Redistribution in Irrigated Soil Profiles: Invariant Solutions of the Governing Equation / V. A. Baikov, R. K. Gazizov, N. H. Ibragimov, V. F. Kovalev. // *Nonlinear Dynamics*. — 1997. — No 13. — P. 395–409.
4. Carneiro, J. F. Numerical simulations on the influence of matrix diffusion to carbon sequestration in double porosity fissured aquifers / J. F. Carneiro. // *International Journal of Greenhouse Gas Control*. — 2009. — Vol. 3, Iss. 4. — P. 431–443.
5. Dorodnitsyn, V. Applications of Lie Groups to Difference Equations / V. Dorodnitsyn. — Chapman and Hall/CRC, 2011. — 344 p.
6. Dorodnitsyn, V. The whole set of symmetry preserving discrete versions of a heat transfer equation with a source: preprint / V. Dorodnitsyn, R. Kozlov. — NTNU, Trondheim, Norway. — 1997. — 41 p.
7. Lagno, V. I. Symmetry analysis of evolutionary type equations / V. I. Lagno, S. V. Spichak, V. I. Stogniy. — Moscow-Izhevsk: Institute of computer research, 2004. — 392 p.
8. Levi, D. Continuous Symmetries of Equations on Lattices / D. Levi, S. Tremblay, P. Winternitz. // *Czechoslovak Journal of Physics*. — 2001. — Vol. 51, Iss. 4. — P. 349–356.
9. Markov, P. V. Group classification applications for analysis of discrete models of flow in porous media / P. V. Markov. // *Journal of Physics: Conference Series*. — 2017. — Vol. 894, Iss. 1. — P. 1–7.
10. Markov, P. V. Group classification of discrete dynamical systems // *Rus. J. Nonlin. Dyn.* — 2013. — Vol. 9, Iss. 4. — pp. 641–649.
11. Markov, P. V., Rodionov, S. P. Application of porous media microstructure models when calculating filtration characteristics for hydrodynamic models // *Oilfield Engineering*. — 2015. — No 11. — P. 64–75.
12. Markov, P. V., Rodionov, S. P. The method of accelerations of serial numerical calculations for multiphase flow equations in porous media using continuous groups of symmetries // *Automation, telemechanization and communication in oil industry*. — 2015. — No 12. — P. 23–30.
13. Myshkis, A. D. Elements of the theory of mathematical models / A. D. Myshkis. — M.: KomKniga, 2007. — 192 p.
14. Nordhaug, H. F. A pore network model for calculation of interfacial velocities / H. F. Nordhaug, M. Celia, H. K. Dahle. // *Advances in Water Resources*. — 2003. — Vol. 26. — P. 1061–1074.
15. Oron, A. Some symmetries of the nonlinear heat and wave equations / A. Oron, P. Rosenau. // *Physics Letters A*. — 1986. — Vol. 118, Iss. 4. — P. 172–176.
16. Rapoport, L. A. Properties of linear waterfloods / L. A. Rapoport, W. J. Leas. // *Journal of Petroleum Technology*. — 1953. — Vol. 5, Iss. 5. — P. 139–148.
17. Ryaben'kii, V. S. A Theoretical Introduction to Numerical Analysis / V. S. Ryaben'kii, S. V. Tsynkov. — 1st ed. — Chapman and Hall/CRC, 2006. — 552 p.
18. Sinha, P. K. Pore-network modeling of liquid water transport in gas diffusion layer of a polymer electrolyte fuel cell / P. K. Sinha, C.-Y. Wang. // *Electrochimica Acta*. — 2007. — Vol. 52. — P. 7936–7945.
19. Wildenborg, T. Introduction on CO₂ Geological Storage. Classification of Storage Options. *Oil & Gas Science and Technology* / T. Wildenborg, A. Lokhorst. // *Rev. IFP*. — 2005. — Vol. 60, Iss. 3. — P. 513–515.
20. Winternitz, P. Symmetries of Discrete Systems [Электронный ресурс] / P. Winternitz. // E-print service arXiv. — 2003. — Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/nlin/0309058v1.pdf>, свободный.
21. Yiotis, A. G. Pore-Network Modeling of Isothermal Drying in Porous Media / A. G. Yiotis, A. K. Stubos, A. G. Boudouvis, I. N. Tsimpanogiannis, Y. C. Yortsos. // *Transport in Porous Media*. — 2005. — Vol. 58. — P. 63–86.
22. Zhang, P. Micro/Nano-pore Network Analysis of Gas Flow in Shale Matrix / P. Zhang, L. Hu, J. N. Meegoda, S. Gao. // *Sci Rep*. — 2015. — Vol. 5. — P. 1–11.

© Марков Павел Владимирович (markov.pv@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МНОГОАГЕНТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАЦИОННОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

MULTIAGENT CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN CONDITIONS OF INFORMATION UNCERTAINTY

**A. Milovidova
E. Cheremisina
V. Dobrynin
I. Sokolov**

Summary. The article is dedicated to the analysis of production class which is characterized by uncertainty of the quality of raw materials and feedstock. Process efficiency of such enterprises depends not only on the quality of raw materials and feedstock, but as a consequence, on the quality of intermediate processed product at various production points as well. The authors propose an approach to managing technological process quality based on the multi-agent-based modelling. The suggested approach involves agent-based decision-making algorithm, multi-agent quality management model and a method to calculate team management efficiency. The suggested technological process management approach was tried out to enrich the iron-ore concentrate. The results indicate a positive effect of applying this approach to management.

Keywords: technological process, information uncertainty, agent, quality management, agent-based decision-making algorithm, multiagent simulation, collective management efficiency.

Миловидова Анна Александровна
Старший преподаватель, ГБОУ ВО МО
«Университет «Дубна»
milanna@uni-dubna.ru

Черемисина Евгения Наумовна
Д.т.н., профессор, ГБОУ ВО МО «Университет «Дубна»
arbatsolo@yandex.ru

Добрынин Владимир Николаевич
К.т.н., профессор, ГБОУ ВО МО «Университет «Дубна»
chere@uni-dubna.ru

Соколов Иван Александрович
Ассистент, ГБОУ ВО МО «Университет «Дубна»
isokolov@jinr.ru

Аннотация. В статье авторами рассматривается класс производств, для которых качество исходного сырья и материалов характеризуется неопределённостью. Эффективность процессов переработки таких предприятий зависит не только от качества входного сырья и материалов, но и как следствие от качества промежуточного продукта переработки в различных точках. Авторами предлагается подход к управлению качеством процесса переработки на основе многоагентного моделирования. Предложенный подход включает алгоритм агентного принятия решений, многоагентную модель управления качеством и метод расчета эффективности коллективного управления. Апробация предложенного подхода к управлению процессом переработки осуществлена для процесса обогащения железорудного концентрата. Результаты указывают на положительный эффект от применения такого подхода к управлению.

Ключевые слова: процесс переработки, информационная неопределённость, управление качеством, алгоритм агентного принятия решения, многоагентное моделирование, эффективность коллективного управления.

Введение

В связи с глобализацией экономики, развитием международных торговых и производственных связей, интеграцией в мировую экономическую систему, повышаются требования, предъявляемые потребителями к качеству продукции. Проблема качества отечественной продукции становится все более актуальной, а повышение конкурентоспособности российских товаров приобретает первостепенное значение.

Мировой опыт свидетельствует, что в таких условиях наиболее эффективным путем повышения качества и снижения себестоимости выпускаемой продукции является комплексное управление процессом переработки (далее — ПП) с использованием современных инфор-

мационных систем интеллектуального, оптимального и адаптивного управления [1, 2, 3].

Трудности принятия решений в управлении ПП возникают в связи с:

- ◆ недостаточностью информации о качестве материала;
- ◆ сложностью построения моделей и алгоритмов комплексного управления, базирующихся на точных математических методах;
- ◆ сложностью применения методологии и инструментария учёта человеческого фактора в непредвиденных нештатных ситуациях.

Содержательно ПП — это процесс преобразования исходного материала в общественно-полезный продукт

[4]. Коллектив, участвующий в ПП обеспечивает эффективное достижение конечной цели. Под эффективностью понимается эффективное использование оборудования ПП и получение качественного конечного продукта. Вне зависимости от конкретной направленности общим для всех ПП является упорядоченная связь аппаратов ПП, согласованное их взаимодействие во времени и возможность комплексного управления качеством ПП. Режимы эффективности ПП зависят от текущего состояния аппаратов и связей между ними, качества входного материала (сырья, заготовок, комплектующих и т.д.), а также промежуточного материала внутри ПП. Существующие автоматизированные системы управления обеспечивают работоспособность аппаратов ПП в требуемых регламентах. При этом потери эффективности ПП и качества конечного продукта возникают из-за неопределённости в реальном времени качества сырья, промежуточного, материалов и конечного продукта.

В работе рассматривается класс ПП [5, 6, 7, 8, 9], который характеризуется:

- ◆ дискретно-непрерывным потоком переработки исходного, промежуточного материалов и конечного продукта;
- ◆ неопределённостью значений свойств исходного, промежуточного материалов и конечного продукта;
- ◆ изменением во времени значений свойств промежуточного материала в различных точках ПП;
- ◆ изменением во времени значений свойств конечного продукта в определённых точках ПП;
- ◆ распределённостью в пространстве локальных систем управления аппаратами ПП;
- ◆ неопределённой зависимостью управления локальными системами от свойств перерабатываемого материала;
- ◆ необходимостью формирования комплексного упреждающего управления для всей цепи аппаратов ПП, с целью достижения требуемого качества ПП, промежуточного материала и конечного продукта;
- ◆ отсутствием (полное или частичное) в темпе протекания ПП системы измерения свойств материала и конечного продукта.

Цель данной работы является разработка интеллектуальной агентной системы коллективного принятия решения в условиях информационной неопределенности.

Коллективное принятие решения

Под коллективным решением будем понимать упреждающее комплексное управление ПП $\bar{U}(t) = (u_1(t), u_2(t), \dots, u_i(t), u_n(t))$, обеспечивающее требуемое качество $K(\bar{U}(t))$ перерабатываемого входно-

го, промежуточного материала и конечного продукта. При этом у каждого члена коллектива (в дальнейшем член коллектива будет именоваться агентом) имеется рабочая зона ответственности ПП. В рабочих зонах происходит преобразование материала аппаратами ПП, что приводит к изменению свойств материала. Таким образом, множеству рабочих зон ПП ставится в соответствие множество агентов —, где — номер узла зоны ответственности $i = 1, 2, \dots, k, \dots, n$.

В границах этой зоны агент решает следующие задачи:

- ◆ анализ соответствия режима работы оборудования предполагаемому качеству обрабатываемого материала (входного или промежуточного);
- ◆ анализ информации, поступающей от соседей агентов о динамике движения новой порции материала (объём материала, скорость движения, предполагаемого качества материала) к зоне ответственности;
- ◆ поиска локального эффективного упреждающего режима работы (управление $u_i(t)$, где i — это i -ый агент) оборудования ПП;
- ◆ принятие решения о выбранном упреждающем управлении;
- ◆ передача информации о возможном решении соседям агентам;
- ◆ согласование с соседями агентами о возможном принятии локального решения;
- ◆ принятие окончательного локального решения.

Ситуации и причины, которые вызывают необходимость координации группового поведения, очень разнообразны. Агенты существуют в общей внешней среде, а, следовательно:

- ◆ агенты существуют и принимают решения в условиях неопределенности, когда каждый агент обладает ограниченной информацией, что влечет необходимость информационного обмена между ними;
- ◆ агенты обладают ограниченной компетенцией и возможностями, что может быть восполнено путем привлечения знаний и функциональных возможностей других агентов;
- ◆ агенты должны синхронизировать свои действия при решении общей проблемы, в частности, в приложениях реального времени.

Существует две схемы осуществления упреждающего коллективного управления, когда управляющие воздействия осуществляются агентами локально, по согласованию с соседями или агенты передают информацию о принятом решении специальному центральному агенту.

Он в свою очередь оценивает качество локальных решений, передаёт агентам разрешение на их реализацию.

Тем самым центральный агент улучшает показатель эффективности коллективного управления. Особенность ситуации состоит в том, что принимаемые коллективом агентов решения должны осуществляться с темпом работы оборудования ПП. Основная цель центрального агента — поиск эффективного управляющего воздействия для всех локальных систем управления аппаратами ПП, обеспечивающие заданное отклонение текущих показателей эффективности от требуемых.

Функциональная многоагентная модель управления качеством ПП

Рассмотрим функциональную многоагентную модель управления качеством ПП. Она отражает динамику функционирования ПП по принципу «вход-процесс-выход»:

1. Задан интервал времени $[t_0, T]$.
2. Определен вектор нечётких входных переменных $[t_0, T]$ $\bar{X}(t), t \in [t_0, T]$, нечёткий вектор текущего состояния оборудования ПП $\bar{Y}(t), t \in [t_0, T]$, где располагаются агенты и нечёткий вектор управления $\bar{U}(t), t \in [t_0, T]$.
3. Определён эффективный показатель качества ПП $\bar{K}_\Delta, t \in [t_0, T]$.
4. Определена параметрическая база знаний (ПБЗ-1), устанавливающая связь $\bar{Y}(t) = W(\bar{X}(t))$
5. Определена параметрическая база знаний (ПБЗ-2), устанавливающая связь $\bar{U}(t) = \Omega_2(\bar{X}(t), \bar{Y}(t))$, $\bar{U}(t)$ — вектор нечетких переменных, ПБЗ-1, ПБЗ-2 представлены системами продукций.
6. Задана процедура определения фактического вектора показателя качества $K_\Delta = K_\Delta(\bar{U}(t)) \Delta \in [0, T]$, где K_Δ — нечёткий вектор.

Нечёткие вектора $\bar{K}_\Delta(t), \bar{Y}(t), \bar{X}(t), \bar{U}(t)$ процедурой дефuzziфикации могут быть переведены в четкие переменные.

Определена процедура смешивания сырья и/или промежуточного материала как нечёткая функция, зависящая от порций сырья, материала и их свойств

$$Y_{t_0+\tau_i}(\bar{X}_0) = \bar{X}_{t_0+\tau_i}$$

Алгоритм агентного принятия решений

Разработанный алгоритм агентного принятия решений включает следующие этапы:

1. **Формирование картины текущего состояния ПП, в частности каждым агентом в своей зоне ответственности определяется:**

- ♦ объемы материала,

- ♦ состояние оборудования,
- ♦ текущие режимы работы оборудования,
- ♦ значения критериев эффективности ПП,
- ♦ длительности перемещения материала в соседние зоны.

По группе приборов зоны ответственности z_i агент A_i определяет значение нечётких свойств материала $S_i^1(t_r)$ или конечного продукта $S_i^3(t_r)$. Определяет значения нечётких переменных, характеризующие состояние аппаратов ПП, значение нечётких управляющих переменных u_i и показателей эффективности

$$Q_1^{\text{ФАКТ}}(t_r, i), Q_2^{\text{ФАКТ}}(t_r, i), Q_3^{\text{ФАКТ}}(t_r, i).$$

Получает в момент t_r от агента A_1 нечёткие значения свойств исходного материала.

Получает от агентов A_{i-1}, A_{i+1} нечёткие значения переменных свойств материала $S_{i-1}^1(t_r), S_{i+1}^1(t_r)$, или конечного продукта $S_{i-1}^3(t_r), S_{i+1}^3(t_r)$.

Получает от предыдущих и последующих агентов соседей нечёткие значения состояния аппаратов ПП, управляющих переменных U_{i-1}, U_{i+1} (для тех зон, которые управляемые).

Получает от предыдущих и последующих агентов соседей нечёткие значения фактических показателей эффективности

$$Q_1^{\text{ФАКТ}}(t_r, i), Q_2^{\text{ФАКТ}}(t_r, i), Q_3^{\text{ФАКТ}}(t_r, i).$$

Получает от агентов A_{i-1}, A_{i+1} фактические значения показателей эффективности ПП

$$Q_1^{\text{ФАКТ}}(t_r, i - 1), Q_1^{\text{ФАКТ}}(t_r, i + 1).$$

Получает от агента A_{i-1}, A_{i+1} фактические значения показателей эффективности конечного продукта

$$Q_2^{\text{ФАКТ}}(t_r, i - 1), Q_2^{\text{ФАКТ}}(t_r, i + 1).$$

Получает от агента A_n фактическое значение показателя эффективности конечного продукта $Q_3^{\text{ФАКТ}}(t_r, n)$

Получает на момент t_r от агентов пассивных зон ответственности значения нечётких переменных состояния аппаратов ПП, управляющих переменных (если пассивные зоны управляемые), нечёткие переменные свойств материала или конечного продукта.

Таким образом, для всех активных и пассивных зон ответственности сформирована полная информация для перехода к следующему этапу.

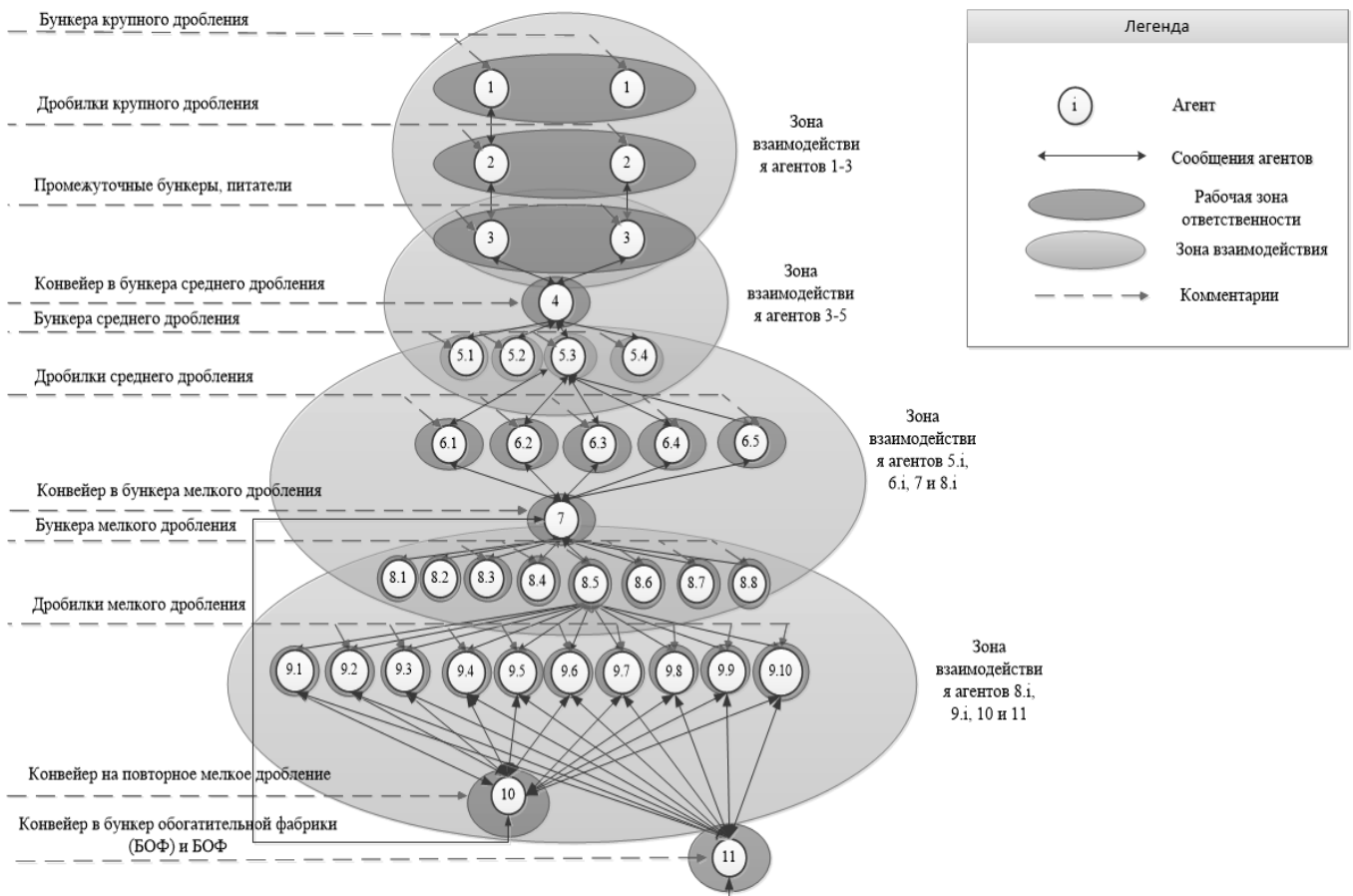


Рис. 1. Модель взаимодействия агентов на тп обогащения (фрагмент — участок дробления)

2. Коллективное определение в реальном времени свойств промежуточного материала и конечного продукта для всех зон ответственности z_p ($i=1,2,\dots,n$).

В момент t_i агенты соседи совместно формируют согласованные решения о свойствах материала и конечного продукта, переходящие из одной зоны в другую. При этом возможны ситуации: мнения агентов соседей о свойствах материала не противоречивы или мнения агентов о свойствах материала и т.д. противоречивы. В последнем случае, возможно использование различных методов разрешения противоречий (метод приоритетов, метод Парето, оптимальный метод, адаптивный метод). Выбор того или иного метода определяется технологами специалистами.

Расчёт эффективности коллективного управления ПП

Для момента t_i по каждому агенту подсчитывается число неэффективных принятых решений, и подсчитываются потери для этих решений ($Q_i Q_{ij}$).

Суммируются общие потери (PP) принятых неэффективных решений

$$P = \sum_{i=1}^N Q_i.$$

Суммируются общие эффективные решения (R) агентов (при условии, что отсутствуют неэффективные решения т.е. все агенты принимают эффективные решения т.е. $P = 0, R = 0$).

Рассмотрим случаи:

1. $P < RP < R$, в этом случае коэффициент качества коллективного управления k равен $k = 1 - P/R$ (при $P = 0, k = 1$) $k = 1 - P/R$.

2. $P > RP < R$, тогда $k = P/R, k = P/R$, (при $P = 0, k = 1$) $k = 1 - P/R$.

Плоскость $t = t_i, t = t_j$ характеризует момент времени, в который все агенты принимают решение в соответствующих зонах ответственности.

Плоскость Агент = i характеризует i -го агента, принимающего решения в моменты $t = t_1, t_2, \dots, t_i, N$ относительно режима оборудования в зоне ответственности.

Причины, связанные с принятием неэффективного решения, обусловлены системой нечётких параметрических правил о качестве входного, промежуточного материала и конечного продуктах в зонах ответственности агентов.

Моменты времени $t = t_1, t_2, \dots, t_i, N$ определяются следующим образом на интервале $[t_{i-1}, t_i]$ реализуется полный цикл ПП.

Модель взаимодействия агентов в процессе обогащения железорудного концентрата

В ходе работ над [10] была построена модель взаимодействия агентов на ПП обогащения (см. рис. 1).

Данная модель отражает агентов, поставленных в соответствующие рабочие зоны ПП и как агенты взаимодействуют друг с другом.

В каждой зоне агент осуществляет регулярный контроль качества продукта, принимает решение о корректировке параметров оборудования в зоне ответственности и отправляет сообщения агентам — соседям. После этого принятые локальные решения агентов передаются центральному агенту, который принимает оптимальное решение для всего.

Результаты использования

Для апробации предложенного подхода к управлению была разработана имитационная модель процесса обогащения железорудного концентрата и реализована

агентная компонента, которая отвечает за управления. На основе данных из АСУТП была проведена настройка и проверка адекватности модели объекту исследования [11]. Проведены эксперименты с моделью, результаты которых были подробно описаны в работах [12, 13,]. Результаты экспериментов показали положительный эффект. Многоагентное управление процессом обогащения позволит увеличить объемы перерабатываемого материала минимум на 4% и снизить количества полезного в хвостах минимум на 1,5% [15].

Заключение

В результате проделанной работы разработан подход к управлению для выделенного класса ПП, функционирующих в условиях информационной неопределенности.

Предложенный подход включает алгоритм агентного принятия решений, функциональную многоагентную модель управления качеством и методику расчета эффективности коллективного управления.

С помощью методов и средств имитационного моделирования была осуществлена апробация предложенного подхода к управлению процессом обогащения железорудного концентрата. Результаты экспериментов указывают на положительный эффект.

Разработанный подход может использоваться:

- ◆ в управлении качеством рассматриваемого класса ПП (например, химической, пищевой, металлургической промышленности);
- ◆ в организациях, проектирующих технологические схемы и системы управления качеством ПП;
- ◆ в учебных заведениях, как основа для создания тренажёрных комплексов для подготовки специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хлебених Л. В., Зубкова М. А., Саукова Т. Ю. Автоматизация производства в современном мире // Молодой ученый. — 2017. — № 16. — С. 308–311.
2. Максименко Ю. А., Дяченко Э. П., Феклунов Ю. С., Теличкина Э. Р. Автоматизация технологических процессов при переработке сырья растительного происхождения // Вестник АГТУ. Сер. Ж Управление, вычислительная техника и информатика. — 2014. — № 3. — С. 21–29.
3. Дозорцев В. М. Автоматизация в промышленности — обзор, анализ, перспективы // Автоматизация в промышленности. — 2014. — С. 60–64.
4. Аверченко В. И., Казаков Ю. М. Автоматизация проектирования технологических процессов: учеб. для вузов. — 2-е изд., стереотипное. — Москва: Издательство «Флинта», 2011. — с. 228.
5. Степанов А. А. Интеллектуальное автоматизированное управление пусками химических производств: диссертация кандидата технических наук: 05.13.06. Москва, 2002. — 193 с.
6. Дворецкий Д. С., Дворецкий С. И., Островский Г. М. Новые подходы к проектированию химико-технологических процессов, аппаратов и систем в условиях интервальной неопределенности. — М.: Издательский дом «Спектр», 2012. — 344 с.
7. Соколов Н. Оптимизация управления производством в условиях неопределённости // РИСК. — Москва, № 3, 2014. — С. 119–124.
8. Мокеева Н. С. Методологические основы проектирования гибких швейных потоков в условиях неопределенности. Дисс. д. т. н. МГУДТ. 2004, 353 с.
9. Щербатов И. А. Неопределенность в задачах моделирования и управления сложными слабоформализуемыми системами // Вестник НГУЭУ. — 2014. — № 3. — С. 306. — 321.

10. Добрынин В. Н., Эндерев В. А., Миловидова А. А. Система интеллектуального управления технологией обогащения (на примере Стойленского ГОКа) // Обогащение руд, № 6, 2014, ISSN0202–3776.
11. Соколов И. А., Миловидова А. А. Алгоритм решения задачи оценки адекватности модели объекту исследования // Сетевое научное издание «Системный анализ в науке и образовании». — 2017. — № 3. — С. 1–12.
12. Добрынин В. Н., Эндерев В. А., Миловидова А. А. Многоагентное имитационно-событийное моделирование управления качеством дискретно-непрерывных технологических процессов: проблемы, концепция, задачи, методы // Электронный научный журнал «Системный анализ в науке и образовании», 2014, № 1. ISSN: 2071–9612.
13. Добрынин В. Н., Миловидова А. А. Многоагентное имитационно-событийное моделирование управления качеством дискретно-непрерывных технологических процессов: проблемы, концепция, задачи, методы // Вестник Международного университета природы, общества и человека «Дубна» Серия «Системный анализ в современном обществе» № 1 (29), 2014, ISSN: 1818–0744.
14. Добрынин В. Н., Эндерев В. А., Миловидова А. А. Методология моделирования управления качеством дискретно-непрерывных технологических процессов на основе событийно-имитационного мультиагентного подхода // V Международная научно-практическая конференция «Современные концепции научных исследований», Россия, г. Москва, 29–30 августа 2014 г.
15. Добрынин В. Н., Миловидова А. А. VI Интеллектуальное управление качеством технологических процессов в промышленности // Международная мультидисциплинарная конференция «Актуальные проблемы науки XXI века», г. Москва 30 января 2016 года.
16. Ризванов Д. А., Сенькина Г. В., Попов Д. В., Богданова Д. Р. Агентная система составления расписания прохождения процедур отдыхающими в санаторно-курортном комплексе // Материалы 8-й Международной конференции «Компьютерные науки и информационные технологии» (CSIT'2006). — Карлсруэ, Германия, 2006. — Т. 1. — С. 118–124.
17. Городецкий В. И., Карсаев О. В., Самойлов В. В., Серебряков С. В. Прикладные агентные системы группового управления // Искусственный интеллект и принятие решений. — 2009. — No 2. — С. 3–24.
18. Кулаков С. М., Трофимов В. Б. Интеллектуальные системы управления технологическими объектами: теория и практика (монография) // Успехи современного естествознания. — 2010. — № 2 — С. 101–102
19. Тен В. Н., Технико-коммерческое предложение о реализации проекта «Разработка интеллектуальной экспертной системы управления технологическим процессом, обучением персонала и контроллинга операционной эффективности технологических операций (ИЭСУ ППОК) для СГОК». — ООО «Проектный институт «Центрогиппроуда, 2014. — 20 с.
20. Технологическая инструкция по производству железорудного концентрата ТИ 00186826–10–51–2012 г. Старый Оскол.
21. Классификация интеллектуальных систем и структурная организация интеллектуальных ИСАУ [Электронный ресурс]. URL: <http://nrsu.bstu.ru/chap15.html> (дата обращения: 17.10.2018).
22. Ризванов Д. А., Юсупова Н. И. Модели и методы поддержки принятия решений при управлении сложными системами в условиях неопределенности и ресурсных ограничений // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 2–1. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=21194> (дата обращения: 02.12.2018).

© Миловидова Анна Александровна (milanna@uni-dubna.ru), Черемисина Евгения Наумовна (arbatsolo@yandex.ru),
Добрынин Владимир Николаевич (chere@uni-dubna.ru), Соколов Иван Александрович (isokolov@jinr.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ВЫБОР ВИДА МОДЕЛИ ТЕПЛООБМЕНА АСФАЛЬТОБЕТОНА В ПРОЦЕССЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ

CHOICE OF MODEL HEAT EXCHANGE ASPHALT CONCRETE IN TRANSPORTATION PROCESS

Nguyen Thanh Tuan

Summary. In the article, the author considers the nature change in temperature of the asphalt concrete mixture both in thickness and in time. And the choice of the type of asphalt concrete heat transfer model during transportation. This will make it possible to evaluate the effectiveness of the proposed management and create prerequisites for the practical implementation of the control system for the temperature of asphalt concrete mixture from the asphalt concrete plant to the place of its construction.

Keywords: Manage temperature, transport asphalt, temperature asphalt, temperature asphalt mixture when it is unloaded into asphalt paver, conditions transportation asphalt-concrete mixture.

Нгуен Тхань Туан

*Аспирант, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)
thanhtuanuct2@gmail.com*

Аннотация. В статье автор рассматривает характер изменения температуры асфальтобетонной смеси как по толщине слоя, так и во времени. И выбор вида модели теплообмена асфальтобетона в процессе транспортировки. Это позволит оценить эффективность предлагаемого управления и создаст предпосылки для практической реализации системы управления температурой асфальтобетонной смеси от асфальтобетонного завода до места ее укладки.

Ключевые слова: управление температурой, транспортировка асфальтобетонной смеси, температура асфальтобетонной смеси при ее выгрузке в асфальтоукладчик, учет условий транспортировки асфальтобетонной смеси.

Введение

Разрабатываемая модель, теплообмена процесса транспортировки асфальтобетонной смеси для подсистемы управления должна обеспечивать учет влияния вышеупомянутых факторов на температуру смеси на месте ее укладки, на распределение температуры смеси по ее объему и на сегрегацию асфальтобетонной смеси.

Разработанная модель будет использована и непосредственно в САУ для расчета соответствующего управляющего воздействия рисунок 1.

В работах Доценко А.И., Воробьева В.А., Суворова Д.Н. [1] рассматривается задача оценки динамического распределения температуры асфальтобетонной смеси в кузове самосвала в процессе его движения от АБЗ до объекта.

Данная задача относится к классу задач нестационарной теплопроводности, так как температура смеси изменяется во времени. Основные допущения, принятые при моделировании, можно представить в следующем виде:

- ◆ материал — асфальтобетонная смесь — изотропное твердое тело;
- ◆ асфальтобетонная смесь в кузове автосамосвала рассматривается как неограниченная пластина (рисунок 2) толщиной $2R$;

- ◆ пластина тонкая и, следовательно, можно пренебречь теплоотводом с ее торцов;
- ◆ условия охлаждения не изменяются вдоль поверхностей пластины;
- ◆ начальное распределение температуры равномерен или, по крайней мере, одномерное, изменяющееся только вдоль координаты x .

Принятые допущения приводят к одномерной задаче. Количественный анализ должен привести к конкретному выражению для температурного поля пластины:

$$t(x, t) \quad (1)$$

Условия охлаждения определим, указав значения коэффициента теплоотдачи α и температуры охлаждающей среды t_B .

Для нашего случая следует рассматривать граничные условия III рода (симметричная задача).

В процессе загрузки асфальтобетонной смеси в кузов самосвал на АБЗ применяются определенные схемы, которые способствуют выравниванию уровня смеси в кузове самосвала в процессе его движения.

Таким образом, в случае выбора представленной модели (рисунок 2) мы принимаем следующее:

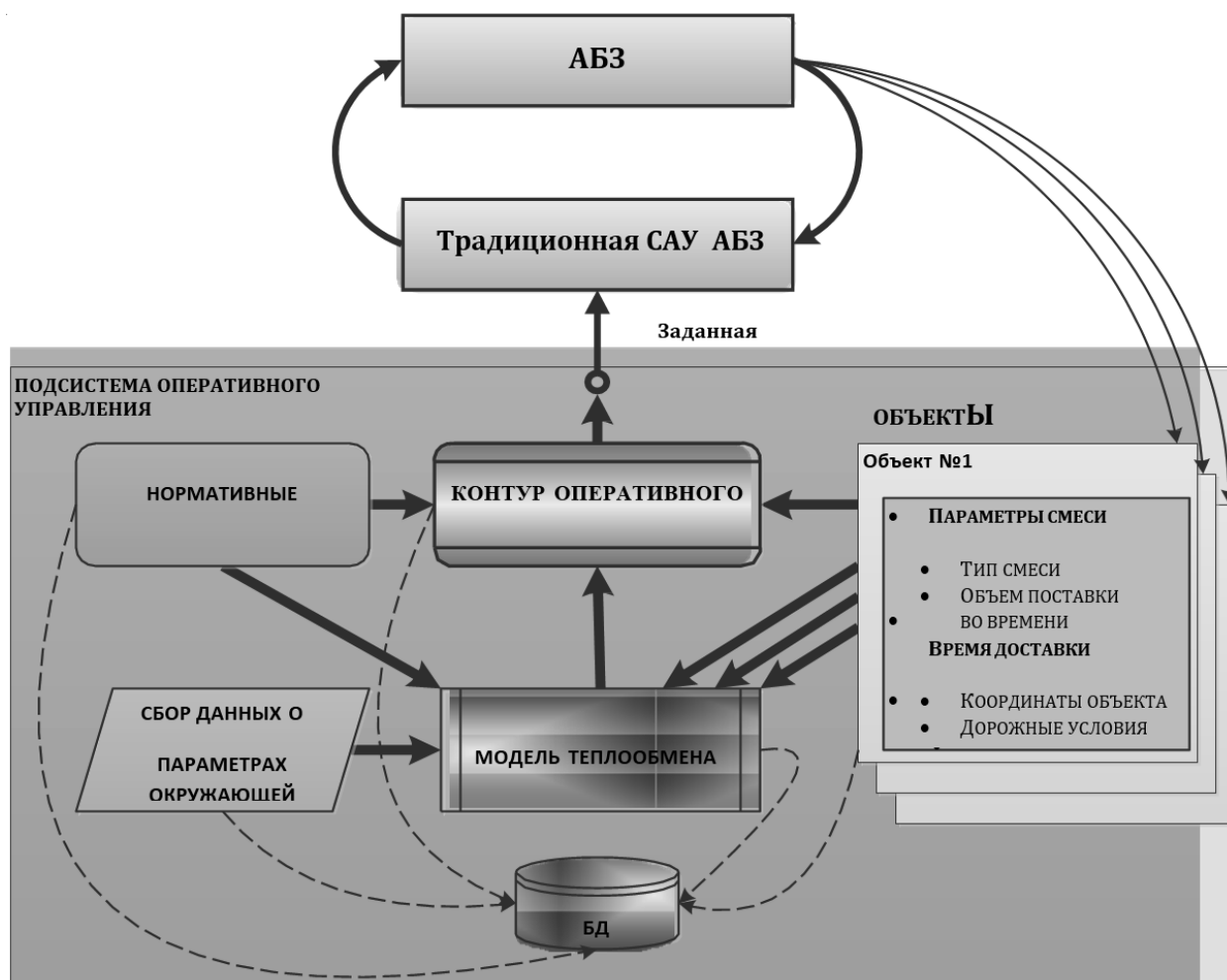


Рис. 1.Обобщенная структура подсистемы САУ АБЗ управления температурой асфальтобетонной смеси

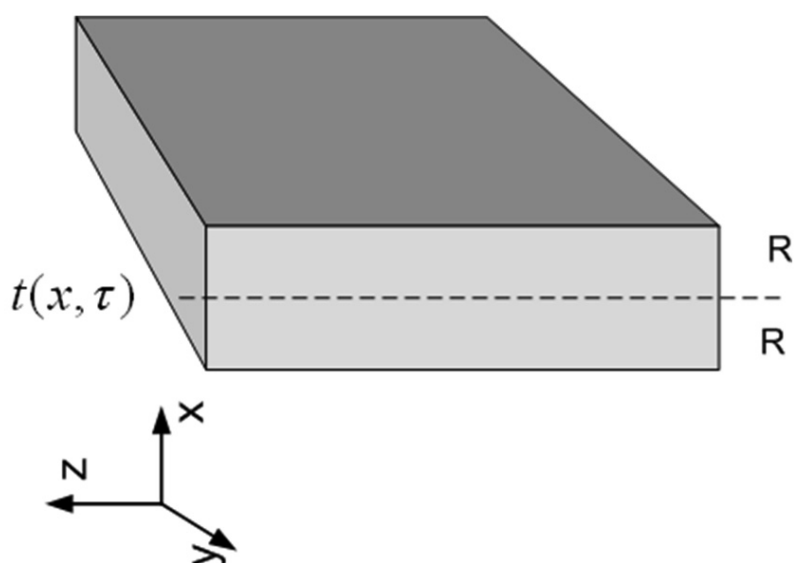


Рис. 2.Модель в виде пластины

Таблица 1. Исходные данные моделирования

Параметр	Обозначение	Значение	Примечание
Удельная теплоемкость смеси, [Дж/кг°C]	c	1715...1850	
Коэффициент теплопроводности, [Вт/м оС]	λ	0,83...1,56	
Плотность смеси, [кг/см ³]	ρ		
Коэффициент теплообмена, [Вт/м ² °С]	α	18 5,2...18 5,2...18 9,5+1,7(v+V) 5,2...9,5+1,7(v+V) 5,2...9,5+1,7(v+V)	Значение 5,2 для кузова с обогревом выхлопными газами. При скорости ветра до 5 м/с. Иначе 9,5+1,7v v- скорость ветра, м/с; V- скорость транспортирования, м/с
Загрузка/выгрузка			
верх			
стенки			
днище			
Перевозка			
верх			
стенки			
днище			
Термическое сопротивление утеплителя смеси, [м ² °С/Вт]		9,0	
резент	R_u	26,0	
мешковина		950,0	
минеральная вата (толщ. 0,05 м)			
Площадь теплообмена, [м ²]	$S_{TO}^{Верх}$	7,0 3,0 6,0	Для МАЗ-503
верх	$S_{TO}^{Стенки}$		
стенки	$S_{TO}^{Днище}$		
днище			
Температура окружающей среды, [°С]	t_B	-10...+40	

- ◆ теплоотвод с боковых бортов самосвала отсутствует;
- ◆ теплоотвод с переднего и заднего борта отсутствует;
- ◆ учитывается теплоотвод с днища кузова и с верхней поверхности смеси в кузове.

Площадь теплообмена (таблица 1) днища кузова и верхней поверхности смеси в кузове составляет — 16 м² (Для МАЗ 503), а площадь теплообмена боковых стенок — 3 м². Это является обоснованием предложенного подхода.

В работе [1] представлены результаты моделирования процесса теплообмена, например (рисунок 3).

Представленные на рисунке (рисунок 3) данные должны интерпретироваться следующим образом:

1. точка на оси абсцисс, соответствующая значению , это соответствует средней линии слоя асфальтобетонной смеси в кузове самосвала;
2. точка на оси абсцисс, соответствующая значению , это соответствует верхней поверхности смеси в кузове самосвала.
3. таким образом, рисунок (рисунок 3) должен быть повернут (рисунок 4). Необходимо отметить, что

на этом рисунке представлена верхняя половина слоя смеси.

Необходимо сделать следующие замечания относительно моделирования процесса теплообмена при транспортировке асфальтобетонной смеси от АБЗ к объекту.

1. Условия охлаждения смеси через днище кузова и верхнюю поверхность смеси в кузове различны. Поэтому результаты не симметричны относительно среднего слоя смеси. Конкретные результаты зависят от наличия обогрева кузова и от наличия укрытия смеси, и от материала этого укрытия (таблица 1). Для повышения точности моделирования необходимо учитывать эти факторы. Хотя в процессе моделирования мы будем рассматривать симметричную задачу.
2. Рис. 2.представляет модель, в которой потерями тепла через боковые стенки кузова пренебрегают. Из-за этого предложенное решение (рисунок 3) справедливо только для центральной зоны кузова. Если распространять найденное распределение температуры на весь кузов, то оценка температуры будет завышена.
3. При моделировании процесса теплообмена асфальтобетонной смеси в кузове самосвала во вре-

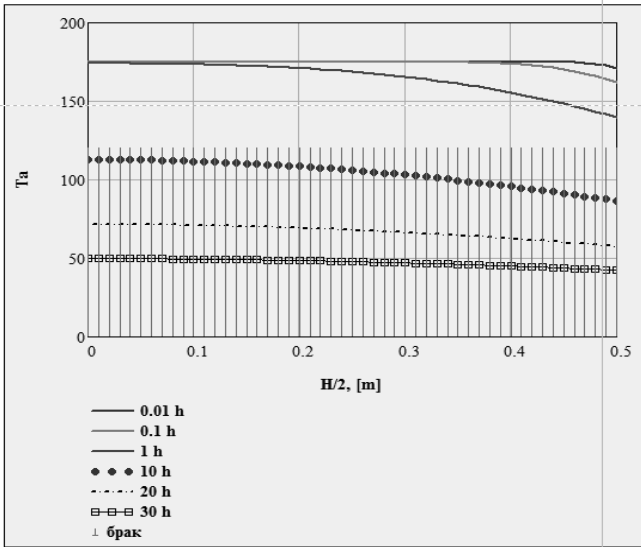


Рис. 3.Изменение температурных полей в асфальтобетонной смеси при транспортировке (коэффициент теплопроводности $\lambda=0,8$ толщина пластины $h=0.5$ m, укрытие отсутствует, скорость ветра ≤ 5 м/с, скорость самосвала = 40 км/ч, число Био = 11,5)

мя его движения в работах Суворова Д. Н., Джабраилов Х.А [4] учитывается скорость ветра. Очевидно, что наиболее существенное влияние ветер оказывает на теплообмен через боковые стенки кузова, а в предложенной модели (рисунок 2) теплообмен через боковые стенки кузова вообще не рассматривается. Верхняя поверхность асфальтобетонной смеси (наличие укрытия в данном случае не имеет значения) расположена существенно ниже, чем верхняя граница бортов кузова самосвала, которые, следовательно, защищают смесь от действия ветра. Таким образом, в данной модели (рисунок 2), можно не рассматривать влияние ветра на теплообмен.

Альтернативой плоской модели (рисунок 2) является модель распределения температуры в теле конечных размеров (рисунок 5). В тех случаях, когда моделируемое тело может быть образовано путем взаимного пересечения неограниченных пластин (например, параллелепипед или куб) или неограниченных пластин с цилиндром то поле температур такой фигуры может быть рассчитано на базе результатов для плоской пластины и цилиндра.

Так параллелепипед (рисунок 5) образован пересечением плоских пластин:

- ♦ в плоскости X толщиной;

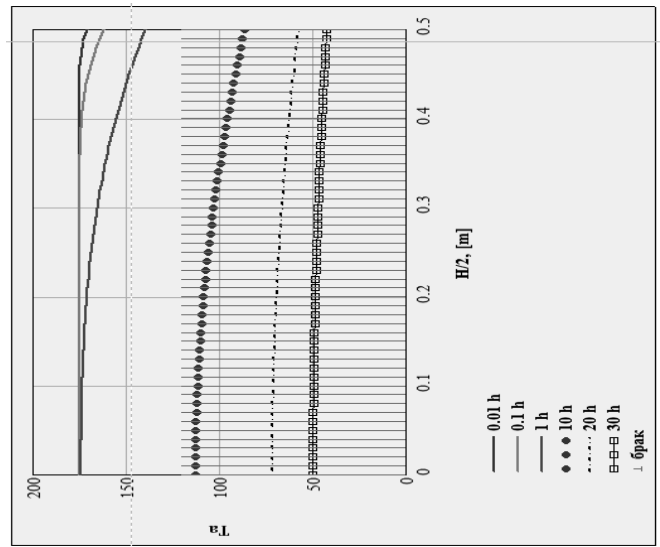


Рис. 4.Повернутый рисунок.

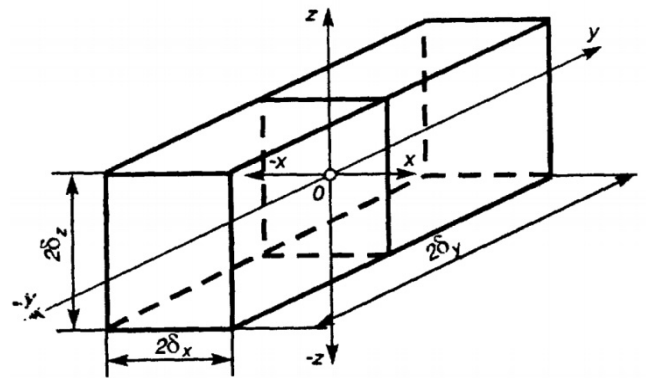


Рис. 5.Модель в виде параллелепипеда

- ♦ в плоскости Y толщиной;
- ♦ в плоскости Z толщиной.

Тогда для параллелепипеда (рисунок 5) поле температур можно записать в виде [2,3]:

$$\bar{\theta} = \bar{\theta}_x \bar{\theta}_y \bar{\theta}_z = \left[\frac{t_f - t(x, \tau)}{t_f - t_0} \right] \left[\frac{t_f - t(y, \tau)}{t_f - t_0} \right] \left[\frac{t_f - t(z, \tau)}{t_f - t_0} \right] \quad (2)$$

Где $\bar{\theta}_x \bar{\theta}_y \bar{\theta}_z$ — поле температур в соответствующей плоскости;

t_f — температура окружающей среды;

t_0 — начальная температура тела (в данном случае — параллелепипеда);

время с начала процесса (в момент времени $t = 0$ параллелепипед помещают в среду с температурой $t_f < t_0$)

Решение (2) справедливо и для средних температур

$$\bar{\theta}_m = \bar{\theta}_{x_m} \bar{\theta}_{y_m} \bar{\theta}_{z_m}$$

Сравнение плоской модели (рисунок 2) и модели тела конечных размеров (параллелепипеда) (рисунок 5) показывает, что геометрически модель (рисунок 5) больше соответствует асфальтобетонной смеси в кузове самосвала. При рассмотрении теплообмена в модели (рисунок 5) учитывается теплообмен не только через верх кузова и днище, но и через боковые стенки.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что модель (рисунок 5) более адекватна реальным условиям транспортировки асфальтобетонной смеси от АБЗ к объекту, чем модель (рисунок 2).

Однако повышение адекватности модели и, следовательно, точности расчетов приводит к более сложным моделям и расчетам.

Вместе с тем на процесс теплообмена и на поле температур асфальтобетонной смеси в кузове самосвал оказывает существенное влияние значительное число случайных факторов [5]:

- ◆ Схема загрузки асфальтобетонной смеси в каждой загрузке самосвале несколько различается, что изменяет фактическую толщину слоя смеси.
- ◆ В процессе движения погодные условия изменяются многократно (солнце, ветер, дождь), что оказывает не учитываемое влияние на теплообмен.

- ◆ Дорожные условия в процессе движения меняются многократно, что увеличивает вариации времени и скорости доставки асфальтобетонной смеси к объекту в каждой транспортной операции.
- ◆ Такие характеристики асфальтобетонной смеси как теплоемкость, плотность и другие для каждого самосвала не уточняются, а используются усредненные оценки для партии продукции.

Таким образом, точность исходных данных невысока, поэтому нет необходимости использовать более точную и более сложную модель, а достаточно ограничиться плоской моделью (рисунок 2). Это тем более справедливо в условиях, когда в настоящее время оперативная оценка потерь тепла асфальтобетонной смесью при транспортировке вообще не проводится.

Заключение

При разработке модели нас будет интересовать (в первую очередь) возможность оценки вариации распределения температурных полей в асфальтобетонной смеси в зависимости от вариантов условий доставки. Это знание создаст предпосылки для реализации системы оперативного управления температурой асфальтобетонной смеси на выходе АБЗ для компенсации влияния процесса транспортировки асфальтобетонной смеси от АБЗ к месту ее укладки и уплотнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев В. А., Доценко В. И., Суворов Д. Н., Котлярский Э. В., Попов В. А. Компьютерное моделирование в автоматизации производства асфальтобетонной смеси. Книга 2. Практические разработки. — Москва, Изд-во Российской инженерной академии, 2008. — 481 с.
2. Тепломассообмен в энергетических установках — С Электронный курс — А. П. Солодов. — http://twf.mpei.ac.ru/solodov/HMT-eBook_2009/index.htm
3. Truyền nhiệt và tính toán thiết bị trao đổi nhiệt — Hoàng Đình Tín. Trang 106
4. Влияние температуры асфальтобетонной смеси на качество ее уплотнения / Суворов Д. Н., Джабраилов Х. А. Автоматизация и управление в технических системах. — 2014. — № 1.2;
5. Анализ возможных решений проблемы поддержания температурного режима асфальтобетонной смеси при транспортировке / Суворов Д. Н., Нгуен Тхань Туан / Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). — 2018. — № 1 (52). — С. 100–106.

© Нгуен Тхань Туан (thanhtuanuct2@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

О ТЕНДЕНЦИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КИБЕРУГРОЗ В ФИНАНСОВО-КРЕДИТНОЙ СФЕРЕ ПО ДАННЫМ БАНКА РОССИИ

ON TENDENCIES OF CHANGING CYBER THREATS IN FINANCIAL AND CREDIT SPHERE ACCORDING TO THE DATA OF BANK OF RUSSIA

**V. Nikolaev
T. Kulakova**

Summary. Object. The article discusses changes in the methods of computer attacks based on the results of information security incidents in the financial sector.

Methods. For the analysis, the reports of the Financial Sector Computer Emergency Response Team (FinCERT Bank of Russia) were used.

Findings. The growth of hardware and software security of Russian information systems is confirmed, and, in this connection, the shift of the center of gravity of computer attacks to the field of social engineering.

Conclusions. The lack of qualification of personnel and users of information systems in the sphere of information security is becoming the main threat to the digital economy.

Keywords: security, cyber threat, monitoring, phishing, mining, spam.

Николаев Владимир Вениаминович

*К.т.н., доцент, Среднерусский институт управления
— филиал РАНХиГС
nikolaev.vlad@gmail.com*

Кулакова Татьяна Александровна

*Преподаватель, Банковский колледж Среднерусского
института управления — филиала РАНХиГС
kulakova057@gmail.com*

Аннотация. Цель: В статье рассматриваются изменения в методах компьютерных атак по результатам инцидентов информационной безопасности в финансовой сфере.

Методы. Для анализа использованы отчеты Центра мониторинга и реагирования на компьютерные атаки в кредитно-финансовой сфере (ФинЦЕРТ Банка России).

Результаты. Подтверждается рост аппаратно-программной защищенности российских информационных систем и, в связи с этим, перенос центра тяжести компьютерных атак в область социальной инженерии.

Выводы. Недостаточный уровень квалификации персонала и пользователей информационных систем в сфере информационной безопасности становится основной угрозой для цифровой экономики.

Ключевые слова: безопасность, киберугроза, мониторинг, фишинг, майнинг, спам.

Введение

1 мая 2019 года Президент Российской Федерации подписал Федеральный закон № 90-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "О связи" и Федеральный закон "Об информации, информационных технологиях и о защите информации" [1]. По замыслу авторов законопроекта, его главной целью является сохранение работоспособности российского сегмента Интернета при его отключении от глобальной сети, а также упрощение процедуры блокировки сайтов с законодательно запрещенным контентом. Для этого предполагается изменение маршрутизации данных пользователей через специальные точки приема-передачи информации и планы по созданию российской системы доменных имен. Если смотреть с технической точки зрения, то подобная система, известная как "Золотой щит" (или, неофициально, "Великий китайский файрвол") уже создана в Китайской народной республике. Её стоимость по оценкам экспертов составила приблизительно 800 миллионов долларов и её

постоянную работу обеспечивают 30 тысяч сотрудников. Опасения российских пользователей связаны с тем, что реализация этого закона в Российской Федерации приведет к тому, что, очевидно, практически все рычаги управления Рунетом будут сосредоточены в руках одной организации — Роскомнадзора.

Говоря о национальной системе доменных имен, необходимо помнить, что работу глобальной сети Интернет обеспечивают 13 корневых серверов службы доменных имен DNS, управляемых двенадцатью различными организациями, независимыми от ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers), изначально занимавшейся администрированием доменных имен и IP-адресами в глобальной сети. Общее число серверов DNS значительно больше — например, в России по состоянию на 2018 год уже было размещено 11 реплик корневых серверов DNS пяти имен. При этом надо иметь в виду, что только до трети запросов пользователей требуют обращения к одному из корневых серверов.

По данным за 2019 год российская доменная зона RU по числу доменов — более 5 миллионов — занимает пятое место в Интернете среди национальных доменов. Права администрирования национальных доменов верхнего уровня в России принадлежат автономной некоммерческой организации “Координационный центр доменов RU/.РФ”. Прекращение делегирования домена (временная блокировка доменного имени до устранения причины) или аннулирование регистрации домена может выполняться на основании судебного акта или решения компетентной организации, в частности, ФСБ, МВД, Роскомнадзора, Центрального Банка РФ, Лаборатории Касперского.

Технические и организационные вопросы блокировки запрещенного контента являются актуальными в том числе и при отражении кибератак на организации финансово-кредитной сферы.

Материалы и методы

В Доктрине информационной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ В.В. Путина 5.12.2016 года, констатируется, что состояние информационной безопасности характеризуется “постоянным повышением сложности, увеличением масштабов и ростом скоординированности компьютерных атак на объекты информационной инфраструктуры” [3].

Рассмотрим тенденции изменения угроз кибербезопасности в такой чувствительной сфере, касающейся как отдельного человека, так и государства в целом, как финансовая.

В соответствии с поручением Совета Безопасности Российской Федерации в структуре Главного управления безопасности и защиты информации (ГУБиЗИ) Банка России в июне 2015 года создан Центр мониторинга и реагирования на компьютерные атаки в кредитно-финансовой сфере — ФинЦЕРТ (FinCERT). Деятельность Центра базируется на соблюдении законодательства РФ в области защиты банковской тайны и обеспечении конфиденциальности, целостности и доступности хранимой и передаваемой информации [2]. Основными задачами ФинЦЕРТ являются организация обмена информацией и анализ инцидентов информационной безопасности, а также формирование аналитических материалов и подготовка рекомендаций в области обеспечения защиты информации в финансовой сфере.

Любое юридическое лицо, осуществляющее лицензированную финансовую деятельность, может стать участником информационного обмена. В обмене ин-

формацией также участвуют разработчики банковского программного обеспечения и антивирусных программ, операторы связи, правоохранительные органы и федеральные и региональные органы государственной власти. Участие в информационном обмене изначально являлось добровольным, но с 1.07.2018 года кредитные организации должны уведомлять Банк России об инцидентах информационной безопасности. Для повышения оперативности обмена информацией создана автоматизированная система обработки инцидентов (АСОИ ФинЦЕРТ), к которой подключены все банки Российской Федерации.

Литературный обзор

Сотрудничество с ФинЦЕРТ дает возможность финансовым (и не только) организациям оперативно узнавать об основных типах и механизмах реализации кибератак, а также об успешных методах противодействия подобного рода атак.

Ранее многие банки не сообщали в Банк России об успешных хакерских атаках, если речь не шла о значительных суммах. Главная причина этого — репутационные риски, поскольку в случае утечки информации возможен отток клиентов. В 2016 году Банк России разработал обязательное для всех участников платежной системы Банка России положение, согласно которому вводится обязанность в течение трех часов информировать ФинЦЕРТ о выявленных или возможных инцидентах, связанных с нарушениями требований к обеспечению защиты информации в платежной системе.

Результаты деятельности ФинЦЕРТ с 1 июня 2015 г. по 31 августа 2018 года обобщены в годовых отчетах. Среди основных показателей деятельности ФинЦЕРТ отмечено, что число организаций — участников информационного обмена достигло 718, причем рост их числа на последний год составил 16%.

Отчеты ФинЦЕРТ за последние три года [7–9] позволяют выявить следующие остающиеся неизменными недостатки в области информационной безопасности у организаций кредитно-финансовой сферы, которые привели к удачным кибератакам:

- ◆ недостаточная грамотность персонала в области информационной безопасности, в частности, при открытии электронных писем, пришедших извне;
- ◆ отсутствие средств антивирусной защиты либо устаревшие вирусные базы;
- ◆ отсутствие сегментирования локальных вычислительных сетей для обеспечения независимого выполнения технологических процессов банковских операций.

Вновь проявившиеся недостатки могут быть объяснены недостаточным пониманием сотрудниками серьезности требований к работе персонала в информационных системах и недостаточной квалификацией специалистов по информационным системам:

- ◆ использование слабых паролей либо хранение паролей в открытом виде;
- ◆ отсутствие установленных актуальных обновлений операционной системы MS Windows и офисного пакета MS Office, что позволяет злоумышленникам использовать известные уязвимости программного обеспечения;
- ◆ неправильная настройка межсетевых экранов;
- ◆ отсутствие или неправильная настройка средств обнаружения и предотвращения вторжений, позволяющее нарушителю длительное время скрытно находиться в сети.

Надо заметить, что в то же время появление этих новых причин говорит также о серьезном совершенствовании технического обеспечения информационных систем организаций кредитно-финансовой сферы за последние годы.

В качестве причин успешности целевых атак потеряли свою актуальность ненадлежащий контроль руководством кредитной организации установленной технологии работы с данными, присвоение пользователям избыточных прав локального администратора и отсутствие блокировки автоматического запуска макросов в документах Microsoft Office.

Таким образом, можно отметить, что, наряду с отдельными случаями несоблюдения элементарных принципов работы в компьютерных сетях, большая часть уязвимостей в настоящее время находится в области организационного обеспечения требований по поддержанию требуемого уровня информационной безопасности программного и аппаратного обеспечения.

Основными типами атак за отчетный период, зафиксированные ФинЦЕРТ, были:

- ◆ целевые атаки группировок злоумышленников на финансовые организации;
- ◆ спам-атаки на организации кредитно-финансовой сферы;
- ◆ атаки на клиентов кредитно-финансовых организаций с использованием методов социальной инженерии;
- ◆ атаки на клиентов банков с использованием вредоносного программного обеспечения;
- ◆ атаки на устройства самообслуживания.

По данным ФинЦЕРТ за последнее время наблюдается, с одной стороны, рост числа целевых атак на бан-

ковскую инфраструктуру, с другой — значительное снижение ущерба от успешных атак: с 1,1 млрд. рублей за восемь месяцев 2017 года до 80 миллионов рублей за аналогичный период 2018 года.

Нецелевые спам-атаки отличаются чрезвычайно низкой эффективностью в связи с возможностью фильтрации электронных писем. В связи с массовостью рассылки по тысячам адресов какая-то крайне небольшая часть пользователей, получивших подобные письма, всё-таки попадает на удочку методов социальной инженерии. Этому может способствовать недостаточная компьютерная грамотность пользователей. По данным ФинЦЕРТ 75% спам-рассылки содержит различные майнеры — программы для добычи криптовалют. Особого вреда это вредоносное программное обеспечение (ПО) не наносит, если не считать значительной траты вычислительных ресурсов компьютера. Остальные 25% спама — это фишинговые письма, “выигрыши”, реклама и письма с угрозами.

В настоящее время в связи с ростом защищенности кредитно-финансовых организаций происходит смещение вектора интереса злоумышленников в сторону клиентов кредитных организаций. Целью таких атак является установка вредоносного ПО и получение доступа к удаленному компьютеру, кража учетных данных пользователя к системам дистанционного банковского обслуживания, перехват реквизитов в платежных документах с целью создания подложных платежных поручений. Распространение вредоносного ПО происходит в основном через рассылки фишинговых писем с названиями, характерными для бухгалтерской или законодательной деятельности.

С января 2017 года ФинЦЕРТ стал принимать участие в блокировке фишинговых сайтов. С сентября 2017 года по август 2018 года по инициативе ФинЦЕРТ снято с делегирования 1668 доменов, использованных для мошенничества, в качестве лжебанков, микрофинансовых организаций, страховых компаний, электронных магазинов и т.д.

Иной вид, но с той же целью внедрения вредоносного ПО, имеют атаки, получившие название watering hole (“водопой”). Злоумышленники анализируют частоту посещения сотрудниками организации или обычными пользователями Интернет-ресурсов и взламывают сайты, пользующиеся популярностью, внедряя вредоносный скрипт. Этот скрипт может устанавливать вредоносное ПО на компьютер посетителя сайта.

Для атаки на физические лица — владельцев смартфонов используются телефонные звонки, рассылка СМС, вредоносное ПО, создающее окна приложений он-

лайн-банкинга. Широко используется взлом аккаунтов в социальных сетях с рассылкой просьб о материальной помощи. Уязвимостью является человеческий фактор — доверчивость и беспечность, используемые для доступа к платежным реквизитам граждан.

Основные виды атак на банковские терминалы или устройства самообслуживания остаются неизменными — это физический взлом устройства и проникновение на банкомат из внутренней сети банка с целью установки вредоносного ПО, обеспечивающего выдачу наличных денежных средств. Отмечено постоянное снижение атак типа скимминг и шимминг, предназначенных для копирования данных с магнитной ленты платежной карты, связанное с выпуском чипованных карт. Возросло число попыток мошенничества с отменой транзакций (TRF — Transaction Reversal Fraud) — воздействия на процесс обработки операции выдачи наличных средств. Целью атаки является принятие банкоматом ошибочного решения о необходимости обратного зачисления денежных средств. Один вариант атаки предполагает физическое повреждение шторки механизма с уже выданной денежной суммой, при этом банкомат прекращает обслуживание клиента, но восстанавливает баланс на счете карты. Второй вариант взлома использовал некорректные настройки некоторых процессинговых систем при переводе денежных средств от одного клиента к другому, позволяющие одновременно и выполнить зачисление на карту получателя и восстановить баланс на карте отправителя.

8 ноября 2016 года онлайн — ресурсы Сбербанка подверглись мощным DDoS — атакам. DDoS (Distributed Denial of Service) означает распределенную атаку типа “отказ в обслуживании”. Атаки были организованы с ботнетов, включающих десятки тысяч компьютеров, территориально распределенных по разным странам. Ботнет — это сеть компьютеров, скрытно зараженных вредоносными программами и находящаяся под контролем злоумышленников. Система защиты Сбербанка вовремя обнаружила и локализовала кибератаку, сбоев в работе сервиса не было. В период чемпионата мира по футболу в 2018 году зафиксировано три DDoS-атаки, но применение предложенных ФинЦЕРТ превентивных мер показало свою эффективность, сведя потери к нулю.

В апреле 2017 года ФинЦЕРТ разослал участникам информационного обмена информацию о методах выявления рассылаемого по почте вредоносного ПО WannaCry типа “шифровальщик” и рекомендации по установке пакета обновлений безопасности для операционных систем Microsoft Windows. 12 мая была зафиксирована кибератака с использованием данного типа вредоносного ПО. По итогам атаки были зафиксированы лишь единичные инциденты, связанные с компрометацией

ресурсов кредитных организаций, последствия которых были устранены в кратчайшие сроки. При атаках вирус-шифровальщиков exPetr и BadRabbit в июне и октябре 2017 года банковский сектор практически не пострадал.

Результаты

Анализ инцидентов информационной безопасности, приведенный в отчетах ФинЦЕРТ, полностью согласуется с опытом разработки информационных систем [4, 5], подтверждая тот факт, что наибольшими возможностями для нанесения ущерба организации обладает её собственный персонал [6]. Всё большую угрозу представляет вектор методов социальной инженерии, связанный с недостаточной внимательностью или образованностью пользователей в области соблюдения требований информационной безопасности.

Обсуждение

Обмен информацией о зафиксированных кибератаках и наблюдаемых тенденциях развития векторов кибератак на информационные системы предполагает организацию оповещения ответственных сотрудников о зафиксированных инцидентах информационной безопасности, индикаторах компрометации систем, а также осуществляемых спам-рассылках и попытках внедрения вредоносного ПО. Организационные и технические решения, предлагаемые законом о защите Рунета, повысят эффективность процедуры делегирования и аннулирования доменов, используемых для организации атак на российские информационные системы. Вместе с тем требуется существенное повышение уровня знаний в области информационной безопасности всех участников финансовых рынков в связи с использованием злоумышленниками человеческого фактора.

Заключение

Широкое использование методов социальной инженерии при организации кибератак на организации кредитно-финансовой сферы требует:

- ◆ повышения финансовой и информационной грамотности населения;
- ◆ разъяснительной работы со специалистами служб информационной безопасности;
- ◆ информирования населения о действиях банков для минимизации последствий инцидентов.

Информационный обмен позволяет организовать обмен опытом в борьбе с современными киберугрозами, повысить уровень компетенции, а так же выработку универсальных сценариев ликвидации последствий инцидентов информационной безопасности.

Благодарности

Автор выражает благодарность сотрудникам Центра мониторинга и реагирования на компьютерные атаки

в кредитно-финансовой сфере Центрального банка Российской Федерации на публикацию ежегодных отчетов, использованных для анализа тенденций изменения угроз в сфере информационной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 01.05.2019 № 90-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О связи» и Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» [Электронный ресурс]. — URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201905010025?index=0&rangeSize=1>. (Дата обращения: 27.06.2019).
2. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ (ред. от 18.03.2019) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» // СПС КонсультантПлюс. [Электронный ресурс]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/. (Дата обращения: 27.06.2019).
3. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента РФ от 05.12.2016 № 646) // СПС КонсультантПлюс. [Электронный ресурс]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_208191/. (Дата обращения: 27.06.2019).
4. Николаев В. В. Информационная система мониторинга фактического уровня защищенности образовательных учреждений // Информационное развитие России: состояние, тенденции и перспективы. Сб. науч. статей всерос. науч.-практ. конф. / Орел: Изд-во Среднерусского института управления — филиала РАНХиГС, 2017. — С. 120–126
5. Николаев В. В. Аспекты информационной безопасности при программировании на языке Java // Наука вчера, сегодня, завтра / Сб. ст. по материалам XLVIII междунар. науч.-практ. конф. № 7(41). — Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», 2017. — С. 11–15
6. Стандарт Банка России СТО БР ИББС-1.0–2014 «Обеспечение информационной безопасности организаций банковской системы Российской Федерации». [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.cbr.ru/Content/Document/File/46921/st-10-14.pdf>. (Дата обращения: 27.06.2019).
7. Отчет Центра мониторинга и реагирования на компьютерные атаки в кредитно-финансовой сфере Главного управления безопасности и защиты информации Банка России за период с 01 июня 2015 г. по 31 мая 2016 г. [Электронный ресурс]. — URL: http://www.cbr.ru/StaticHtml/File/14435/FinCERT_survey.pdf. (Дата обращения: 27.06.2019).
8. Отчет центра мониторинга и реагирования на компьютерные атаки в кредитно-финансовой сфере Главного управления безопасности и защиты информации Банка России • 1 июня 2016–1 сентября 2017. [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.cbr.ru/StaticHtml/File/14435/GUBZI-4.pdf>. (Дата обращения: 27.06.2019).
9. Отчет центра мониторинга и реагирования на компьютерные атаки в кредитно-финансовой сфере Департамента информационной безопасности Банка России • 1 сентября 2017–31 августа 2018. [Электронный ресурс]. — URL: http://www.cbr.ru/Content/Document/File/50959/survey_0917_0818.pdf. (Дата обращения: 27.06.2019).

© Николаев Владимир Вениаминович (nikolaev.vlad@gmail.com), Кулакова Татьяна Александровна (kulakova057@gmail.com).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СОВОКУПНОЙ ЦЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ АКТИВОВ ПРИ ОЦЕНКЕ РИСКОВ ОТ ИНСАЙДЕРСКИХ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Поляничко Марк Александрович

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО ПГУПС (г. Санкт-Петербург)
polyanichko@pgups.ru*

METHOD OF ESTIMATING THE TOTAL VALUE OF INFORMATION ASSETS WHEN ASSESSING THE RISKS FROM INSIDER THREATS TO INFORMATION SECURITY

M. Polyanichko

Summary. Insider threats to information security are threats from employees of the organization. The article addresses the problem of information security risks assessment related to the activity of insiders. A method of assessing the total value of information assets, expanding the ability to assess the potential consequences of the actions of the insider is introduced.

Keywords: insider, insider threat, detection and insider counteraction, risk assessment

Аннотация. Инсайдерские угрозы информационной безопасности — это угрозы, исходящие от работников организации. В статье рассматривается проблема оценки рисков информационной безопасности, связанных с деятельностью инсайдеров. Предложена методика оценки совокупной ценности информационных активов, расширяющая возможности по оценке потенциальных последствий от действий инсайдера.

Ключевые слова: инсайдер, инсайдерская угроза, обнаружение и противодействие инсайдером, оценка риска.

Цифровизация различных сфер деятельности [9] приводит к росту инцидентов информационной безопасности, связанных с деятельностью инсайдеров [3]. Инсайдерские угрозы несут разносторонний и значительный риск для организаций, так как действия инсайдеров могут нести угрозу репутации, бренду и финансовому положению компании [6]. Данная ситуация требует развития подходов к противодействию деятельности инсайдеров, в том числе развития методов оценки рисков информационной безопасности, связанных с инсайдерскими угрозами. Риск часто характеризуется как возможность того, что данная угроза будет реализована и нанесет ущерб организации. В случае противодействия инсайдером, для понимания возможных последствий от их действий требуется определение совокупной ценности информационных ресурсов, к которым они имеют доступ. В особенности в случае, когда рассматриваются ИТ работники, имеющие привилегированные учетные записи и администраторский доступ к базам данных.

Актуальной проблемой оценки рисков информационной безопасности является определение стоимости (ценности) информационных активов. Эта проблема проявляется особенно сильно в том случае, если для оценки рисков используются количественные методы, которые подразумевают наличие конкретной информации о стоимости активов. В данной работе принимается, что ценность актива произе-

кает возможности его использования для создания новых ценностей, продуктов и знаний, а также применения для реализации услуг бизнеса, который его использует. Имущество или активы могут быть разделены на нематериальные активы (знания, информация, данные и т.д.) и материальное имущество (оборудование и другие физические активы) [2].

К информационным активам можно отнести:

- ◆ Материальные информационные активы — компьютерная техника, компьютерные сети, носители информации, переносные электрические провода и др.
- ◆ Нематериальные активы — базы данных, системная документация, руководства пользователя, оперативных процедур, планов и т.д.
- ◆ Бумажные документы — контракты, инструкции, деловая документация, результаты деятельности и т.д.
- ◆ Программное обеспечение — прикладное и системное программное обеспечение, средства разработки и поддержки.
- ◆ Имидж и репутация компании.
- ◆ Корпоративная база знаний компании.

В настоящее время происходит активный рост ценности нематериальных активов. Растет значимость и влияние информационных активов на успешность бизнеса

Таблица 1. Опросный лист для оценки ценности информационного актива

№	Вопрос	Ответы	Балл ответа
1	Что произойдет, если этот информационный актив исчезнет?	Ничего особенного	0
		Незначительно снизится эффективность работы	1
		Без него возникнут сложности, но актив заменяемый	2
		Без актива возникнут новые ненужные расходы	3
		Произойдут большие задержки в работе и потребуются его замена	4
2	Сколько будет стоить замена информационного актива или создание нового?	Пренебрежительно мало	0
		Стоимость существует, но она низкая	1
		Значительные затраты	2
		Высокая стоимость	3
		Неприемлемо высокая стоимость	4
3	Что произойдет, если конкурент будет обладать такой же информацией?	Ничего	0
		Подобная информация конкурентам и так доступна	1
		Конкурент получит понимание важных процессов	2
		Конкурент сможет догнать организацию	3
		Конкурент сможет получить преимущество	4
4	Существуют ли обязательства по хранению информации и существуют ли юридические последствия в случае ее потери?	Не существуют	0
		Необходимо хранить информацию непродолжительное время	1
		Организация должна хранить информацию, но последствий за нарушение не существует	2
		Хранение обязательно и организация может столкнуться с наказанием за неисполнение	3
		Хранение обязательно и организация может столкнуться с серьезным наказанием за неисполнение	4
5	Теряется ли важность информации со временем?	Очень быстро	0
		Быстро	1
		После 1 года	2
		После нескольких лет	3
		Не теряется	4

Таблица 2. Уровни ценности информационных активов

Уровень	Диапазон баллов	Описание
Очень низкий	0–4	Информационный актив не имеет экономической ценности и может быть заменен с минимальными затратами.
Низкий	5–8	Информационный актив представляет небольшую ценность, а его потеря имеет небольшое влияние на деятельность организации.
Средний	9–12	Информационный актив важен, но может быть заменен. Потеря имеет умеренные последствия.
Высокий	13–16	Информационный актив особенно важен для организации и его уничтожение может иметь серьезные последствия для организации.
Очень высокий	17–20	Наиболее ценный информационный актив, потеря которого имеет комплексное влияние на организацию.

в целом. В связи с цифровизацией всех основных отраслей и предприятий, такая тенденции сохранится. В таких условиях определить ценность информационных активов становится сложно и, как правило, данная ценность определяется субъективно.

Однозначного решения задачи оценки ценности информационного актива не существует, так же, как и не существует универсального метода оценки, который можно применять в различных условиях. Тем не менее, существуют возможности, позволяющие дать оценку ценности информации на основе определенного набора критериев [5]. Далее будут рассмотрены параметры, определяющие ценность информационных активов и предложен подход к их оценке.

Определение стоимости нематериальных активов является обязательным условием при оценке рисков информационной безопасности. Простая констатация факта, что некоторый информационный актив является более важным, чем другие, не является достаточным обоснованием для выделения финансирования на обеспечение его информационной безопасности. Поскольку ценность актива необходимо определять более точно, то требуется принимать во внимание форму его представления, способы работы с ним и структуру характеристик, формирующих его ценность. Еще одна причина затруднения оценки ценности информационных активов заключается в том, что, как правило, конкретные количественные данные о влиянии оцениваемых активов на результаты деятельности организации отсутствуют.

Как и другие организационные активы, информационные активы имеют стоимость, которая может складываться из стоимости приобретения, хранения и поддержки, но, при этом, ценность информационная актива не обязательно может подчиняться экономическим законам и обладать некоторыми уникальными свойствами, значительно влияющим на стоимость. К таким свойствам можно отнести [1, 4]:

1. Информация может распространяться в неограниченном количестве
2. Ценность информации увеличивается по мере роста ее использования
3. Информация может терять ценность со временем
4. Ценность информации растет по мере роста ее точности

5. Ценность информации растет при ее объединении с другой информацией
6. Объем информации не обязательно увеличивает ее ценность
7. Информация — неистощаемый ресурс

На основании этих свойств предлагается опросный лист, позволяющий дать оценку ценности информационного актива:

На основании результатов информационный актив может быть отнесен к одному из пяти уровней ценности информационного актива.

$$W = \{w_1, w_2, \dots, w_m\}, \quad (1)$$

где
 w_i — оценка стоимости информационного актива;
 m — количество информационных активов.

Оценки совокупной ценности информационных активов, доступных пользователю u_i может быть получена по формуле:

$$CV_i = \frac{\sum_{j=1}^m a_{ij} * w_j}{\sum_{j=1}^m a_{ij}} \quad (2)$$

где
 a_{ij} — наличие доступа у пользователя i к ресурсу j .

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{доступ есть} \\ 0, & \text{доступ отсутствует} \end{cases}$$

w_i — оценка стоимости информационного актива,
 $w_j \in W$.

Обнаружение инсайдерских угроз — комплексная задача, которая в силу непредсказуемости человеческого поведения [7] не имеет определенного решения и, скорее всего, текущая тенденция сохранится и со временем количество инцидентов информационной безопасности, связанных с деятельностью инсайдеров будет только возрастать. Предложенная методика оценки совокупной ценности информационных активов может быть внедрена в процессы управления рисками организации [8]. Это позволит определить наиболее актуальные инсайдерские угрозы и применить меры, снижающие потенциальный ущерб от действий инсайдера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Glazer R., Measuring the Value of Information: The Information Intensive Organisation, IBM Systems Journal, Vol 32, No 1, 1993.
2. Humphreys E. J., Guide to BS7799 Risk Assessment and Risk Management, British Standards Institution, London, 1998.
3. Insider Threat Report: 2018 — CA Technologies // CA Technologies URL: <https://www.ca.com/content/dam/ca/us/files/ebook/insider-threat-report.pdf> (дата обращения: 18.07.2018).

4. Moody D., Walsh P. Measuring The Value Of Information: An Asset Valuation Approach // Seventh European Conference on Information Systems (ECIS'99). 1999. С. 1–17.
5. Sajko M., Rabuzin K., Ваца М. How to calculate information value for effective security risk assessment // Journal of Information and Organizational Sciences. 2006. № 2 (30). С. 263–278.
6. Поляничко М. А., Королев А. И. Критерии классификации инсайдеров // Естественные и технические науки. 2018. — № 9., Выпуск (123). — 2018 — с. 149–151.
7. Поляничко М. А. Моделирование действий инсайдеров на основе аппарата информатики поведения // Естественные и технические науки. 2018. — № 12., Выпуск (126). — 2018 — с. 446–449.
8. Поляничко М. А. Модель зрелости процессов противодействия внутренним угрозам // Естественные и технические науки. 2018. — № 11., Выпуск (125). — 2018 — с. 452–456.
9. Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 N1632-р «Об утверждении программы Цифровая экономика Российской Федерации»».

© Поляничко Марк Александрович (polyanichko@pgups.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ЭЛЕКТРОННЫЙ ПРОМЫСЛОВЫЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ ОТЧЕТНОСТИ РЫБОЛОВНЫХ СУДОВ

E-THE LOGBOOK REPORTING FISHING VESSELS

I. Protsenko

Summary. the technology “Electronic fishing journal” (EPG) refers to the digitalization of the production activities of fishing vessels and enterprises and is used to monitor the location and fishing of ships, the formation of fishing records. The article is devoted to the problems of automation of logging on fishing vessels on the basis of EPG technology. The main reporting of fishing vessels is the trade journal. Automation of its management is a prospect and is the basis for the development and improvement of the industry monitoring system (OSM). EPG technology refers to the means of generating, storing, protecting and transmitting fishing information from fishing vessels. In General, the task of monitoring the location of the vessel is to obtain a real-time segment of the trajectory of the vessel at a given time interval with a given discreteness. Improving the efficiency of monitoring the fishing activities of ships is possible through the automation of the process of reporting fishing, detailing the report on the positioning and fishing activities, protection of fishing information from destruction, distortion, unauthorized access.

Keywords: fishing, fishing vessels, fishing reporting, satellite navigation systems, marine communication systems, information fishing system, monitoring system.

Проценко Игорь Григорьевич

*Д.т.н., профессор, Камчатский государственный
технический университет, Петропавловск-
Камчатский
ip1954@list.ru*

Аннотация. технология «Электронный промысловый журнал» (ЭПЖ) относится к цифровизации производственной деятельности рыбопромысловых судов и предприятий и используется для мониторинга местоположения и промысла судов, формирования промысловой отчетности. Статья посвящена проблемам автоматизации ведения промыслового журнала на рыболовных судах на основе технологии ЭПЖ. Основной отчетностью рыболовных судов является промысловый журнал. Автоматизация его ведения является перспективной и лежит в основе развития и совершенствования отраслевой системы мониторинга (ОСМ). Технология ЭПЖ относится к средствам формирования, накопления, защиты и передачи промысловой информации рыболовных судов. В общем виде задача мониторинга местоположения судна состоит в том, чтобы в реальном масштабе времени получить отрезок траектории движения судна на заданном интервале времени с заданной дискретностью. Повышение эффективности мониторинга промысловой деятельности судов возможно за счет автоматизации процесса составления промысловой отчетности, детализации отчета о позиционировании и промысловой деятельности, защиты промысловой информации от уничтожения, искажения, несанкционированного доступа.

Ключевые слова: рыболовство, рыболовные суда, промысловая отчетность, спутниковые навигационные системы, системы морской связи, информационная рыбопромысловая система, система мониторинга.

Непрерывное наблюдение и контроль за местонахождением и промысловой деятельностью судов является современным требованием большинства стран, так или иначе связанных с рыбной отраслью. Для России, для Камчатки, в частности, этот вопрос весьма актуален, а сохранение её морских биоресурсов — жизненно важная проблема, определяющая уровень экономического развития региона.

Поэтому с 2000 года на акватории исключительной экономической зоны России функционирует отраслевая система мониторинга рыболовства (ОСМ) [1], обеспечивающая спутниковое позиционирование и сбор промысловой отчетности с судов.

ОСМ — достаточно эффективный инструмент контроля за промыслом водных биоресурсов [2–4] — построена на современных спутниковых, телекоммуникационных и компьютерных технологиях и постоянно совершенствуется [5,6].

Наиболее перспективной на пути развития и совершенствования ОСМ является технология «Электронный промысловый журнал» (ЭПЖ). Технология ЭПЖ относится к средствам формирования, накопления, защиты и передачи промысловой информации рыболовных судов.

В отраслевых нормативных документах [1] и литературе [3] мониторинг (непрерывное наблюдение) за промысловой деятельностью судов представляет собой решение совокупности двух основных задач: мониторинг местоположения судна с использованием автоматизированных технологий и судовых технических средств контроля (ТСК) и сбор ежесуточной промысловой отчетности (ССД — судовое суточное донесение), отражающей результаты работы судна за истекшие сутки.

ЭПЖ был предложен и реализован в одном из технических вариантов гораздо раньше, чем началось внедрение ОСМ. В состав ОСМ технология ЭПЖ вклю-

чает автоматизацию ведения промыслового журнала, а промысловая отчетность представляется в едином информационном и программно-техническом комплексе, решающим задачи наблюдения и контроля за местоположением судна, промысловыми и технологическими операциями, отчетно-финансовыми судовыми документами.

В общем виде задача мониторинга местоположения судна состоит в том, чтобы в реальном масштабе времени получить *отрезок траектории движения судна на заданном интервале времени с заданной дискретностью*. Любая техническая система, дающая решение этой задачи, может быть рассмотрена для применения в качестве системы мониторинга.

В качестве требований к технической части ЭПЖ могут быть:

- ◆ частота получения спутниковых позиций судна (параметры позиции: дата, время, координаты местонахождения, курс, скорость);
- ◆ возможность управления частотой получения позиций;
- ◆ время, необходимое для доставки позиций пользователям ОСМ;
- ◆ количество судов, которые одновременно могут обслуживаться системой;
- ◆ точность определения координат местонахождения судна и достоверность данных;
- ◆ надежность и конфиденциальность получения информации;
- ◆ отсутствие возможности умышленного или неумышленного искажения данных;
- ◆ стоимость берегового оборудования;
- ◆ стоимость судового оборудования;
- ◆ стоимость трафика;
- ◆ простота и надежность эксплуатации ТСК.

Помимо удовлетворения этих требований желательно, чтобы:

- а) можно было обеспечить высокую вероятность ответа на запрос позиции, в том числе за счет механизмов подтверждения прохождения ответа и повторного запроса;
- б) отсутствие ответа на запрос комментировалось (ТСК отключено, ТСК неисправно, и т.д.);
- в) отключение или вмешательство в работу ТСК фиксировалось и документально подтверждалось при расследовании таких фактов.

Задачу мониторинга позиционирования можно разбить на составляющие:

- (а) на судне необходимо наличие навигационного приемника, с помощью которого каждую минуту определяется позиция судна и, затем, данные ши-

роты, долготы, курса и скорости движения судна записываются в память бортового компьютера;

- (b) необходимо наличие системы связи, с помощью которой можно передать с берега на судно содержание запроса на получение отрезка траектории (а затем и принять ответ с судна);

- (c) на судне необходимо устройство связи, с помощью которого в автоматическом режиме можно принять этот запрос, на бортовом компьютере расшифровать его, выбрать из ранее записанной в компьютер траектории необходимые точки и отправить их на берег.

Одно из решений задачи мониторинга местоположения судна было предложено на Камчатке в 1996 году в составе технологии ЭПЖ на предварительном этапе исследования и проектирования системы мониторинга, к внедрению которой приступили гораздо позже в 1999 году.

В качестве спутниковой платформы для ЭПЖ была выбрана международная спутниковая система Inmarsat. На судне «Агинский» и на берегу (ГП «Рыбрадиоцентр», КЦСМ) были установлены мобильные приемо-передающие станции Inmarsat-C/GPS сопряженные с персональными компьютерами. Разработанные специальные компьютерные программы обеспечивали автоматический обмен сообщениями между двумя станциями через БЗС в режиме «двойного скачка». Время получения ответа на запрос колебалось от 6 до 9 минут. Дополнительно, была решена задача занесения в компьютер сведений о промысловых операциях, формирования базы данных промысловой отчетности, формирования ССД, отправки ССД на берег, автоматического приема и обработки запросов с берега.

Финансовые затраты были следующими:

- ◆ станция Inmarsat-C/GPS — 10000 американских долларов;
- ◆ позиция судна — 0.04 до 0.08 американских долларов в зависимости от длины отрезка траектории (чем больше точек, тем меньше стоимость одной позиции);
- ◆ 1 ССД — от 0.5 до 0.75 американских долларов в зависимости от объема ССД.

Затем это версия ЭПЖ была частично внедрена (9 крабовых судов), но в связи с тем, что мониторинг (ОСМ) за судами был введен только 2000 году, широкое распространение технология не получила.

Постановление Правительства № 226 [1] определило возможность использования для целей мониторинга рыбопромысловых судов широкого спектра спутниковых систем как иностранных, так и отечественных. Вы-

бор спутниковых систем, которые могут использоваться, определяется минимально допустимыми требованиями. Окончательный выбор спутниковой системы для включения судов в систему мониторинга остается за судовладельцем, а центры мониторинга обеспечивают поддержку всех применяемых (допустимых) систем.

Если учитывать, что станциями Inmarsat-C/GPS оснащено 80% флота, а цена трафика невелика и соответствует потребностям в информации (т.е. запрашивается большой объем информации или детализируется отрезок траектории обычно в случае составления доказательной базы для административных и уголовных дел), то по основным параметрам разработанное техническое решение в течение многих лет оставалось наиболее приемлемым.

Тем не менее, разработанное техническое решение оказалось сложным и не стало базовым для ОСМ в силу двух существенных недостатков. Во-первых, использовалось специальное программное обеспечение (ПО), а учитывая, что станции Inmarsat-C/GPS на судах используются еще и для задач ГМССБ, то сложность согласования работы ПО ЭПЖ и ПО ГМССБ, сертификация ПО и т.д. существенно возросла. Другая проблема — большое количество используемых моделей станций Inmarsat-C/GPS, для каждой из которых нужно модифицировать ПО, при этом некоторые модели принципиально не дают возможности это сделать.

С учетом всех обстоятельств, в 1999 году было принято решение вводить мониторинг на стандартных технологиях спутниковых систем Inmarsat-C и Argos и продолжать работы по «доводке» отечественных спутниковых систем.

В стандартных технологиях спутниковых систем Inmarsat и Argos предполагается передача позиций на берег без создания архива позиций на судне. Поэтому имеется возможность вернуться к «прошлым» позициям судна только по тем точкам отсчета, по которым заранее был сделан опрос. С одной стороны, эта технология не позволяет детализировать траекторию движения судна, с другой, она предполагает некоторую заранее определенную частоту опроса судов, а значит заданный трафик.

Таким образом, на задачу мониторинга позиций налагаются ограничения и требование к спутниковым системам, обеспечивающим мониторинг, было сформулировано следующим образом: *регулярно получать N местоположений (позиций) судна в сутки, но не реже чем 1 раз в T_n часов. Время поступления (доставки) координат к пользователю не должно превышать T_d часов.*

Спутниковые системы позиционирования Инмарсат или Аргос, предназначенные для решения задач определения местоположения судов и позволяющие передавать с судов короткие сообщения, являются базовыми для ЭПЖ с технологической точки зрения, однако главные задачи ЭПЖ решаются на стыке информационных потоков спутникового позиционирования и промышленной отчетности.

Использование спутниковой системы позиционирования Аргос показало, что она обеспечивает автоматическое определение координат контролируемого судна так, что практически исключает возможность фальсификации данных позиционирования со стороны экипажа судна. Однако система спутникового позиционирования, основанная на доплеровском сдвиге, не обеспечивает необходимую дискретность и детализацию позиций применительно к мониторингу промышленной деятельности судов ввиду ограниченного объема передаваемой информации и невозможности двусторонней связи.

Повышение эффективности мониторинга промышленной деятельности судов возможно за счет:

- ◆ автоматизации процесса составления промышленной отчетности;
- ◆ детализации отчета о позиционировании с дискретностью до 1 мин;
- ◆ детализации отчета о промышленной деятельности (время, количество, характеристика промышленных операций, виды добытой рыбы, характеристика прилова и т.д.);
- ◆ защиты промышленной информации от уничтожения, искажения, несанкционированного доступа;
- ◆ организации двусторонней связи для изменения режима позиционирования и получения детализированного отчета по запросу с берега без участия экипажа судна.

Указанная цель может быть достигнута за счет того, что устройство ЭПЖ будет содержать соединенные:

- ◆ датчик Аргос
- ◆ блок сопряжения с GPS приемником
- ◆ блок ввода информации
- ◆ блок записи траектории движения
- ◆ блок формирования ССД
- ◆ приемно-передающее устройство.

В этом составе ЭПЖ обеспечивает:

1. Формирование и накопление в компьютере показателей промышленной деятельности судна в виде данных промышленного журнала, основных данных технологического и судового журналов, отчетно-финансовых документов о приеме и отгрузке рыбной продукции.

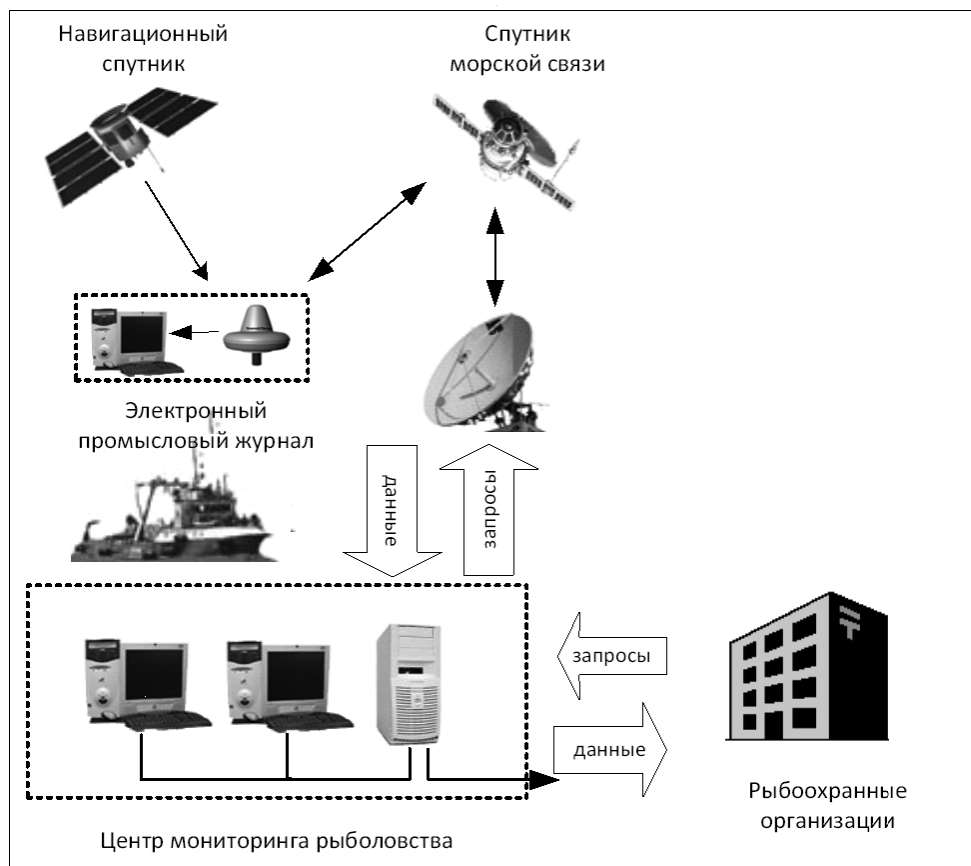


Рис. 1. Схема информационных потоков

2. Автоматическую дискретную (через заданный интервал времени) передачу на берег координат местонахождения, курса и скорости движения судна, полученных с использованием спутниковой навигационной системы.
3. Автоматическое формирование судового суточного донесения с результатами промысловой деятельности судна и передачу их с использованием судовых спутниковых (других) средств связи на берег в информационную систему мониторинга рыболовства.
4. Прием запросов от береговых служб и автоматическую передачу (в их адрес) координат местонахождения судна на любой момент времени.
5. Формирование параметров траектории движения судна (координат, даты и времени местоположения, курса и скорости) с использованием спутниковой навигационной системы, последующим накоплением точек траектории, хранением их в памяти компьютера и использованием в документах промысловой отчетности.
6. Прием запросов от береговых служб и автоматическую передачу (в их адрес) данных об отрезках траектории движения судна соответственно запрашиваемым параметрам.

Перечисленные функции реализуются с использованием судового персонального компьютера и программного средства (ПС). Функции 3–6 реализуются при наличии на борту судна спутниковой станции связи Inmarsat-C/GPS. Функции 5–6 реализуются только на спутниковых станциях определенного типа. Спутниковая станция связи Inmarsat-C обеспечивает двустороннюю связь между абонентами телеграфных сетей, сетей передачи данных, а также другими абонентскими станциями и является необходимой для задач ГМССБ.

Схематически ЭПЖ функционирует следующим образом (см.рис.1):

1. Каждую минуту судовой приемник глобальной позиционирующей системы GPS/GLONASS получает сигналы от навигационных спутников. По сигналам с GPS-приемника автоматически, без участия экипажа, устанавливаются время, координаты, курс и скорость судна. На основании этих данных в бортовой компьютер, сопряженный с GPS-приемником, заносятся координаты точек траектории движения судна с минутным интервалом.
2. По мере выполнения промысловой операции судном в течение отчетных суток экипажем в ком-

пьютер заносятся данные о времени ее начала и окончания, о величине улова, объектах промысла и другая информация. По данным времени начала и окончания промысловой операции и полученных автоматически координат фиксируются координаты точки начала и окончания промысловой операции, курс и скорость судна.

3. После выполнения грузовой операции по приему или сдаче рыбной продукции в компьютер заносятся данные о времени начала и окончания операции, реквизиты финансово-отчетного документа, а также данные о количестве и виде перегруженной продукции.
4. По завершении отчетных суток в компьютер вводятся данные, отражающие итоги работы за сутки: объем выпущенной за отчетные сутки рыбной продукции, запасы, грузы на борту, затраты календарного времени. После того, как данные итогов работы за сутки введены, автоматически формируется ССД, которое затем передается на берег.
5. Из офиса судовладельца, органов рыбоохраны и других организаций, имеющих санкционированный доступ к данным промыслового журнала, по морской связи на судно может поступить запрос на выдачу данных об отрезке траектории движения судна (за любой прошедший период с заданной частотой). При этом судовой компьютер автоматически (без участия оператора), на основании ранее записанных данных о точках траектории движения судна, сформирует сообщение с выбранными точками траектории и передаст его в организацию, пославшую запрос.

Таким образом, информация электронного промыслового журнала представлена массивами информации двух видов:

- ◆ траектории движения судна, формируемой в виде точек, полученных от GSP-приемника с минутным интервалом (координаты места, времени, скорости и курса судна в каждой из точек) и занесенных в компьютер и указанием.
- ◆ показателей промысловой деятельности судна за отчетные сутки, формируемые в виде таблиц с соответствующими реквизитами.

На основе ЭПЖ обеспечивается:

1. Автоматическое накопление спутниковых позиций, с заданной частотой, которая может существенно превышать частоту спутникового позиционирования, реализуемую удаленными запросами центра мониторинга. Здесь необходимо отметить, что частота поступления спутниковых координат в центр мониторинга в ОСМ обычно в среднем составляет 26 позиций в сутки,

которые поступают в соответствии с заданным расписанием. Увеличению частоты расписания опроса станций препятствуют два фактора: стоимость и пропускная способность каналов.

2. Получение данных о спутниковом позиционировании судна, с любой заданной частотой (вплоть до 1-й минуты), по запросу зарегистрированных пользователей. Реализация данной задачи, в свою очередь, позволяет проводить более детальные анализы промысловой деятельности судов и подтверждать информацию вплоть до швартовок и перегрузок судов, что невозможно осуществить при частоте опросов станций, реализуемой с центра мониторинга.
3. Автоматическое формирование и отправка судовых суточных донесений. Членам экипажа, отвечающим за составление ССД, можно заполнить поля показателей отчетности, содержащих информацию по промысловым, перегрузочным и др. операциям судна за текущие сутки. Остальная информация сформируется автоматически.
4. Автоматическая проверка показателей ССД на наличие ошибок. Предварительный анализ показаний, что проверка на стадии составления отчетности показателей ССД, позволяет сократить количество ошибочных данных, поступающих в центр мониторинга на 80–90%. Такое снижение ошибок значительно уменьшает трафик поступающих телеграмм и сокращает затраты, связанные с их отправлением.
5. Внесение корректировок в ССД и автоматическая отправка исправленных данных.
6. Комплексное использование данных спутникового позиционирования и промысловой отчетности. Решение этой задачи позволяет получать наиболее точные и полные сведения о промысловых операциях судов, включая время начала и время окончания операций и координаты судна с заданной частотой за данный промежуток времени.

Необходимым условием, выдвигаемым к программному обеспечению ЭПЖ, является отсутствие возможности фальсификации данных и корректировок членами экипажа накапливаемых архивов. Для выполнения данного условия используются создание цепочки хэшей накопленных ежесуточных отчетов.

ЭПЖ обеспечивает занесение информации в компьютер членом экипажа (пользователем), отвечающим за ведение промыслового журнала и составление ССД. Для этого программа включает в себя визуальную форму с закладками, содержащими поля для ввода показателей ССД. Принадлежность полей ввода показателей закладкам определяется логической структурой блоков ССД.

ССД формируется программным путем как результат процесса заполнения таблиц суточного отчета о промысловой деятельности судна. Состав блоков и показателей ССД соответствует положению о функционировании информационной системы «Рыболовство», утвержденному приказом Госкомрыболовства № 185 от 10.10.96 г.

Требования к техническим средствам

В состав ЭПЖ, в зависимости от конфигурации, должны входить технические средства:

- ◆ GPS/GLONASS-приемник;
- ◆ средство связи судна с берегом;
- ◆ персональный компьютер (планшет, смартфон).

Как правило, в качестве GPS-приемника используется GPS-приемник, интегрированный в техническое средство контроля (ТСК), установленное на судне. При этом должна быть обеспечена защита от вмешательства со стороны экипажа в работу GPS-приемника с целью искажения координат фактического местоположения судна.

В качестве средства связи можно использовать станции спутниковой связи Инмарсат-С. Часто на судах эти станции используются в качестве ТСК. Для передачи данных в центр мониторинга может выступать и другое средство связи, которое способно обеспечивать возможность передачи двоичных данных, объемом не менее 1 Кб и временем доставки сообщения не более 3-х часов.

Вывод

В связи с постоянно возрастающей потребностью в качестве и полноте поступающей промысловой информации использование технологии ЭПЖ является на сегодняшний день актуальной. Ее внедрение позволяет получить наиболее точную и полную картину деятельности судов без увеличения частоты опросов спутниковых позиций с ТСК, уменьшает количество неумышленных ошибок в данных ССД и предоставляет возможность подтверждать события типа сближения и швартовок судов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проценко И. Г. Информационная система мониторинга рыболовства // Рыбное хозяйство, 2001. Спец. выпуск. С. 3–18.
2. Постановление правительства Российской Федерации от 26 февраля 1999 г. № 226 «О создании отраслевой системы мониторинга водных биоресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов».
3. Мониторинг рыболовства 2005. Инструкции и рекомендации экипажам промысловых судов и судовладельцам. Под общ. ред. д.т.н. Проценко И. Г., — Петропавловск-Камч.: ФГУП «Камчатский центр связи и мониторинга», 2005. — 264с.
4. Росрыболовство. [электронный ресурс]: официальный сайт. URL: www.fishcom.ru.
5. Кошкарева Л. А. Вопросы совершенствования ИСП // Рыбное хозяйство. — 2006. — № 6.
6. Проценко И. Г., Кошкарева Л. А., Образцов Ф. А. Вопросы повышения эффективности системы контроля качества мониторинга и промысловой отчетности // Проблемы современного естествознания: Материалы научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов (25–27 марта 2003 г.). — Петропавловск-Камч.: КамчатГТУ, 2003. — С. 41–50.

© Проценко Игорь Григорьевич (ip1954@list.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СООБЩЕНИЙ УСТНОЙ КАЗАХСКОЙ РЕЧИ

ANALYSIS OF RESEARCH METHODS TO ASSESS THE OUTPUT QUALITY OF THE ORAL SPEECH OF THE KAZAKH

O. Romashkova
Y. Bakhtiyarova
A. Kargulova
B. Anykbaev

Summary. The article deals with the analysis of research methods to assess the quality of oral Kazakh speech messages. The methods of speech quality assessment are described in detail. The algorithm with alternating priority with alternating priority through the counting of messages of oral Kazakh speech is the best of the three implementations of the stssp CONSIDERED in the work. This significant advantage can be explained by the significant impact on the SNR of losses of more than one reference in a row.

Keywords: voice quality, efficiency, speech information, high recognition.

Ромашкова Оксана Николаевна

Д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Московский государственный лингвистический университет (МГЛУ)» г. Москва, Россия
 ox-rom@yandex.ru

Бахтиярова Елена Ажибековна

К.т.н., доцент, Казахская Академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева (КазАТК) г. Алматы, Казахстан
 baelag@mail.ru

Каргулова Алия Нурымовна

Докторант, Казахская Академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева (КазАТК) г. Алматы, Казахстан
 kargulova84@mail.ru

Аныкбаев Бекзат Есжиярович

Докторант, Казахская Академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева (КазАТК) г. Алматы, Казахстан
 anykbaiev@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы анализа методов исследования для оценки качества сообщений устной казахской речи. Подробно описаны методы оценки качества речи. Алгоритм с чередующимся приоритетом с чередованием приоритета через отсчет сообщений устной казахской речи является лучшим из трех рассматриваемых в работе реализаций СЦСП. Такое значительное преимущество можно объяснить значительным влиянием на ОСШД потерь более одного отсчета подряд.

Ключевые слова: речевое сообщение, методы оценки качества, отношение сигнал — шум, критерии оценки качества.

Введение

В настоящее время широкое развитие получили цифровые сети, в которых все виды информации, в том числе речь, передаются в цифровом виде. При реализации цифровых преобразований речевых сигналов возникают специфические искажения, которые влияют на качество речи.

В соответствии с Рекомендацией Р.48 МККТТ эффективная полоса пропускания звукового тракта речевого (тонального) сигнала лежит в области 300–3400 Гц. Одним из критериев качества речи является разборчивость, т.е. смысловая понятность переданной информации слушателю [1,2,3].

Постановка задачи

Разборчивость — объективная количественная величина, характеризующая способность тракта телефонной связи передавать содержащуюся в речи смысловую информацию в данных конкретных условиях акустической среды.

Под мерой разборчивости следует понимать отношение числа правильно принятых элементов речи (звуков, слогов, слов, предложений) к достаточно большому общему числу переданных, выраженное в процентах или долях единицы. В соответствии с этим различают разборчивость звуков, слогов, слов и фраз [4,5].

Таблица 1.

Класс качества (оценка разборчивости)	Характеристики класса качества	Процент совпадений с табличным материалом
Высший (отличная)	Понимание передаваемой речи без малейшего напряжения внимания	> 80
Первый (Хорошая)	Понимание передаваемой речи без затруднений	56–80
Второй (Удовлетворительная)	Понимание передаваемой речи с некоторым напряжением внимания, без переспросов и повторений	41–55
Третий (Предельно допустимая)	Понимание передаваемой речи с некоторым напряжением внимания, редкими переспросами и повторениями	25–40
Четвертый (Неудовлетворительная)	Понимание передаваемой речи с большим напряжением внимания, частыми переспросами и повторениями	< 25

Таблица 2.

Характеристика качества речи	Баллы
Естественность звучания речи. Высокая узнаваемость. Полное отсутствие помех и искажений	4,6–5,0
Естественность звучания речи. Высокая узнаваемость. Отдельные малозаметные искажения или помехи	4,0–4,5
Естественность звучания речи. Высокая узнаваемость. Слабое постоянное присутствие отдельных видов искажений или помех	3,5–3,9
Незначительное нарушение естественности и узнаваемости. Заметное присутствие отдельных искажений или помех	3,0–3,4
Заметное нарушение естественности и ухудшение узнаваемости, присутствие нескольких видов искажений (картавость, гнусавость и др.) или помех	2,5–2,9
Существенное искажение естественности и ухудшение узнаваемости. Постоянное присутствие искажений типа картавость, гнусавость и др. или помех	1,7–2,4
Сильные искажения типа картавость, гнусавость и др. Механический голос. Наблюдается потеря естественности и узнаваемости	< 1,7

Для проведения испытаний по оценке разборчивости используются тональный и артикуляционные методы, в которых экспертные оценки выносятся экспертами. Основным является статистическая достоверность их результатов, т.е. число участвующих в испытаниях экспертов и количество прослушиваний должно быть достаточными.

Тональный метод основан на способности человеческого уха достаточно точно улавливать минимальный порог уровня громкости.

Речевой сигнал воспроизводится в виде отдельных тональных полосок. При прослушивании их уровень уменьшается до минимально воспринимаемой громкости. Полученные значения затухания с помощью справочных таблиц, используемых при расчетах разборчивости речи, пересчитываются и дают численное значение этого параметра [1,2,3].

Измерение разборчивости методом артикуляции производится бригадой операторов путем передачи и приема по телефонному тракту серии артикуляционных таблиц, составленных из элементов речи (звуков, слогов, слов, фраз). В зависимости от используемых артикуляционных таблиц (звуковые, слоговые, словарные, фразовые) измеряют следующие виды разборчивости: звуковую, слоговую, словесную и фразовую. В результате таких измерений полученные величины разборчивости являются оценкой качества телефонного тракта [4,5].

Из всех типов артикуляционных таблиц на практике нашли применение слоговые и словесные. При этом слоговые артикуляционные таблицы можно рассматривать как основные, так как на практике в основном измеряется именно слоговая разборчивость. Оценочные характеристики для слоговых артикуляционных испытаний представлены в табл. 1.

С появлением цифровых систем записи и сжатия речи выявляются специфические шумы и искажения, которые ухудшают качество речи. Для их оценки введены разные виды артикуляционных испытаний. Наиболее точными для оценки заметности искажений, вносимых кодеком, являются парные сравнения испытательных фраз. В соответствии с Рекомендацией Р.48 МККТ качество речи испытуемого тракта оценивают с эталонным трактом путем сравнения, в качестве которого используют стандартный телефонный тракт.

Качество речи оценивают по контрольным фразам, приведенным в ГОСТ Р50840–95. Каждую контрольную фразу передают один раз через оцениваемый тракт, другой — через эталонный тракт [3].

Качество речи по методу парных сравнений оценивают по 5-бальной системе с оценочным шагом в 0,1 балла. В табл. 2 приводится соответствие между качеством речи речевого тракта и оценкой в баллах для метода парных сравнений.

Классификация критериев оценки качества речевого сигнала приведена в [6]. Согласно этой классификации, выделяются показатели точности восстановления отдельной реализации и множества реализаций сообщения. Чаще используется вторая группа критериев [7,8], причем предпочтение отдается показателям среднеквадратического приближения [9].

В качестве критерия точности воспроизведения речевого сигнала используем нормированный показатель мощности — средний квадрат (усреднение по множеству реализаций) ошибки, шума воспроизведения (текущей разности между исходным и восстановленным сообщением), усредненный по времени и приведенный к дисперсии сообщения [1,10,11]

$$\gamma^{-2} = \frac{\sigma_w^2}{\sigma_c^2}, \quad (1)$$

где σ_w^2 — мощность шума,

σ_c^2 — мощность сигнала.

Отношение мощности сигнала к мощности шумов [3,10,30,11]:

$$ОСШ = 10 \lg \left(\frac{1}{\gamma^2} \right), \text{ дБ.} \quad (2)$$

Шумы квантования по уровню (отношение мощности сигнала к мощности шумов — ОСШК) относятся к шумам, коррелированным с речевым сообщением, а шумы дискретизации и восстановления (отношение мощности сигнала к мощности шумов — ОСШД) речевого сообщением по его отсчетам — не коррелированным [12,13].

Для анализа качества воспроизведения казахской речи при различных реализациях статистического уплотнения необходимо распределение вероятностей $P(X)$ случайной величины X количества подряд отбракованных отсчетов в рекуррентном потоке на входе интерполирующего фильтра дополнительного комплекта [2, 3, 13].

В качестве входных данных используются два файла типа «RAW» (побайтный поток отсчетов ИКМ с параметрами, определенными рекомендацией G.711 ITU-T), полученные путем конвертирования реальных аудиозаписей телефонных разговоров двух пар абонентов. С целью определения статистики коллизий, «столкновения отсчетов» основного и дополнительного комплекта каждый отсчет основного комплекта преобразован к виду «активный/пассивный».

В работах [15, 3] определена достаточная (для имитационного моделирования) продолжительность реализации речевого сообщения (L в отсчетах и t в минутах) с использованием развития оценки вероятности θ отбраковки отсчета дополнительного комплекта и относительной погрешности $\delta\theta, \%$ ее определения.

Следует отметить, что значение оценки θ практически стабилизируется (при выполнении условия $|\delta\theta| < 2\%$) при $t \geq 20$ мин. С запасом выбираем продолжительности $L=14\ 400\ 000$ отсчетов (30 мин) для реализаций речевых сообщений основного и дополнительного комплектов.

В работах [15,16] получены результаты моделирования — распределение вероятностей случайной величины X количества подряд отбракованных отсчетов речевого сообщения основного $p_1(X)$ и дополнительного $p_2(X)$ комплекта (термины «основной» и «дополнительный» здесь теряют смысл, поскольку оба комплекта находятся в равноценных условиях).

Вероятность отбраковки отсчета дополнительного комплекта при чередовании приоритета через цикл передачи E_1 равна 0,027, при чередовании через отсчет равна 0,127, а при фиксированном приоритете — 0,034.

Также аналогично в работах [15,16] получены распределения вероятностей $p(X)$ для чередующегося приоритета.

На основании полученных экспериментальных распределений вероятностей $p(X)$ случайной величины X количества подряд отбракованных отсчетов речевого сообщения можно оценить качество его восстановления, используя методику [1,5].

Отношение мощности сигнала к мощности шумов, вызванных процессами восстановления (ОСШД) [1,5] имеет вид (3)

где $\Omega' = 2 \cdot \pi \cdot F'_{cp}$; $\Omega = 2 \cdot \pi \cdot F_{cp}$; $R = \alpha$; $B = 2 \cdot \pi \cdot f_0$;
 F'_{cp} — частота среза идеального ФНЧ, используемого при восстановлении;
 F_{cp} — частота среза идеального ФНЧ, используемого при предварительном ограничении спектра;

$$C = 2 \cdot \pi \cdot f_{д} + B; D = 2 \cdot \pi \cdot f_{д} - B;$$

$$Q = \langle (x+1)(F_{cp} + F'_{cp}) / f_{д} \rangle; \quad ;$$

$\langle \rangle$ — операция округления до большего целого значения.

В формуле (2) использована аппроксимация нормированной в области положительных частот усредненной спектральной плотности мощности речи [1,5,17] (4)

с параметрами $\alpha = 1000$ Гц и $f_0 = 400$ Гц [18] для сообщения устной речи на русском языке (в работе [1] приведены значения этих параметров для речевых сообщений на английском, испанском и вьетнамском языках).

В работе [1] показана высокая степень соответствия этой аппроксимации спектральной плотности мощности речи, предложенной в [1,6] на основании рекомендаций P.51 ITU-T

$$S(f) = -465,75 + 465,44 \lg(f) - 157,75 \lg^2(f) + 16,71 \lg^3(f). \quad (5)$$

В работах [2,19] с использованием результатов экспериментальных исследований уточнены параметры аппроксимации (2) нормированной СПМ телефонного

сигнала на русском языке: $f_0 = 390$ Гц, $\alpha = 492$ Гц и $M = 0,207$. Для телефонного сигнала на казахском языке получаем $f_0 = 300$ Гц; $\alpha = 427$ Гц и $M = 0,477$.

В случае использования алгоритма с фиксированным приоритетом с использованием исходных данных $F_{cp} = F'_{cp} = 3400$ Гц, $f_{д} = 8000$ Гц [1,2,8] при использовании распределения $p(X)$ оценка составит ОСШД=34,79 дБ. А при использовании распределения $p(X)$, представленного в [17] — ОСШД=48,84 дБ соответственно.

Следовательно, при известной оценке вероятности θ потери пакета использование геометрического распределения приводит к завышенной оценке качества восстановления речевого сообщения дополнительного комплекта.

В случае использования алгоритма с чередующимся приоритетом для сообщения устной казахской речи ОСШД=37,53 дБ при чередовании приоритета через цикл передачи E1 и ОСШД=43,86 дБ при чередовании приоритета через отсчет.

Таким образом, также получено подтверждение преимуществу алгоритма с чередующимся приоритетом сообщения устной казахской речи (ОСШД при использовании этого алгоритма равно 37,53 дБ, а при фиксированном приоритете его значение составляет 34,79 дБ).

Однако, для чередующегося приоритета при чередовании приоритета через отсчет значение ОСШД составляет 43,86 дБ, что на 6,33 дБ больше чем при чере-

$$ОСШД = 10 \cdot \lg \left\{ \sum_x p(X) \cdot \frac{1+M}{2 \cdot \pi} \cdot \sum_{i=1}^Q \left[\begin{aligned} & \arctg\left(\frac{\Omega'-C}{R}\right) + \arctg\left(\frac{\Omega'+D}{R}\right) - \\ & - \arctg\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot i \cdot f_{д} / (x+1) - \Omega - C}{R}\right) - \\ & - \arctg\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot i \cdot f_{д} / (x+1) - \Omega + D}{R}\right) \end{aligned} \right] \right\}^{-1}, \quad (3)$$

$$M = 1 - \frac{1}{\pi} \cdot \arctg\left(\frac{\Omega - B}{R}\right) - \frac{1}{\pi} \cdot \arctg\left(\frac{\Omega + B}{R}\right),$$

$$S_{\lambda}(f) = (1+M) \cdot S_{\lambda}^H(f) = 2 \cdot (1+M) \cdot \alpha \cdot \left[\frac{1}{\alpha^2 + 4\pi^2(f-f_0)^2} + \frac{1}{\alpha^2 + 4\pi^2(f+f_0)^2} \right],$$

$$M = 1 - \int_{F_H}^{F_B} S_{\lambda}^H(f) df = 1 - \frac{1}{\pi} \left[\arctg\left(\frac{2\pi F_B - \omega_0}{\alpha}\right) - \arctg\left(\frac{2\pi F_H - \omega_0}{\alpha}\right) + \arctg\left(\frac{2\pi F_B + \omega_0}{\alpha}\right) - \arctg\left(\frac{2\pi F_H + \omega_0}{\alpha}\right) \right], \quad (4)$$

довании приоритета через цикл передачи E1 и на 9,07 дБ больше чем при фиксированном приоритете.

Вывод

В представленной работе проведен анализ методов исследования для оценки качества сообщений устной казахской речи. Подробно описаны методы оценки качества речи. Алгоритм с чередующимся приоритетом с чередованием приоритета через отсчет сообщений устной казахской речи является лучшим из трех рассматриваемых в работе реализаций СЦСП. Такое значительное преимущество можно объяснить значительным влиянием на ОСШД потерь более одного отсчета подряд.

Для стохастической цифровой системы передачи (СЦСП) со статистическим уплотнением при уточнении аппроксимации СПМ сообщения устной казахской речи [5] получены значения ОСШД, отличающиеся от значений ОСШД сообщения устной русской речи на 5,16 дБ для фиксированного приоритета, на 7,19 дБ при чередовании приоритета через цикл передачи E1 и на 1,34 дБ при чередовании приоритета через отсчет. Также получены значения ОСШД, отличающиеся от представленного в работе /20/ на 8,59 дБ для фиксированного приоритета, на 10,51 дБ при чередовании приоритета через цикл передачи E1 и на 4,47 дБ при чередовании приоритета через отсчет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горелов Г. В., Ромашкова О. Н., Чан Туан Ань. Качество управления речевым трафиком в телекоммуникационных сетях. — М: Радио и связь, 2001.
2. Бахтиярова Е. А. Вероятностные характеристики сообщения устной казахской речи. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. М. МИИТ. 2007. — 113 с.
3. Ефимов А. П., Рысин Ю. С., Свобода Д. Г. Акустические измерения, оценки, контроль. Учебное пособие. — М.: МТУСИ, 2005. — 113 с.
4. Быков С. Ф., Журавлев В. И., Шалимов И. А. Цифровая телефония: Учеб. пособие для вузов. — М.: Радио и связь, 2003. — 144 с.
5. Лукова О. Н. Анализ качества стохастической цифровой передачи речевой информации (Методика и ее использование при разработке информационных систем). Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. М. МИИТ. 1994. — 149 с.
6. Горелов Г. В. Нерегулярная дискретизация сигналов. М.: Радио и связь, 1982. — 256 с.
7. Новоселов О. Н., Фомин А. Ф. Основы теории и расчета информационно-измерительных систем. М.: Машиностроение, 1991. — 336 с.
8. Фомин А. Ф. Помехоустойчивость систем передачи непрерывных сообщений. — М.: Сов. радио, 1975. — 352 с.
9. Ольховский Ю. Б., Новоселов О. Н., Мановцев А. П. Сжатие данных при телеизмерениях. — М.: Сов. радио, 1971. — 304 с.
10. Горелов Г. В. Алгоритм Burst aloha в статистическом уплотнении аудиоинформационных сигналов // ЛОКСЕТЬ-90. Рига. 1990. — с. 38–41.
11. Чан Туан Ань. Разработка и исследование методов оценивания качества пакетной передачи вьетнамской речи. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. М. МИИТ. 1995.
12. Gorelov G., Romashkova O. Influence of russian, spanish and vietnamese speech characteristics on digital information transmission quality. Proceedings of the IEEE International Symposium on Industrial Electronics. ISIE'96. Warsaw Vol 1. — p.311–313.
13. Горелов Г. В. Качество воспроизведения речи в стохастических цифровых системах передачи // Автоматика и вычислительная техника. 1993. -N5. — с. 40–43.
14. Горелов Г. В., Бахтиярова Е. А., Карпов А. В., Вероятностные характеристики речевого трафика. Мир транспорта 2007, № 1, с. 22–25.
15. Бахтиярова Е. А. Качество воспроизведения устной казахской речи в стохастических цифровых системах передачи при ее статистическом уплотнении. Вестник КазАТК, № 4, 2008. — с. 285–290.
16. Горелов Г. В., Толмачев П. Н., Бахтиярова Е. А. К оценке качества восстановления речевого сообщения при статистическом уплотнении первичной цифровой системы передачи // ВКСС Connect. — 2006. — № 2. — с. 94–97.
17. Горелов Г. В., Казанский Н. А., Лукова О. Н. Методика оценки качества пакетной передачи речи в интегральных цифровых сетях. — М.: Электросвязь, N9, 1992. — с. 31–33.
18. Горелов Г. В., Кочнов Л. Л., Пчелинцев А. В., Пчелинцева Н. М. К оценке качества полосного вокодера. Обработка сигналов в системах телефонной связи. 1998. — с. 71–74.
19. Горелов Г. В., Бахтиярова Е. А., Толмачев П. Н., Ширинский Д. А. К оценке энергетического спектра речевого сообщения // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. Украина — Харьков.-2007, № 4. — с. 64–68.
20. Толмачев П. Н. Методы имитационного моделирования в определении качества стохастической цифровой передачи речевой информации. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. М. МИИТ. 2006.

© Ромашкова Оксана Николаевна (ox-rom@yandex.ru), Бахтиярова Елена Ажибековна (baelag@mail.ru),
Каргулова Алия Нурымовна (kargulova84@mail.ru), Аныкбаев Бекзат Есжиярович (anykbaiev@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

АНАЛИЗ РАЗБОРЧИВОСТИ РЕЧИ В СЕТЯХ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗИ НА УЧАСТКАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ANALYSIS OF SPEECH INTELLIGIBILITY IN NETWORKS OF OPERATIONAL AND TECHNOLOGICAL COMMUNICATION ON SECTIONS OF RAILWAY TRANSPORT OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

O. Romashkova
Ye. Bakhtiyarova
B. Anykbaev
A. Kargulova

Summary. The article provides an overview of existing speech transmission systems in networks of operational and technological communication on sections of St. Dostyk — Aktogai — Mointy — Zharyk — Zhezkazgan Sexual — Aktobe — Zhaisan, ie the route from the East coast and inland provinces of China to the EU (the Northern corridor TASM). In addition, the characteristics of analytical models of speech communication are given. Features of speech intelligibility calculation of technological communication are considered, and can serve as a basis of a technique of speech quality assessment in e networks of operational and technological communication.

Keywords: voice quality, efficiency, speech information, high recognition.

Ромашкова Оксана Николаевна

Д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Московский государственный лингвистический университет (МГЛУ)» г. Москва, Россия
ox-rom@yandex.ru

Бахтиярова Елена Ажибековна

К.т.н., доцент, Казахская Академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева (КазАТК) г. Алматы, Казахстан
baelag@mail.ru

Аныкбаев Бекзат Есжиярович

Докторант, Казахская Академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева (КазАТК) г. Алматы, Казахстан
anykbaiev@mail.ru

Каргулова Алия Нурымовна

Докторант, Казахская Академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева (КазАТК) г. Алматы, Казахстан
kargulova84@mail.ru

Аннотация. В статье приводится обзор существующих систем передачи речи в сетях оперативно-технологической связи на участках ст. Достык — Актогай — Мойынты — Жарык — Жезказган — Сексеул — Актобе — Жайсан, т.е по маршруту от Восточного побережья и внутренних провинций Китая в страны ЕС (северный коридор ТАЖМ). На ряду с этим приводятся характеристики аналитических моделей речевого сообщения. Рассматриваются особенности расчета разборчивости речи технологической связи, и могут быть послужить основой методики оценки качества речи в э сетях оперативно-технологической связи.

Ключевые слова: качество передачи речи, эффективность, речевая информация, высокая узнаваемость.

Введение

В настоящее время на железных дорогах Республики Казахстан планируется провести широко-масштабное модернизация систем и сетей связи, в связи с этим возникает задача анализа качества передачи речевых сообщения в существующих системах, а также разработка рекомендации по улучшению качества функционирование систем в целях повышения разборчивости речи.

Обзор существующих систем передачи речи участках железнодорожного транспорта РК

В качестве рассматриваемого участка принята участок железной дороги ст. Достык — Актогай — Мойынты — Жарык — Жезказган — Сексеул — Актобе — Жайсан. Это обосновывается тем, что на данный момент разработан Стратегия развития акционерного общества «Национальная компания «Қазақстан темір жолы»

до 2025 года, и согласно данного документа предусматривается кроме иных работ, связанных с другими деятельностью, следующие работы:

- ◆ организацию высокоскоростных каналов связи и передачи данных;
- ◆ модернизацию систем ОТС с переходом на ВОЛС;
- ◆ перехода на цифровые стандарты радиосвязи и передачи данных [1].

Участок Достык — Актогай

Данный участок обслуживается Актогайской дистанцией сигнализации и связи (ШЧ-31). На данном участке применяются ВЧ кабели магистральной связи (магистральный вводный и сл. на узлы связи МС) типов МКПАШ, МАУМ, а в качестве НЧ кабелей магистральной связи (отпаи, шлейфы и т.д.) применяются кабели типов МКПАШ, МАУМ, ТЗКПАБ, ЗКП.

В качестве аппаратуры первичной сети связи на данном участке используются системы передачи К-60, К 12-12, ТУ-РС, В 3-3, а в вторичной сети используется аппаратура ПУ-4Д.

Участок Актогай — Мойынты

От станции Актогай до станции Саяк обслуживается Актогайской дистанцией сигнализации и связи (ШЧ-31), а от станции Саяк до станции Мойынты обслуживается Балхашкой дистанцией сигнализации и связи (ШЧ-23). На данном участке используется воздушные линии связи (ВЛС).

В качестве аппаратуры первичной сети связи на данном участке используются системы передачи ОК 12-12, В 12-3, ОВ 12-3, ТН — 12,, В 3-3, а в сети оперативно-технологической связи используется аппаратура ПУ-4Д, ПСТ-2_60, КСС-20/30, КАСС-ДСП, КАСС-53, КАСС-6.

Для организации поездной радиосвязи (ПРС) на станциях и перегонах данного участка используются радиостанции 43 РТС-А2-ЧМ на частоте 2130 кГц. В качестве АСУ применяется антенно-согласующее устройство, а для фидерной линии кабель РК 75-4-16.

Участок Мойынты — Жарык

Данный участок обслуживается Акадырской дистанцией сигнализации и связи (ШЧ-21). На данном участке применяются кабели ВОЛС.

В сети оперативно-технологической связи используется аппаратура DX-500.

Для организации ПРС на станциях и перегонах данного участка используются аппаратуры РС-46М, 43-РТС-

А2-ЧМ (КВ), РС-46МЦ-09, 42-РТМ-А2-ЧМ (КВ ст.ц.) ТЧ на частоте 2130 кГц.

Участок Жарык — Жезказган

Данный участок обслуживается Жанааркинской дистанцией сигнализация и связи (ШЧ-22). На всем обслуживаемом участке используется ВЛС.

В качестве аппаратуры первичной сети связи на данном участке используются системы передачи ОВ-12-3, ОВ-3-3, П-305, ТТ-144, а в сети оперативно-технологической связи используется аппаратуры Пу-62, П-327, ПУ-4Д, ПСТ-2, 43ртс.

Для организации ПРС на станциях и перегонах данного участка используются радиостанции РС-46М, а на станциях ст. Жанаарка, Кызылжар используются радиостанции РВС-01 КЗ на частоте 2130 кГц. В качестве АСУ применяется антенно-согласующее устройство, а для фидерной линии кабель РК-50-7-16.

Участок Жезказган — Сексеул

Национальный оператор АО «НК«КТЖ» несколько лет назад принял в качестве стандарта цифровой радиосвязи TETRA и приступил к его внедрению на вновь строящихся и модернизируемых участках. На вновь построенных участках цифровая радиосвязь внедрялась совместно с системой интервального регулирования движения поездов на базе радиоканала. Для этого на каждом локомотиве устанавливаются бортовая система безопасности и мобильная радиостанция.

Данный участок относится к вновь построенным участкам [2].

Участок Сексеул — Кандыгач

От станции Сексеул до станции Жем обслуживается Шалкарской дистанцией сигнализации и связи (ШЧ-3), а от станции Жем до станции Кандыгач обслуживается Кандыгайской дистанцией сигнализации и связи (ШЧ-4). На данном участке применяются кабели магистральной связи типов МКБАБ, МАУМ-К, а в качестве кабелей вторичной коммутации применяются кабели типов ТЗПАБп, ТЗПАБ, МКПАШ, МКБАБ, МАУМ.

В качестве аппаратуры первичной сети связи на данном участке используются системы передачи К-60П, П-306, а в сети оперативно-технологической связи используется аппаратура ПУ-4Д, МСС-12-6М, КАСС-22, КСМ-1, ВСП 24/10, ПСТ2М, ДСТ-4-61, ДСТ-2-61, КАСС-ДСП.

Для организации ПРС на станциях и перегонах данного участка используются радиостанции ЖР — УК — СП и РС-46МЦВ на частоте 2130 кГц. В качестве АСУ применяется антенно-согласующее устройство, а для фидерной линии кабель РК-75–70.

Участок Кандыгач — Жайсан

Данный участок обслуживается Актюбинской дистанцией сигнализация и связи (ШЧ-5). На всем обслуживаемом участке используется ВЛС. На участке Актобе — Кандыгач применяются кабели магистральной связи типов МКПАШ, а на участке Актобе — Жайсан проложен ВЛС с переходом местами на кабельные линии типов МКПАШ и МКСАБ. В качестве кабелей вторичной коммутации применяются кабели типов ТЗБ, ТЗГ, ТЗАБЛ, ТЗАБВ, МКСГ, МКПАШП, МКПАБ, МКПАШ.

В качестве аппаратуры первичной сети связи на данном участке используются системы передачи К-60П, П-306, В-3–3, П-310, РСДТ-4, а в сети оперативно-технологической связи используется аппаратура ПУ-4Д, ПУ-2000, КАСС–ДСП, ДХ-500, УКСС-8, ПУ-2000М, КС-2000.

Из выше указанного можно сделать вывод что, эксплуатируемые системы ОТС и линии связи морально и физический устаревшие, который требует модернизацию этих систем и линий, что и рассматривается в [1], и в [3] который касается участка Мойынты — Жарык.

Особенности расчета разборчивости речи для систем технологической связи

Безусловно, перед рассмотрением особенностей расчета разборчивости речи технологической связи, необходимо рассмотреть вопросы функционирования основного канала, характеристики которого определяют режим преобразования речи в цифровую форму и регламентированы рекомендацией МСЭ-T G.711 Международного союза электросвязи, но этот вопрос подробно рассмотрена в [4]. Также, необходимо отметить, что характеристики передаваемой речи напрямую зависит от существующей линией связи. В предыдущем разделе описывается существующие линии, где в основном используются малоэффективные медные кабельные и воздушные линии связи. Ключевые моменты строительства ВОЛС на участках железных дорог Республики Казахстан рассматривается в [5].

Характеристики аналитических моделей речевого сообщения

Речь предназначена для общения. Возможности речи с этой точки зрения можно характеризовать по-разному.

Один из количественных подходов основан на теории информации, в связи, с чем речь можно описать ее информационным содержанием или информацией. Другой способ описания заключается в представлении ее в виде сигнала, т.е. акустического колебания.

Речь как акустический процесс характеризуется физическими параметрами. Основными параметрами, используемыми при описании речевого сигнала, являются:

- ◆ статистическое распределение звуков, слогов и слов при произношении речи;
- ◆ временные характеристики звуков;
- ◆ основной тон речи;
- ◆ усредненный за длительное время спектр;
- ◆ распределение формантных частот;
- ◆ мгновенное амплитудное распределение речи.

При построении различных систем обработки речи эти параметры играют важную роль.

При нормальных условиях передачи суммарный уровень громкости речевых сигналов у рта говорящего принимается равным 97 дБ, что соответствует звуковому давлению примерно 2 Па. Уровни громкости речевых сигналов диспетчеров и других оперативных работников железнодорожного транспорта изменяются в течение их рабочего времени, что объясняется реакцией нервной системы на нагрузку. На рис. 1. показано характерное изменение уровня громкости речевых сигналов поездного диспетчера и дежурных по станциям в течение 12-часового дежурства (кривая 1). Наибольшие отклонения ΔB_p от среднего значения $B_{p,cp} = 100$ дБ приходятся на часы максимальной нагрузки оперативных работников.

Оснащение рабочих мест диспетчеров, дежурных по станциям и других оперативных работников дополнительными устройствами, обеспечивающими информацию об оперативной обстановке на перегонах, станциях и других объектах не только повышает эффективность деятельности работников, но и улучшает условия их труда. Это сказывается и на изменениях уровня речевого сигнала. В качестве примера, подтверждающего сказанное, на рис. 1 приведена кривая 2 изменения уровня громкости речевого сигнала диспетчера при оборудовании его участка диспетчерским контролем. Сравнивая кривые 1 и 2, можно видеть, что во втором случае наблюдаемые колебания уровня громкости речевого сигнала значительно меньше.

Спектральная характеристика речевого сигнала определяется зависимостью среднего в течение длительного времени уровня громкости речевых сигналов B_p (рис. 2) от частоты.

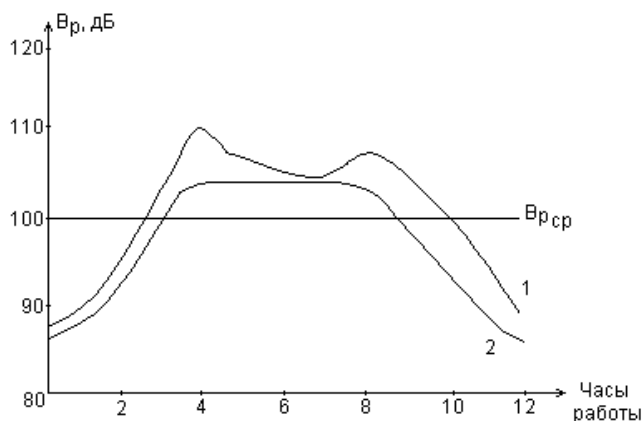


Рис. 1. Зависимость уровня громкости речевых сигналов поездного диспетчера и дежурных по станциям от времени

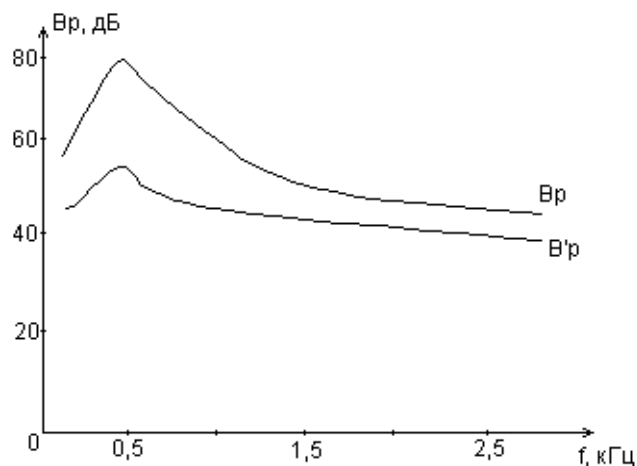


Рис. 2. Зависимость уровня громкости речевых сигналов от частоты в усредненном спектре русской речи при звуковом давлении 2 Па

При расчете разборчивости используется спектр формант (рис. 2, кривая V'_p).

Приведенные на рис. 2 характеристики спектра формант относятся к уровню звукового давления речевых сигналов на мембрану микрофона телефонного аппарата (97 дБ). Если для передачи речи используются громкоговорящие установки, то в них микрофон удален от говорящего на расстояние r_2 .

Таким образом, если речь передается не с телефонного аппарата, а с громкоговорящей установки (режим «Hands Free»), то необходимо при расчетах разборчивости формант уменьшать табличные значения V'_p на 32 дБ [6].

Аналитический метод расчета разборчивости речи основан на расчете формантной разборчивости A . По этому методу спектр передаваемых частот делится на m полос с равной долей формант в каждой $\Delta f_{тк}=0,05$.

Суммарная разборчивость формант A .

$$A = 0,05 \sum_{k=1}^m p_k, \quad (1)$$

где p_k — вероятность восприятия формант в каждой полосе [7].

Значения p_k зависят от уровней ощущения формант E'_k на приемном конце тракта в каждой расчетной полосе (рис. 1). Уровень ощущения формант E'_k определяется физическими характеристиками речи и слуха, частотны-

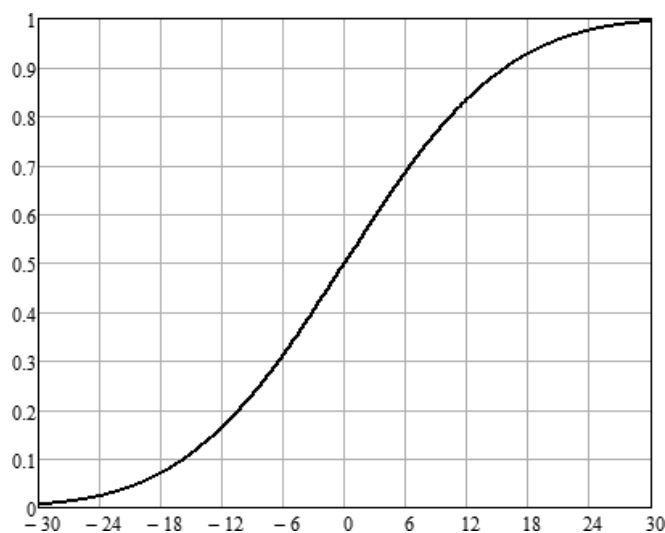


Рис. 3. Зависимость вероятности восприятия формант от уровней ощущения формант

ми характеристиками элементов трактов, а также маскирующим действием шума и рассчитывается так:

$$E'_k = B'_p - a - B'_{ш}, \quad (2)$$

где B'_p — спектральный уровень интенсивности формант на передающем конце тракта; a — затухание тракта; $B'_{ш}$ — спектральный уровень шума в пункте приема у уха абонента.

Для определения формантной разборчивости A необходимо по формуле (2) рассчитать значения E'_k

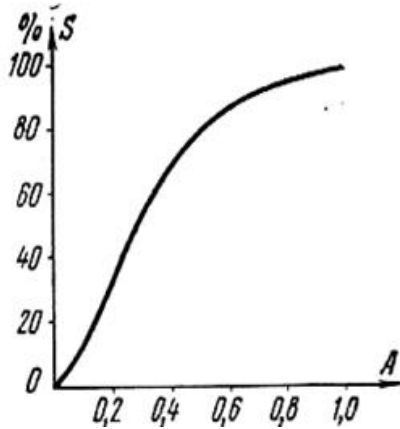


Рис. 4. Зависимость слоговой разборчивости от формантной

для средних частот каждой полосы, затем по графику на рис. 3 определить соответствующие им значения p_k и потом подставить их в формулу (1) [7.8]. По рассчитанному значению формантной разборчивости можно определить другие виды разборчивости: слогов S (рис. 4), звуков D , слов W , фраз I и чисел N (рис. 5). Так удовлетворительное качество связи будет иметь место при разборчивости формант $A = 25 \div 35\%$, слогов $S = 40 \div 55\%$, слов $W = 87 \div 90\%$, фраз $I = 95 \div 87\%$ и чисел $N = 92 \div 95\%$ которые определены в [8].

Расчет разборчивости речи.

1. Вычисляются спектральные уровни речи с поправкой на расстояние от микрофона $\Delta B'_P = 20 \lg 50 = 32$ дБ.
2. По заданному спектру и уровню акустических шумов находится его спектральные уровни B_a [8.9].
3. Определяется суммарную поправку $\Sigma \Delta L$.
4. Определяется фактический индекс тракта Q_{mc} .
5. Все данные заносятся в таблицу.
6. Вычисляется спектральные уровни речи у слушателя

$$B_{P.C.} = B_{P.M.} + Q_{M.C.} \tag{3}$$

7. Вычисляется спектральные уровни помех

$$B_{II} = B_{P.C.} + \Sigma \Delta L - 21. \tag{4}$$

8. Суммируются спектральные уровни помех со спектральными уровнями акустических шумов

$$B_{III} = B_a + B_{II} = 10 \lg(10^{0.1B_a} + 10^{0.1B_{II}}). \tag{5}$$

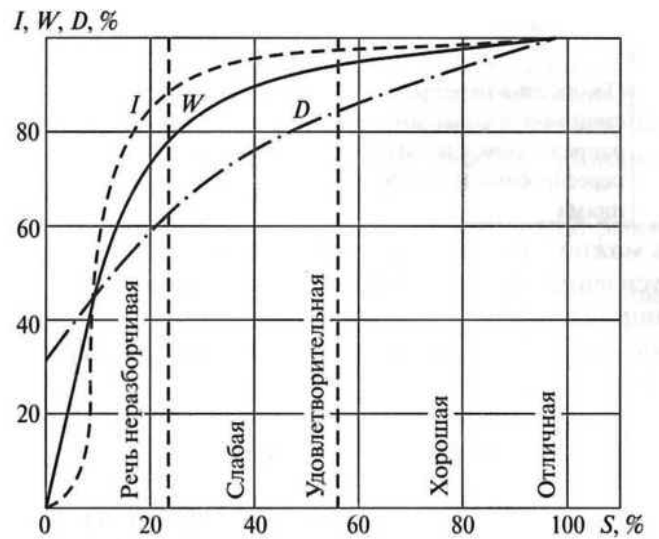


Рис. 5. Зависимости разборчивости слов, фраз и чисел от формантной разборчивости

9. Вычитается из спектрального уровня речи спектральный уровень суммарных помех и шумов и получается уровень ощущения формант [9,10].

$$E = B_{P.C.} - B_{III}. \tag{6}$$

10. По найденному уровню ощущения находится коэффициент разборчивости k_ϕ :

$$\text{для } 0 < E < 18 \text{ дБ, } k_\phi = \frac{(E+6)}{30} \tag{7}$$

или находится его точные значения по таблице. Все вычисленные значения заносятся в сводную таблицу.

11. Суммируются полученные величины коэффициентов разборчивости и находится формантная разборчивость:

$$A = 0,05 \sum_{k=1}^m p_k.$$

По формантной разборчивости определяется слоговая S и словесная W разборчивости речи [10.11].

Из анализа данных коэффициента разборчивости следует, что нижние частоты передаются намного хуже верхних. Так как есть запас по предельному индексу тракта на этих частотах, то можно спроектировать их примерно на 4 дБ. Разборчивость от этого практически не изменится, но повысится качество звучания.

Для ориентировочного определения разборчивости речи можно воспользоваться сокращенной методикой расчета. Если спектры речи и шумов изменяются по ча-

стоте не очень резко, то нет смысла вычислять их для всех полос равной разборчивости, а достаточно рассчитать их на октавных частотах [12,13].

Октаве 173–350 Гц соответствует одна полоса равной разборчивости (200–350 Гц).

Октава 350–700 Гц охватывает три полосы (330–465); (465–605); (605–750).

Октава 700–1400 Гц включает в себя 4 полосы (750–900); (900–1060); (1060–1230); (1230–1410).

Октава 1400–2800 Гц → 6 полос (1410–2840).

Октава 2800–5600 Гц → 5 полос (2840–5640).

Участок диапазона 5600–7000 Гц соответствует последней полосе равной разборчивости (5640–7000).

С учетом этого формантная разборчивость определяется по формуле [12,13]:

$$A = 0,05(k_{\phi 1} + 3k_{\phi 2} + 4k_{\phi 3} + 6k_{\phi 4} + 5k_5 + k_{\phi 6}), \quad (8)$$

Где $k_{\phi 1}$ – $k_{\phi 6}$ — коэффициенты разборчивости на октавных частотах.

ВЫВОД

Разработанные в данной статье предложения могут быть распространены на различные виды оперативно-технологической связи участков железных дорог Республики Казахстан, и могут служить основой для разработки методики оценки качества речи в этих сетях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия развития акционерного общества «Национальная компания «Қазақстан темір жолы» до 2025 года. Утвержденный решением Совета директоров АО «НК «ҚТЖ» от 26 ноября 2015 года, № 11 (Внесены изменения и дополнения решением Совета директоров АО «НК «ҚТЖ» от 11 февраля 2016 года протокол № 2).
2. Бахтиярова Е. А., Арипов Х. А. Развитие радиоэлектронных и телекоммуникационных технологий в железнодорожной отрасли // Материалы ХLI Международной научно-практической конференции на тему: «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика» (3–4 апреля 2017 г.), том 2, Алматы, Казахская академия транспорта и коммуникации им. М. Тынышпаева.
3. Горелов Г. В., Осницкий В. И., Трусов К. С., Ромашкова О. Н. Компандирование речевого сообщения по рекомендации МСЭ-Т G. 711 международного союза электросвязи // Современные проблемы науки и образования. 2015. Т. 1 № 1.
4. Липская М. А., Бахтиярова Е. А. Ключевые моменты строительства ВОЛС на участках железных дорог Республики Казахстан // Сборник материалов Межд. научно-практ. конф., посв. 135-летию М. Тынышпаева «Транспорт в XXI веке: состояние и перспективы», 24–25 апреля 2014 г. / Алматы: Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, 2014. — 470с.
5. Бахтиярова Е. А. Вероятностные характеристики сообщения устной казахской речи: дис. канд. техн. наук: 05.13.17 / Бахтиярова Е. А. [Место защиты: Моск. гос. ун-т путей сообщ. (МИИТ) МПС РФ]. — Москва, 2007.
6. Технологическая телефонная связь на железнодорожном транспорте: учебник / В. М. Волков, А. П. Зорько, В. А. Прокофьев; под ред. В. М. Волкова. — Москва: Транспорт, 1990. — 294с.
7. ГОСТ Р 50840–95 Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества, разборчивости и узнаваемости.
8. Теория передачи сигналов на железнодорожном транспорте: учебник / Г. В. Горелов, и др. под ред. Г. В. Горелова. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2013. — 532 с.
9. Лукова О. Н. Анализ качества стохастической цифровой передачи речевой информации (Методика и ее использование при разработке информационных систем). Диссертация на соискание ученой степени канд.техн.наук. М.МИИТ.1994. — 149 с.
10. Новоселов О. Н., Фомин А. Ф. Основы теории и расчета информационно-измерительных систем. М.: Машиностроение, 1991. — 336 с.
11. Горелов Г. В. Алгоритм Burst aloha в статистическом уплотнении аудиоинформационных сигналов //ЛОКСЕТЬ-90. Рига. 1990. — с. 38–41.
12. Gorelov G., Romashkova O. Influence of russian, spanish and vietnamese speech characteristics on digital information transmission quality. Proceedings of the IEEE International Symposium on Industrial Electronics. ISIE'96. Warsaw Vol 1. — p.311–313.
13. Горелов Г. В. Качество воспроизведения речи в стохастических цифровых системах передачи //Автоматика и вычислительная техника. 1993.-N5. — с. 40–43.

© Ромашкова Оксана Николаевна (ox-rom@yandex.ru), Бахтиярова Елена Ажибековна (baelag@mail.ru),

Аныкбаев Бекзат Есжиярович (anykbaiev@mail.ru), Каргулова Алия Нурымовна (kargulova84@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ЭФФЕКТИВНОЕ УДАЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ОДНОМЕРНОГО МАССИВА

Суворов Александр Павлович

*К.т.н., старший преподаватель, Московский
государственный строительный университет
suvorovap@mgisu.ru*

EFFECTIVE REMOVAL OF ELEMENTS FROM ONE-DIMENSIONAL ARRAY

A. Suvorov

Summary. This article is based on the solution of one Olympiad problem which was given to students of MGSU during the Olympiad in Informatics. The problem is related to removal of elements from the given array and determination of the last remaining number. The paper considers different extensions of this problem and its possible solutions.

Keywords: array, Fibonacci numbers, Matlab, C++.

Аннотация. В основу данной статьи легло решение одной олимпиадной задачи, которая была предложена студентам МГСУ на олимпиаде по информатике. Задача связана с удалением элементов из данного массива и определением последнего оставшегося числа. Рассматриваются различные расширения этой задачи и ее возможные решения.

Ключевые слова: массив, числа Фибоначчи, Matlab, C++.

Рассмотрим следующую задачу. Дана последовательность (массив) натуральных чисел от 1 до N . Далее из этой последовательности чисел мы удаляем числа, номера которых являются числами Фибоначчи. Напомним, что числа Фибоначчи — это числа $0, 1, 2, \dots$ и каждое следующее число получается путем сложения двух предыдущих, т.е. $0, 1, 2, 3, 5, 8, 13, \dots$ (Нумерацию элементов (индексацию) в данной последовательности чисел мы будем начинать с нуля, поэтому нулевой номер (индекс) имеет самое первое число в последовательности.) После удаления оставшиеся числа мы сдвигаем к началу массива. Такое удаление мы назовем удалением по Фибоначчи.

После этого мы удаляем числа с четными номерами (индексами): $0, 2, 4, \dots$. Оставшиеся числа сдвигаем к началу массива.

Далее удаляем числа с нечетными номерами: $1, 3, 5, \dots$ и опять сдвигаем оставшиеся числа к началу массива.

Эту последовательность удалений и сдвигов (удаление по Фибоначчи, удаление чисел с четными номерами, удаление чисел с нечетными номерами) мы повторяем до тех пор, пока в последовательности не осталось одно число. Что это за число, если $N = 200000$?

Для решения этой задачи мы предлагаем написать программу для произвольного количества элементов N и далее взять $N = 200000$. Для произвольного N может получиться так, что перед удалением по Фибоначчи в последовательности осталось, например, 4 числа и тогда при удалении по Фибоначчи все числа должны быть удалены из этого массива, так как 4 числа массива имеют

номера $0, 1, 2, 3$ (а это числа Фибоначчи). В этом случае ответом должно стать последнее число с номером 3. Этот факт учитывается в программе как специальный случай.

Рассмотрим пример, в котором $N = 20$.

$1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20$.

После удаления по Фибоначчи остались числа:

$5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20$.

Далее после удаления чисел с четными номерами остались числа: $7, 10, 12, 15, 17, 19$. После удаления чисел с нечетными номерами остались числа: $7, 12, 17$. Осталось три числа. При удалении по Фибоначчи мы должны удалить все из них, но мы оставляем последнее число в качестве ответа: 17.

Решение этой задачи с помощью программы, написанной на языке Matlab, представлено ниже.

```
clear all
N=200000;
%% это исходный массив
a=1:N;

tic
while 1
n=length(a);
%% специальные случаи, когда после удаления по
%% Фибоначчи ни один элемент не остается
%% или остается только один элемент
if n==1
disp('оставшееся число');
disp(a(1));
```

Таблица 1. Данные расчета по программе Matlab

Начальное количество элементов в массиве	Оставшееся число	Время [сек.]
200000	153932	0.0126
2000000	1922357	0.0986
20000000	15379102	0.8081
200000000	157635910	6.645

```

break;
end
if n==2 | n==3 | n==4 | n==5
    disp('оставшееся число');
    disp(a(end));
    break;
end
if n==6
    disp('оставшееся число');
    disp(a(5));
    break;
end
%% закончим рассматривать специальные случаи
%% L это массив, в котором хранятся числа Фибоначчи
clear L
L=[0 1];
k=length(L);
while 2
    %% проверяем, является ли очередное число Фибоначчи
    %% (плюс 1) больше количества элементов в массиве;
    %% прибавляем 1, чтобы правильно сделать сравнение
    if L(k)+L(k-1) + 1 > length(a)
        break;
    end
    %% записываем новое число Фибоначчи в массив L
    L=[L, L(k)+L(k-1)];
    k=k+1;
end%% закрыть цикл while 2
%% векторизованная операция удаления элементов;
%% должны прибавить 1 к номеру из L,
%% так как индексация элементов в Matlab начинается
%% с 1
a(L(1: end)+1)=[];%% исключение и сдвиг

n=length(a);
if n==1
    break;
end
%% удаляем из массива числа с четными номерами
a(1:2: n)=[];%% исключение и сдвиг
n=length(a);
if n==1

```

```

break;
end
%% удаляем из массива числа с нечетными номерами
a(2:2: n)=[];%% исключение и сдвиг
end%% закрыть цикл while 1
toc
n=length(a);
if n==1
    disp('оставшееся число');
    disp(a);
end
if n>1
    disp('оставшиеся числа перед удалением по Фибоначчи');
    disp(a);
end

```

Время измеряется при помощи часов, которые включаются по команде tic и выключаются по команде toc. Исключение элементов из массива происходит с помощью векторизованной операции

```
a(indx)=[];
```

где массив индексов indx содержит номера тех элементов массива, которые необходимо удалить.

Чтобы показать эффективность этой программы, попробуем выполнить расчет для массивов с большим количеством элементов N . Таблица 1, представленная ниже, приводит результат расчета — последнее оставшееся число в массиве — и указывает время, которое было затрачено на выполнение расчета.

Расчет производился на компьютере с оперативной памятью 8 Гб. Мы видим, что программа работает быстро даже для массивов с большим количеством элементов. Также отметим, что для компьютера с данным размером оперативной памяти (8 Гб) количество элементов в массиве не может превосходить примерно 200 млн. элементов, поэтому данные для массивов большей размерности отсутствуют. Это ограничение на размер массива возникает из-за переполнения памяти.

Далее выполним ту же задачу на языке C/C++. Код основной функции программы представлен ниже.

```

#include "stdafx.h"
#include <stdio.h>
#include <time.h>
// объявление функции, которая будет удалять
// элементы по Фибоначчи
int fib_remove(long int*, int);
using namespace System;
int main(array<System::String ^> ^args)
{
    int n = 200000;
    long int *a;
    int i, j, k;
// формируем заданный массив
    a = new long int[n];
    for (i = 0; i < n; i++)
        a[i] = i + 1;
    clock_t begin=clock();
    while (1) {
        if (n <= 4) break;
        // удаляем из массива а числа по Фибоначчи;
        // функция возвращает количество оставшихся
        // элементов
        n = fib_remove(a, n);

        // удаляем из массива а числа с четными номе-
        // рами

        if (n <= 1) break;
        k = 0;
        for (i = 1; i < n; i += 2) {
// оставляем число с нечетным номером и
// сдвигаем его влево
            a[k] = a[i];
            k++;
        }
        n = k;

//удаляем из массива а числа с нечетными номерами

        if (n <= 1) break;
        k = 0;
        for (i = 0; i < n; i += 2) {
// оставляем число с четным номером и
// сдвигаем его влево
            a[k] = a[i];
            k++;
        }
        n = k;
    }
    clock_t end=clock();
    printf(«\nКоличество оставшихся элементов%d\n»,
n);
    printf(«\nОставшиеся числа:\n»);
    for (j = 0; j < n; j++) {
        printf(“%d ”, a[j]);

```

```

}
if (n>1)
    printf(«\n последнее число:%d », a[n-1]);

    double ct = double(end-begin);
    printf(“\n время:%f”, ct/CLOCKS_PER_SEC);
    getchar();
    return 0;
}

```

Обратим внимание на то, что переменная *n* постоянно меняет свое значение в этой программе, и оно всегда равно количеству оставшихся элементов в массиве *a*. Также отметим, что в действительности мы не удаляем числа из массива *a* и не меняем его размер, а лишь переносим нужные элементы влево.

Функция `fib_remove` представлена ниже.

// функция для удаления по Фибоначчи
// *a* — массив чисел,
// *n* — количество оставшихся элементов в нем

```

int fib_remove(long int* a, int n) {

    int j;
// новое количество оставшихся элементов
    int new_n = 0;
// s1, s2 — пара соседних чисел Фибоначчи
    int s1 = 3, s2 = 5;
// k — номер позиции числа s1 в ряду чисел
// Фибоначчи (номер позиции начинаем с нуля)

    int k = 3;

    while (1) {
// подошли к элементу с номером s1.
// цикл for: берем все нужные элементы
// и сдвигаем их влево на k+1 позиций
        for (j = s1 + 1; j < s2; j++) {
            a[j — (k + 1)] = a[j];
            new_n++;
        }
// далее нам придется сдвигать числа влево
// на одну позицию больше, так как мы подойдем к
// следующему элементу с номером,
// равным числу Фибоначчи, поэтому увеличиваем k
        k++;
// переопределяем s1, s2 как следующая пара
// чисел Фибоначчи
        int s_tmp = s2;
        s2 = s1 + s2;
        s1 = s_tmp;
// если s2 больше n, то предыдущий цикл for
// не применим

```

Таблица 2. Данные расчета по программе С

Начальное количество элементов в массиве	Оставшееся число	Время [сек.]
200000	153932	0.003
2000000	1922357	0.017
20000000	15379102	0.112
200000000	157635910	1.126

Таблица 3. Данные расчета по программе С при выполнении только удалений по Фибоначчи

Начальное количество элементов в массиве	Оставшееся число	Время [сек.]
200000	199996	2.06
2000000	1999999	176.2
20000000	?	?
200000000	?	?

```

    if (s2 >= n) break;
}

// сейчас уже s2 больше n.
// рассматриваем элементы в хвосте:
// с номерами между s1 + 1 и n-1
// их тоже надо оставить
for (j = s1 + 1; j < n; j++) {
    a[j - (k + 1)] = a[j];
    new_n++;
}
n = new_n;
return n;
}
    
```

В этой функции мы также сдвигаем нужные элементы влево, записывая их на место ненужных элементов, если это необходимо. Как определить, насколько позиций необходимо сдвинуть нужное число? Назовем число, номер которого равен k-му числу Фибоначчи, k-м ненужным элементом, k=0,1,2,... Тогда понятно, что числа, которые стоят в массиве a между k-м ненужным элементом и k+1-м ненужным элементом, должны остаться в массиве a и их нужно сдвинуть на k + 1 позиций влево. Это и происходит в программе по команде $a[j - (k + 1)] = a[j]$.

Другими словами, мы сдвигаем нужный элемент на такое количество позиций, которое равно количеству ненужных элементов, предшествующих ему.

Таблица 2. приводит результат расчета и время, которое было затрачено на выполнение расчета, используя данную программу С.

Мы видим, что время, потраченное на выполнение программы на языке С, меньше того времени, которое было потрачено на выполнение программы на языке Matlab, однако порядок цифр остается таким же.

Если мы в каждом цикле будем выполнять исключения только по Фибоначчи, то время расчета, значительно увеличится. Эти результаты представлены ниже для программы, написанной на языке С.

Для массивов большой размерности нам не удалось получить необходимый результат из-за затрат времени.

В заключение отметим, что различные интересные задачи на операции с массивами представлены в книгах [1–3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Шень А. Программирование: теоремы и задачи. — М.: МЦНМО, 2014. — 296 с.
2. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ.: Пер. с англ. — М.: издательский дом «Вильямс», 2009. — 1296 с.
3. Стивенс Р. Алгоритмы. Теория и практическое применение. — М.: изд-во «Э», 2016. — 544 с.

БАЗЫ ДАННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

DATABASES OF ENVIRONMENTAL EVALUATION OF WATER OBJECTS BY PHYSICAL AND CHEMICAL INDICATORS

**R. Umyarova
N. Mingazova**

Summary. The article describes the role of databases for environmental assessment of water bodies by physico-chemical parameters. The author points out that geo-information databases, which are created using various sources and statistical data, are an integral part of modern work of specialists in the field of ecology. Particular attention should be paid to databases aimed at assessing the current status and dynamics of water quality indicators at water bodies, comparing the degree of water pollution and functioning industrial and agricultural enterprises, as well as the possibility of modeling environmental situations taking into account the assessment of the possible degree of water pollution.

Keywords: database, assessment, monitoring, water body, industry, physical and chemical indicators, GIS.

Умярова Резеда Мясумовна

Аспирант, Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, г. Казань
umyarova.rezeda@mail.ru

Мингазова Нафиса Мансуровна

Д.б.н., профессор, Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, г. Казань
mingas@mail.ru

Аннотация. В статье описывается роль баз данных экологической оценки водных объектов по физико-химическим показателям. Автор указывает на то, что базы геоинформационных данных, которые создаются с использованием различных источников и статистических данных, являются неотъемлемой частью современной работы специалистов в области экологии. Особое внимание следует обратить на базы данных, направленные на оценку текущего состояния и динамику показателей качества воды на водных объектах, сопоставление степени загрязненности воды и функционирующих промышленных и сельскохозяйственных предприятий, а также возможность моделирования экологических ситуаций с учетом оценки возможной степени загрязнения вод.

Ключевые слова: база данных, оценка, мониторинг, водный объект, промышленность, физико-химические показатели, ГИС.

Введение

Проблемы охраны и восстановления водных объектов является одной из самых актуальных для России, что связано, прежде всего, с богатством водных ресурсов. По данным Государственного доклада «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации» в 2016 году суммарный водозабор на территории РФ составил менее 2% от доступных водных ресурсов. Тем не менее, необходимо учитывать факт неравномерного распределения водных ресурсов, соответственно, для ряда регионов характерен дефицит воды, предназначенный для питьевых и сельскохозяйственных нужд — в большинстве случаев антропогенное воздействие на водные ресурсы оказывают промышленные предприятия разной направленности: металлургическая, жилищно-коммунальное хозяйство, химическая, оборонная, фармацевтическая, энергетическая [2].

Значительные изменения водных экосистем происходят в связи с накоплением в одной среде большого количества загрязняющих веществ, что является основной причиной возникновения чрезвычайных экологических ситуаций. Накопление в водных объектах сточных вод сельскохозяйственных угодий, пастбищ, животноводче-

ских ферм способствует загрязнению токсичными минеральными, биогенными, органическими веществами и пестицидами.

К основным факторам, определяющим физико-химический состав водных ресурсов, являются климатические условия, геологическое и геоморфологическое строение территории, характер почв и растительного покрова, антропогенное воздействие загрязненных сточных вод промышленных и сельскохозяйственных предприятий: металлургической, металлообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, химической, химико-биологической, фармацевтической, оборонной, предприятий энергетики, жилищно-коммунального хозяйства и др. [6]

Современные базы геоинформационных данных, которые создаются с использованием различных источников и статистических данных, являются неотъемлемой частью современной работы специалистов в области экологии.

Обзор баз данных

Рассмотрим несколько баз данных экологической оценки водных объектов.

База данных «Экологический мониторинг РК» (авторы: П. А. Лозовик и М. Т. Сярки)

База данных содержит информацию по экологическому мониторингу водных объектов Республики Карелии. В базе содержатся сведения, полученные в результате работ в 1992–1997 гг. Института водных проблем Севера Карельского научного Центра РАН на водоемах Карелии и отражающие качество их вод в соответствии с физико — химическими и биологическими показателями.

В базе содержатся сведения о состоянии водной среды, донных отложений и водотоков, а также обитающих в них биологических сообществ.

Основными объектами послужили: Онежское озеро, Ладожское озеро, Выгозеро, водные объекты района Костомукшского железорудного месторождения (система Кенти-Кенто), Суоярви, притоки Белого моря и др.

В базе данных представлены более 2.2 тыс. записей физико-химических параметров, около 14 тыс. записей биотических параметров. Основными физико-химическими параметрами являются:

- ◆ температура, электропроводность, pH, Eh, прозрачность, взвешенные вещества, цветность;
- ◆ сумма ионов, Ca⁺², Mg⁺², Na⁺¹, K⁺¹, HCO₃⁻¹, SO₄⁻², Cl⁻¹, фториды, CO₂, O₂, процент насыщения кислородом;
- ◆ перманганатная окисляемость, БПК₅;
- ◆ органический углерод (C);
- ◆ фенолы, нефтепродукты, лигносульфанаты;
- ◆ фосфор (P): общий, минеральный, взвешенный;
- ◆ азот (N): органический, аммонийный, нитратный, нитритный;
- ◆ железо (Fe): общее и взвешенное, кремний (Si), марганец (Mn), литий (Li), алюминий (Al)
- ◆ тяжелые металлы [4].

Примечательна база данных «Поверхностные воды» (автор А. В. Суглина) как структурный блок ГИС «Экология», созданная на базе ФГБОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева» с целью мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения [5].

В основе базы данных лежит сопоставление пространственных данных и количественных показателей, полученных в результате локальных, площадных, регулярной сети наблюдений, отбор наиболее информативных показателей и критериев, визуализация результатов работ. Данная база данных позволяет решать разнообразные и сложные задачи в сферах рационального

использования и воспроизводства водных ресурсов, охраны окружающей среды и мониторинга чрезвычайных ситуаций. При этом используются статистические данные (ежегодники, доклады, обзоры, например, обзор состояния окружающей среды ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», картографические материалы Физико-Географического Атласа Мира от 1964 года и т. д), которые являются основными источниками качественных и количественных показателей поверхностных вод в базе данных [3].

Экологическая ГИС «Природные ресурсы Алтайского края» (авторы Ю. И. Винокуров, С. Л. Широкова, О. В. Ловицкая, К. В. Воробьев, С. Г. Яковченко) разрабатывается Институтом водных и экологических проблем (ИВЭП) СО РАН с 1994 г. как интегрированная информационная система с целью анализа и оценки экологической ситуации в регионе [7].

Выбранный авторами подход направлен на оценку экологического состояния и изменения природных ресурсов территории Алтайского края.

Наполнение баз данных включает модули «Лесные ресурсы», «Водные ресурсы», «Атмосферный воздух», «Земельные ресурсы».

В основе базы данных лежит информация о текущем состоянии и качестве вод в водных объектах Госкомгидромета (базы данных «Гидрохимия», «Гидрология» и «Водоотведение»), что позволяет осуществлять прогнозы качества воды с использованием ГИС-технологий.

Основными показателями экологической оценки качества вод выступают гидрохимические и гидрологические показатели. К особенностям данной базы данных следует отнести:

1. определение степени загрязненности воды в точках сброса сточных вод;
2. оценка текущего состояния и динамика показателей качества воды в пунктах наблюдения, на участках речной сети, в точках сброса сточных вод, в местах аварийных сбросов;
3. сопоставление степени загрязненности воды и функционирующих промышленных и сельскохозяйственных предприятий;
4. возможность моделирования экологических ситуаций с учетом оценки возможной степени загрязнения вод [6].

Информационная система «Экология пресных вод России и сопредельных стран» включает в себя набор баз данных, систему управления данными, ряд функций их первичной обработки, картографические материалы, списки створов наблюдения и программы гидробиологического и физико-химического мониторинга

по Баренцевскому, Балтийскому, Азовскому, Черноморскому, Каспийскому, Среднеазиатскому, Карскому, Восточно-Сибирскому и Тихоокеанскому гидрографическим районам (территории России, Латвии, Литвы, Эстонии, Украины, Молдавии, Белоруссии, Казахстана, Узбекистана), информацию о методах отбора проб и о методах получения оценок качества пресных вод. База данных объединяет следующие подбазы данных: физико-химические характеристики водной среды, качество пресных вод по гидробиологическим показателям, экологические группировки и функциональные характеристики гидробионтов. Основу этих баз данных составляют сведения, почерпнутые из наблюдений за водными объектами на территории России и вошедшие в информационную систему «Экология пресных вод России»:

- ◆ физико-химическая база данных, которая обобщает сведения, относящиеся к 9 гидрографическим районам России;
- ◆ база данных о качестве пресных вод, включающая сведения об индексах сапробности по фито- и зоопланктону, о биотических и олигохетных индексах по зообентосу, о гидробиологических классах качества вод для всех девяти гидрографическим районов бывшего СССР за 1976–1995 гг.;
- ◆ база первичных гидробиологических данных, включающая информацию по фито-, зоо-, бактериопланктону, перифитону, зообентосу и макрофитам для трех гидрографических районов России и Украины;
- ◆ база данных по гидрохимии и гидрологии пресных вод России за 1975–1998 гг. [4]

К особенностям данной информационной системы целесообразно отнести:

- ◆ диагностика экологического состояния водных объектов по биологическим показателям;
- ◆ поиск и ранжирование абиотических факторов среды, нарушающих экологическое благополучие;
- ◆ региональное нормирование нарушающих воздействий (особенность этого блока состоит в том, что он решает проблему низкой эффективности экологического контроля, проводимого обычно с помощью нормативов предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ: в качестве альтернативы предлагаются региональные, лишенные многих недостатков ПДК, нормативы экологически допустимых уровней произвольных воздействий на экосистемы);
- ◆ экологический прогноз;
- ◆ подготовку информации и вариантов решений для экологических обследований, сертификаций, экспертиз;
- ◆ поиск и отбор путей восстановления нарушенных экосистем;

- ◆ проработку вариантов управления качеством природной среды;
- ◆ анализ причинно-следственных связей в водных экосистемах;
- ◆ квотирование антропогенных нагрузок.

Остановимся на программной комплексе «ГИС-ВОДА», разработанном ЗАО «Геоцентр-Консалтинг», который активно используется Федеральным государственным учреждением здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Московской области» (ФГУЗ ЦГЭ МО). База данных содержит более 2000 физико-химических и гидробиологических показателей и ПДК по каждому показателю, что позволяет ввести значения ПДК любого компонента и определить степень загрязненности водного объекта [2].

В 2009 году Санкт-Петербургским государственным электротехническим университетом «ЛЭТИ», УНЦ «ГИС технологии» была разработана система расчета нормативов допустимого воздействия на водные объекты в среде ГИС (Алексеев В. В., Куракина Н. И., Желтов Е. В.) [1].

Разработанная база данных направлена на расчет нормативов допустимого сброса сточных вод, как от отдельных предприятий, так и для группы водопользователей в пределах водного бассейна с учетом эффекта суммации по группам лимитирующих показателей вредности. В комплексе представлены математические модели переноса загрязняющих веществ, которые отвечают требованиям утвержденной Министерством природных ресурсов «Методике расчета нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей» и «Методическим указаниям по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты». Особенностью данного комплекса является использование дискретного метода при анализе того или иного водного объекта. Это объясняется тем, что реальные водные экосистемы неоднородны по гидрологическим и морфометрическим параметрам, поэтому водный объект представлен в виде однородных участков с последующей их стыковкой. Используемые сведения и интерфейс базы данных позволяют рассчитать среднюю концентрацию загрязняющего вещества в устье притока, фоновую концентрацию загрязняющего вещества в притоке, расход сточных вод конкретного предприятия, концентрацию загрязняющего вещества в сточных водах предприятия, а также сумму расхода притока и сбрасывающих в него сточные воды предприятий.

База данных под управлением СУБД MS Access 97 была создана в Мурманском Государственном Техническом Университете силами сотрудников кафедр «Информационных систем» и «Прикладной математики и естествен-

но-научных дисциплин» [8]. В базе данных представлены более 80 физико-химических показателей, таких как: рН, азот аммиака, алюминий, аммоний солевой, бериллий, биологическое потребление кислорода (5 суток и 20 суток), биохимическое потребление кислорода, взвешенные вещества, вкус при 20 град, гексахлоран, гидрокарбонаты, глубина, ДДТ, E. Colis, железо закисное, железо общее, жесткость общая, жиры, запах при 20 град. и при 60 град., кадмий, калий, кальций, клостридии, кобальт, колифаги, количество дней хранения пробы, КПФ, кремнекислота, киндан, ЛПК, магний, марганец, медь, молибден, мутность, мышьяк, натрий, нефтепродукты, никель, нитраты, нитриты, окисляемость бихроматная, окисляемость перманганатная, П.П.-ДДЭ, П.П.-ДДД, ПКФ, проводимость, прозрачность, растворенный кислород, расход сточных вод, расход/уровень, ртуть, свинец, селен, селен, синтетические поверхностно-активные вещества,

сульфаты, сумма ионов, сухой остаток, температура, ТКБ, углекислота свободная, фенол, фосфаты, фосфор общий, фториды, химическая потребность в кислороде, хлориды, хлорпоглощаемость, хром б+, хром общий, цветность, цинк, цисты лямблий, щелочность.

Заключение

Таким образом, рассмотренные базы данных, созданных на основе картографических, геопространственных данных, направлены на решение следующих задач:

- ◆ анализ физико-химических данных и экологическая оценка водных объектов;
- ◆ расчет средней концентрации загрязняющего вещества водных ресурсов;
- ◆ анализ, оценка и прогнозирование степени антропогенного воздействия на водные объекты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев В. В., Куракина Н. И., Желтов Е. В. ГИС комплексной оценки состояния окружающей природной среды // ArcReview. 2007. № 1(40). с. 16–17.
2. Алексеев В. В., Куракина Н. И., Орлова Н. В., Геоинформационная система мониторинга водных объектов и нормирования экологической нагрузки // журнал ArcReview.-2006.-№ 1(36).
3. Баренбойм Г. М., Веницианов Е. В. Современные проблемы мониторинга водных объектов // Статьи и тезисы. IX Междунар. симпозиум «Чистая вода России-2007». 17–20 апреля 2007 г. Екатеринбург. Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, 2007. С. 16–29.
4. Матвеев П. И., Фаньгин С. А., Шишаев М. Г. Прикладные архитектуры информационных систем оценки состояния водных ресурсов на базе ГИС-технологий / Информационные технологии в региональном развитии: Сборник научных трудов ИИММ КНЦ РАН, вып. III. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2003. С. 18–25.
5. Никитин А. Б., Павлов С. В., Хамитов Р. З. Геоинформационная система Федерального агентства водных ресурсов // ArcReview, № 1 (36), 000 Дата +, 2006. — С. 6–7.
6. Павлов С. В., Хамитов Р. З., Никитин А. Б. Геоинформационная система для информационной поддержки управления водными ресурсами России. Сборник трудов Второй Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Мехатроника, автоматизация, управление», том 2, УГАТУ, Уфа, 2005, стр. 82–87.
7. Широкова С. Л. Проблемы разработки прикладных геоинформационных систем. Экология и безопасность жизнедеятельности человека в условиях Сибири: Сб. науч. тр. Изд-во АГУ, Барнаул, 1997, 137–143.
8. Creation of Corporate Geoinformation System of Federal Agency of Water Resources / S.V. Pavlov, R. Z. Khamitov, O. I. Khristodulo // Proc. of the 6th International Workshop on Computer Science and Information Technologies (CSIT'2004), Budapest, Hungary, 2004. Vol. 2. — P. 62–66.
9. Geoinformation System of Water Resource of Republic of Bashkortostan / V. S. Goryachev, S. A. Abramov // Proc. of the 9th International Workshop on Computer Science and Information Technologies (CSIT'2007), USATU, Ufa-Krasnousolsk, Russia, 2007. Vol. 1. — P. 169–172.

© Умярова Резеда Мясумовна (umyarova.rezeda@mail.ru), Мингазова Нафиса Мансуровна (mingas@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ РЕСУРСАМИ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ОПОРНОГО ВУЗА

ANALYSIS AND INFORMATION FINANCIAL MANAGEMENT SYSTEM FOR FLAGSHIP UNIVERSITY'S DEVELOPMENT PROGRAM

E. Chekotilo
D. Prosvirina
O. Kichigina

Summary. One of the development priorities for today's universities is transition to project-focused management. Presents analysis and information project management system for Flagship University's development program. System provides for automate projects planning and operation control in terms of funds expenditure and target achievement due to its software implementation. The proposed system could be an effective tool to improve the university's financial management quality.

Keywords: University's development program, management of project funding, analysis and information system.

Чекотило Елена Юрьевна

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Самарский
государственный технический университет»
e_chekotilo@mail.ru*

Просвирина Дарья Андреевна

*Преподаватель, ФГБОУ ВО «Самарский
государственный технический университет»
dasha92pr@mail.ru*

Кичигина Ольга Юрьевна

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный морской технический университет»
olga1986kichigina@gmail.com*

Аннотация. Одной из приоритетных задач развития современных университетов является переход на проектно-ориентированное управление. В статье рассматривается информационно-аналитическая система управления проектами программы развития опорного университета. Программная реализация системы позволяет автоматизировать процессы планирования и оперативного контроля выполнения проектов в части расходования финансовых средств и достижения целевых показателей. Предлагаемая система может стать эффективным инструментом для повышения качества финансового менеджмента университетов.

Ключевые слова: программа развития университета, управление финансированием проектов, информационно-аналитическая система.

В мае 2016 года был запущен инициированный в 2015 году Минобрнауки Российской Федерации проект «Развитие сети опорных университетов». В рамках общей целевой модели перед 11 опорными вузами «первой волны» конкурса и присоединившимися к ним 22 участниками программы были поставлены четкие задачи: стать центром притяжения талантливых абитуриентов и высококвалифицированных кадров — центром формирования региональной элиты; стать ключевым агентом в политике регионального развития — драйвером позитивных изменений городской и региональной среды; трансформироваться в университет с системой управления, позволяющей внешние вызовы превращать в свои преимущества. По мнению исполнительного директора Национального фонда подготовки кадров Ирины Аржановой, в настоящий момент можно с уверенностью говорить, что «вузы справились с поставленными задачами, получив немало приобретений, перестали выступать статистами в системе высшего образования и стали одним из основным игроком на образовательном поле». Рамочными инструментами достижения стратегических целей стали традиционные для

университета направления деятельности: модернизация образовательной и научно-инновационной деятельности, развитие материально-технической базы и социально-культурной инфраструктуры, оптимизация системы управления, развитие кадрового потенциала и местных сообществ [1]. При этом запуск масштабных процессов модернизации в первую очередь предполагал трансформацию системы управления и организационной структуры вуза (перед вузами «первой волны» дополнительно стояла задача обеспечения процессов объединения университетов). В соответствии с современными тенденциями развития российской системы высшего образования, в целях оперативного вовлечения вузов в процесс внедрения методологии управления проектами для реализации любых изменений, участникам программы было предложено разработать дорожную карту программы развития опорного вуза в проектной логике. Так, например, укрупненные по 6 направлениям модернизации блоки мероприятий программы развития Самарского государственного технического университета (далее — СамГТУ), как опорного, были представлены 37 проектами. В 2017 году в качестве приложения к дорож-

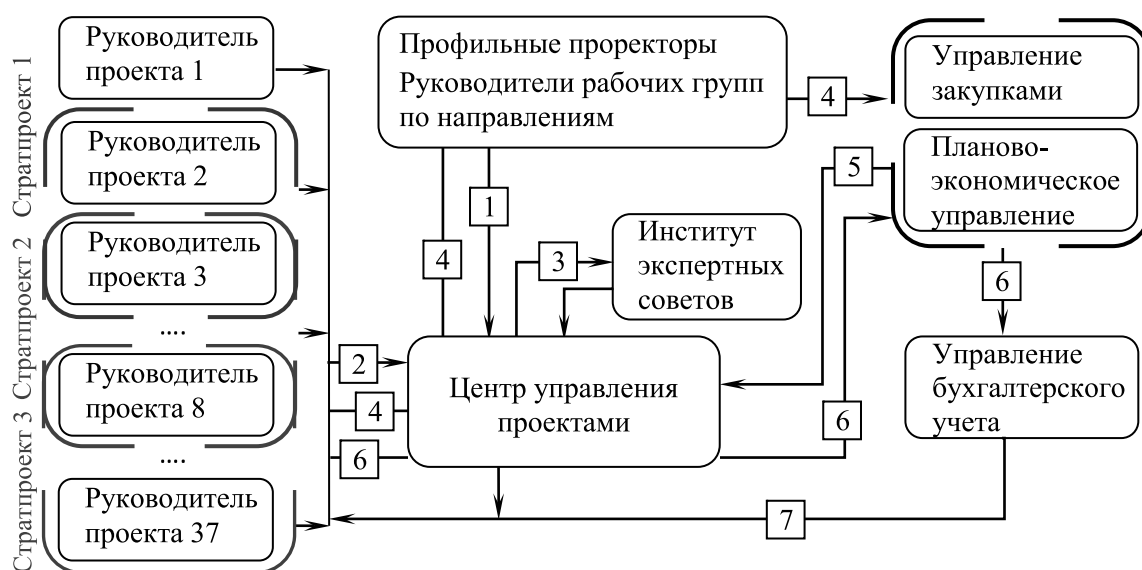


Рис. 1. Организационная схема финансово — экономического обеспечения реализации проектов Программы развития.

ным картам в контур опорных вузов был введен формат стратегических проектов, реализуемых в интересах социально-экономического развития регионов. При этом ранее заявленные проекты программы развития университета, как опорного вуза (далее — Программа развития) в полном объеме или частично были вписаны в портфели разрабатываемых укрупненных стратпроектов, которые в свою очередь в той или иной степени охватили все направления преобразований дорожной карты. Таким образом была фактически сформирована матричная модель управления проектами университета в рамках реализации Программы развития.

Многообразие и кросс-дисциплинарность заявленных проектов, а также широкий круг заинтересованных сторон, включенных в проектную деятельность вузов, взявших на себя обязательства стать полноправными партнерами по формированию социально-экономической политики региона, привели к необходимости трансформации и адаптации существующих технологий проектного менеджмента к специфике образовательного бюджетного учреждения. В противном случае процесс проникновения проектной методологии в вузы носил бы только терминологический характер [2]. В СамГТУ решение данных задач осуществлялось в рамках проекта «Развитие системы управления проектами». В данной статье остановимся на отдельном блоке системы управления проектами Программы развития — подсистеме управления финансами.

Особенностью финансового обеспечения программ развития опорных университетов стало условие обя-

зательной финансовой поддержки проектов со стороны региона, а также софинансирования мероприятий из собственных средств вуза. Опорные университеты «первой волны» в соответствии с условиями конкурса также получали субсидии из федерального бюджета в течение 2016–2018 гг. При этом наибольший объем финансирования в подавляющем количестве вузов был направлен на модернизацию научно-исследовательской деятельности и материально-технической базы университетов [3]. Однако при реализации данного подхода к распределению средств между блоками мероприятий многие вузы столкнулись с рядом трудностей. В силу специфики финансирования Программ развития из федерального бюджета (все средства перечисляются в третьем-четвертом квартале и должны быть освоены до конца отчетного года) возникали проблемы при проведении закупочных процедур — с приобретением и поставкой оборудования, программного обеспечения, использование услуг сторонних юридических и физических лиц и т.п. Неравномерное выделение финансирования стало существенной проблемой для развития системы управления проектами, так как финансовый учет — это учет состоявшихся операций и в основном управляем только по факту. Кроме того, оперативности принятия управленческих решений препятствовало отсутствие компетенций, необходимых для эффективного бюджетирования проектной деятельности, и неопределенность в разделении ответственности между финансово-экономическими службами вуза.

Поэтому функции управления финансированием проектов, управленческого учета, а также финансо-

во-экономического анализа были переданы отдельной структуре вуза — Центру управления проектами — в составе функционала по управлению Программой развития университета в целом. Данная структура, созданная на базе управления координации развития СамГТУ, стала носителем методологии управления проектами Программы развития, способным централизованно администрировать все процессы, а также осуществлять технологическое сопровождение и контроль их реализации. На рис. 1 представлена организационная схема финансово — экономического обеспечения реализации проектов.

В соответствии со схемой в университете утвержден следующий порядок информационно-аналитического сопровождения финансирования проектов Программы развития:

Проректоры, курирующие направления деятельности, совместно с руководителями рабочих групп программного комитета по направлениям формируют дорожную карту реализации Программы развития на следующий год в соответствии с запланированным объемом софинансирования мероприятий и исходя из выделенных средств федерального и регионального бюджетов. Центр управления проектами разрабатывает детальную дорожную карту и план реализации мероприятий на год с возможностью внесения корректировок в процессе его выполнения.

Руководители работ по проектам формируют техническое задание по реализации плана работ по каждому конкретному мероприятию с указанием целей и задач, запланированных результатов, исполнителей работ, а также предварительных сметных расчетов.

Центр управления проектами производит оценку соответствия целей и задач мероприятия целям и задачам Программы развития, оценку заявленной результативности, выверку объемов и источников финансирования, организует заседание экспертного совета для решения вопроса о целесообразности реализации данного проекта.

В случае положительной оценки руководитель проекта формирует плановую смету по расходованию средств с разбивкой по видам расходов, параллельно согласовывая документацию с профильными проректорами или начальниками профильных служб, планово-экономическим управлением и управлением закупками.

Согласованные документы передаются в центр управления проектами и утверждаются приказом ректора.

Все расходные операции осуществляет управление бухгалтерского учета в соответствии с утвержденными и согласованными с планово-экономическим управлением сметами на основании служебных записок, формируемых руководителями работ совместно с центром управления проектами.

Процедура закупки товаров, работ и услуг осуществляется в порядке, установленном в вузе, на основании документов действующего законодательства. Оформление, сопровождение и исполнение документов, связанных с расходованием средств Программы развития (служебные записки, технические задания на проведение внешних закупок, договоры гражданско-правового характера, счета, акты и т.д.) обеспечивает центр проектного управления.

Для автоматизации и соответственно оптимизации работы центра управления проектами по информационно-аналитическому сопровождению реализации мероприятий дорожной карты Программы развития на платформе корпоративной АИС «Университет» была спроектирована, разработана и внедрена система «Управление реализацией программы». В контур информационно-аналитической системы включены задачи календарно-ресурсного планирования, управления коммуникациями и документооборотом, управления ресурсами, в том числе финансовыми потоками, предусмотрена возможность анализа и оперативного контроля реализации отдельных проектов и портфелей проектов, в том числе в разрезе показателей и целевых индикаторов, формирования архива и базы знаний проектов университета.

Система является независимым, готовым к тиражированию продуктом, может быть развернута на любой платформе, при этом для работы не требуется специальных настроек или установки дополнительного программного обеспечения. Реализована процедура создания личных кабинетов с разграничением статусов, ролей и прав доступа к информации, при этом на рабочем месте может быть настроена система оперативного оповещения о рисках, возникающих в случае превышения сроков, объемов или стоимости работ, ряда других индикативных показателей. Это дает возможность построения многоуровневой организационной структуры управления проектами.

Обеспечена реализация трех основных процессов: планирование проектов; организация и исполнение; контроль реализации и достижения результатов и показателей. На этапе планирования и организации работ формируются структура декомпозиции подпроектов и мероприятий — дерево проектов и план-графики их реализации, назначаются ответственные исполнители, распределяются ресурсы, составляются сметы. В процес-

се реализации в календарный график вносятся сведения о выполненных работах и достигнутых результатах, использованных материально-технических и финансовых ресурсах, на основе которых в автоматическом режиме формируются аналитические справки о реализации Программы развития. На всех этапах работ предусмотрена загрузка в систему подтверждающих документов, формируемых в автоматическом режиме.

Мониторинг проектов в масштабе всего портфеля по фактическим результатам исполнения обязательств в соответствии с календарным планом и сметами выполняется администраторами системы на всех этапах годового цикла работ. Гибкая система отчетов позволяет формировать сводную информацию о реализации отдельных проектов и Программы развития в целом, вно-

сить своевременную коррекцию, анализировать и использовать в дальнейшем накопленный опыт.

Преимущественное отличие системы от продуктов, предлагаемых на рынке программных решений — ориентированность на специфику задач и процессов проектного управления в вузах, в частности, реализующих проекты, финансируемые из средств федерального и регионального бюджетов.

Таким образом в университете решена принципиальная задача повышения эффективности принятия управленческих решений в процессе выполнения проектов Программы развития за счет обеспечения контролируемого управления финансово-экономическими потоками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аржанова И. В., Дерман Д. О., Опорные вузы России: ориентация не на индикаторы, а на результат // Федеральный справочник — Образование в России, № 12, 2017, С. 171–175.
2. Онищенко С. П., Логинов О. В., Организация распределения заданий по подразделениям проектно-ориентированного вуза // Технологический аудит и резервы производства, № 4/3 (30), 2016, С. 61–67.
3. Аржанова И. В., Воров А. Б., Дерман Д. О., Дьячкова Э. А., Клягин А. В. Итоги реализации программ развития опорных университетов в 2016 г. // Университетское управление: практика и анализ. Т. 21, № 4, 2017, С. 11–21.

© Чекотило Елена Юрьевна (e_chekotilo@mail.ru), Просвирина Дарья Андреевна (dasha92pr@mail.ru),
Кичигина Ольга Юрьевна (olga1986kichigina@gmail.com).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Самарский государственный технический университет

ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕПАРАТА «ЭКСПОРТАЛ» В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ЦИРРОЗОМ ПЕЧЕНИ И ПЕЧЕНОЧНОЙ ЭНЦЕФАЛОПАТИЕЙ

THE POSSIBILITIES OF "EXPORTAL" IN THE TREATMENT OF PATIENTS WITH LIVER CIRRHOSIS AND HEPATIC ENCEPHALOPATHY

**A. Ataeva
J. Ataeva**

Summary. The development of hepatic encephalopathy in patients with liver cirrhosis is a very acute problem, since greatly affects the quality of life of patients. Objective: to assess the effect of the drug "Exportal" on the clinical picture and the quality of life of patients with cirrhosis and hepatic encephalopathy. Materials and methods: a survey of 77 patients diagnosed with liver cirrhosis. Among them — women prevailed — 46 people (59.7%), men — 31 people (40.2%). The average age of patients included in the analysis was 55.7 ± 6.4 years (26–67). Disease duration on average 7.3 ± 4.4 years (2–34). All patients took the drug Exportal ("ФПК PharmVILAR"). The comparison group consisted of patients with a diagnosis of liver cirrhosis who received exclusively concomitant therapy — 50 people. Results: in the patients of the main group, the clinical indicators improved in the form of a decrease in the degree of hepatic encephalopathy. When assessing the impact of the treatment on the quality of life of patients, we found statistically significant changes only in terms of vital activity. Thus, the administration of the drug "Exportal" is very promising in the treatment of patients with cirrhosis of the liver and hepatic encephalopathy, but its effect on the quality of life requires more prolonged observation.

Keywords: liver cirrhosis, intestinal microbiota, hepatic encephalopathy, exportal, quality of life.

Атаева Абидат Ахмалутдиновна
Аспирант, Первый Московский Государственный
университет имени И. М. Сеченова
atina110311@mail.ru

Атаева Джаннет Ахмалутдиновна
Дагестанский государственный медицинский
университет

Аннотация. Развитие печеночной энцефалопатии у больных с циррозом печени является весьма острой проблемой, т.к. сильно влияет на качество жизни пациентов.

Цель исследования: оценить влияние препарата «Экспортал» на клиническую картину и качество жизни пациентов с циррозом печени и печеночной энцефалопатией.

Материалы и методы: проведено обследование 77 пациентов с диагнозом «цирроз печени». Среди них — преобладали женщины — 46 чел (59,7%), мужчин — 31 чел (40,2%). Средний возраст включенных в анализ пациентов составил — $55,7 \pm 6,4$ лет (26–67). Продолжительность заболевания в среднем $7,3 \pm 4,4$ лет (2–34). Все пациенты принимали препарат Экспортал (ЗАО «ФПК ФармВИЛАР»). Группу сравнения составили пациенты с диагнозом «цирроз печени», получавшие исключительно сопутствующую терапию — 50 чел.

Результаты: у пациентов основной группы улучшились клинические показатели — снижение степени печеночной энцефалопатии. При оценке влияния проведенного лечения на качество жизни пациентов, нами выявлены статистически значимые изменения только по показателю жизненной активности. Таким образом, прием препарата «Экспортал» является весьма перспективным в лечении пациентов с циррозом печени и печеночной энцефалопатией, однако его влияние на качество жизни требует проведения более продолжительного наблюдения.

Ключевые слова: цирроз печени, кишечная микробиота, печеночная энцефалопатия, экспортал, качество жизни.

Актуальность

Цирроз печени (ЦП) является следствием длительных хронических заболеваний печени и характеризуется фиброзом печени и портальной гипертензией [2]. Одним из наиболее часто встречаемых неврологических синдромов при циррозе печени является печеночная энцефалопатия [3, 11].

Печеночная энцефалопатия (ПЭ) — это потенциально обратимый синдром нарушения функций головного мозга у больных с прогрессирующей печеночной недостаточностью. Однако ПЭ не является единой категорией и может отражать клинические проявления обратимой метаболической энцефалопатии, атрофии головного мозга в результате гепатоцеребральной дистрофии, отека мозга, либо любую комбинацию этих состояний [4].

Даже в самой мягкой форме ПЭ снижает качество жизни, обусловленное состоянием здоровья, и является фактором риска эпизодов тяжелой ПЭ [10].

В последнее время появляется всё больше публикаций, свидетельствующих о роли кишечной микрофлоры в патогенезе различных заболеваний, в том числе и в развитии цирроза печени и цирротических осложнений [1, 5, 6, 8]. В связи с этим появляются новые методы терапии, которые путем нормализации состава микрофлоры кишечника, воздействуют на основное заболевание, способствуя регрессии симптомов [9, 13]. Дальнейшее исследование данного направления терапии ЦП с ПЭ представляется весьма актуальным.

Цель исследования: оценить влияние препарата «Экспортал» на клиническую картину и качество жизни пациентов с циррозом печени и печеночной энцефалопатией.

Материалы и методы

На базе Университетской клинической больницы № 2, клиника пропедевтики внутренних болезней, гастроэнтерологии и гепатологии им. В.Х. Василенко проведено обследование 77 пациентов с диагнозом «цирроз печени» (K74). Среди них — преобладали женщины — 46 чел (59,7%), мужчин — 31 чел (40,2%). Средний возраст включенных в анализ пациентов составил — 55,7±6,4 лет (26–67). Продолжительность заболевания в среднем 7,3±4,4 лет (2–34).

Все пациенты принимали препарат Экспортал (ЗАО «ФПК ФармВИЛАР»).

«Экспортал» — слабительное средство на основе лактитола, относящееся к группе осмотических слабительных. Осмотическими свойствами обладает не сам лактитол, а продукты его метаболизма. В тонком кишечнике лактитол не подвергается существенному ферментативному расщеплению и не всасывается. После попадания в толстый кишечник лактитол расщепляется местными бактериями с образованием короткоцепочечных жирных кислот, углекислого газа и воды. Эти вещества повышают осмотическое давление (поскольку они не всасываются) и делают содержимое кишечника более вязким (за счет удерживания воды). Поскольку лактитол представляет собой источник энергии для бактерий толстого кишечника, расщепляющих сахара, то при его применении масса бактерий увеличивается, увеличивается и масса содержимого кишечника, что оказывает положительное влияние на его опорожнение. Лактитол обладает также пребиотическими свойствами: избирательно стимулирует рост сахарорасщепляющих бактерий, благоприятно влияющих на здоровье человека. Ещё один

эффект препарата — антиаммониемическое действие. В связи с этим лактитол применяется как лекарственный препарат для лечения печеночной энцефалопатии, формируемой через нарушение детоксикационной функции печени и прямым сбросом токсических агентов при развитии портальной гипертензии.

Экспортал эффективен при хронических запорах различной этиологии, функциональных запорах, а также как средство, ускоряющее восстановление функции дефекации и облегчающее дефекацию

Применяемая доза препарата — 20 г в сутки. Пациенты могли получать сопутствующую терапию: урсосал, урсофальк, альбумин, а также гипотензивные средства — лизиноприл, престариум, конкор, верошпирон, амлодипин, эналаприл, анаприлин — все по 1,3%.

Группу сравнения составили пациенты с диагнозом «цирроз печени», получавшие исключительно сопутствующую терапию — 50 чел.

Распределение пациентов по группам происходило методом «слепых конвертов».

Качество жизни пациентов оценивали с помощью опросника SF-36. Анкета SF-36 включает 36 вопросов, которые отражают 8 концепций (шкал) здоровья: физическую работоспособность, социальную активность, степень ограничения физической работоспособности и социальной активности, психическое здоровье, энергичность или утомляемость, боль, общую оценку здоровья и его изменения в течение последнего года. Опросник SF-36 обеспечивает количественное определение качества жизни по указанным шкалам. При этом показатели могут колебаться от 0 до 100 баллов. Чем выше значение показателя, тем лучше оценка по избранной шкале (100 баллов соответствует наивысшему показателю здоровья)

Результаты пациентов оценивались дважды — до начала терапии и после — по прошествии 1 месяца.

Статистическая обработка полученных данных была проведена с использованием программ STATISTICA v.10.0, MedCalc software Bvba v.12.6.1.0, MS Excel 7.0. Данные представлены в виде средних значений и стандартных отклонений для непрерывных переменных. Для сравнения непрерывных переменных использовали Т-тест. Достоверными считались результаты при $p < 0,05$.

Результаты

При оценке тяжести течения цирроза печени у всех пациентов был выявлен субкомпенсированный вариант.

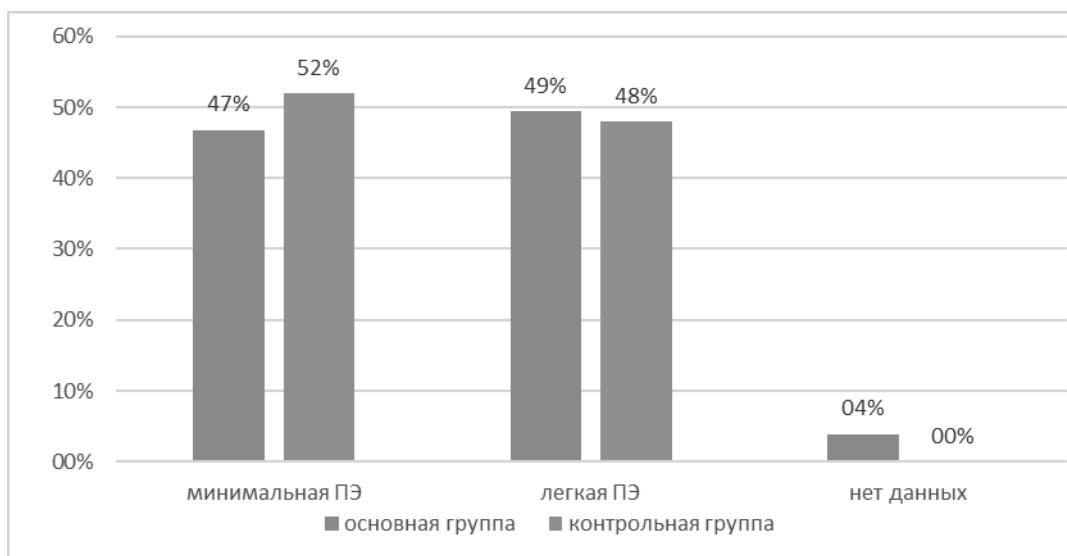


Рис. 1. Стадия печеночной энцефалопатии у пациентов основной и контрольной группы до начала лечения.



Рис. 2. Стадия печеночной энцефалопатии у пациентов основной и контрольной группы после лечения.

Оценка стадии печеночной энцефалопатии на 1 визите в основной группе проводилась у 74 пациентов. Согласно классификации West Haven, стадия печеночной энцефалопатии была минимальной у 48,6% (36 человек), легкой — у 51,4% (38 человек). Не получено данных по 3 пациентам.

В группе контроля достоверных различий по частоте встречаемости минимальной и легкой ПЭ не выявлено ($p > 0,05$) (Рисунок 1).

После проведенного лечения в основной группе стадия печеночной энцефалопатии была минимальной у 84,4% (65 человек), легкой — у 12,9% (10 человек). Не получено данных по 2 пациентам. Отмечается статистически значимая динамика — нарастание доли пациентов с минимальной стадией печеночной энцефалопатии ($p < 0,05$) (Рисунок 2).

В группе сравнения после проведенной терапии динамика была менее выраженной. В результате сопостав-

Таблица 1. Динамика показателей опросника SF-36 до терапии Экспорталом.

Симптом	Основная группа	Контрольная группа	p
Физическое функционирование	71,2±21,7	72,8±21,7	>0,05
Рольное функционирование, обусловленное физическим состоянием	18,3±11,5	17,6±10,1	>0,05
Интенсивность боли	69,0±24,9	68,1±23,2	>0,05
Общее состояние здоровья	46,4±14,9	46,0±12,9	>0,05
Жизненная активность	56,9±21,8	57,9±20,1	>0,05
Социальное функционирование	74,0±22,9	72,5±22,0	>0,05
Рольное функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием	34,4±11,0	33,5±10,4	>0,05
Психическое здоровье	66,5±17,4	66,1±16,6	>0,05
Физический компонент здоровья	40,6±7,5	40,1±7,0	>0,05
Психологический компонент здоровья	44,2±9,5	42,6±9,2	>0,05

Таблица 2. Динамика показателей опросника SF-36 после терапии Экспорталом.

Симптом	Основная группа	Контрольная группа	p
Физическое функционирование	73,6±21,0	73,8±21,2	>0,05
Рольное функционирование, обусловленное физическим состоянием	20,6±33,2	19,6±10,2	>0,05
Интенсивность боли	67,1±24,4	68,2±23,0	>0,05
Общее состояние здоровья	47,0±13,6	47,5±12,9	>0,05
Жизненная активность	61,2±21,6	56,6±20,1	<0,05
Социальное функционирование	74,4±22,4	73,6±20,7	>0,05
Рольное функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием	35,5±11,4	34,5±10,4	>0,05
Психическое здоровье	67,1±17,6	66,8±16,6	>0,05
Физический компонент здоровья	41,1±7,0	41,5±7,0	>0,05
Психологический компонент здоровья	44,6±9,6	43,9±9,2	>0,05

ления двух групп отмечено, что в основной группе достоверно чаще (в 1,5 раза) регистрировалась минимальная ПЭ ($p < 0,05$) и почти в 3 раза реже легкая ПЭ ($p < 0,05$).

Оценка качества жизни по опроснику SF-36 показала, что до лечения в основной группе физическое функционирование практически не страдало и не ограничивало выполнение физических нагрузок — 71,2±21,7 балла. В группе сравнения данный показатель был сопоставимым — 72,8±21,5 балла ($p > 0,05$).

Показатели ролевого функционирования серьезно страдали, т.к. пациенты не всегда могли выполнять свои будничные обязанности, и составили — 18,3±31,5 и 17,6±30,1 баллов в основной и контрольной группе ($p > 0,05$) соответственно.

Интенсивность болевого синдрома была низкой и мало влияла на качество жизни. Данный показатель составил 69,0±24,9 балла в основной группе и 68,1±23,2 балла в контрольной ($p > 0,05$).

Общее состояние здоровья, по мнению пациентов, было снижено почти вдвое в обеих группах и достоверно не различалось. Жизненная активность составила $56,9 \pm 21,8$ балла в основной и $57,9 \pm 20,1$ балла в контрольной группе ($p > 0,05$), соответственно, пациенты отмечали утомление и отсутствие сил.

Социальное функционирование характеризовалось как повышенный показатель в обеих группах — социальные контакты в связи с ухудшением физического и эмоционального состояния страдало мало.

В обеих группах пониженным было ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием — $34,4 \pm 11,0$ балла в основной группе и $33,5 \pm 10,4$ балла в контрольной ($p > 0,05$).

Психическое здоровье пациентов, по их мнению, было на высоком уровне — $66,5 \pm 17,4$ балла в основной группе и $66,1 \pm 16,6$ балла в группе контроля ($p > 0,05$).

Физический и психологический компоненты здоровья у пациентов обеих групп соответствовали среднему показателю (Таблица 1).

По прошествии 1 месяца после лечения достоверные различия между группами были отмечены по показателю жизненной активности: в основной группе показатель увеличился почти на 5 баллов. По остальным показателям, а также суммарному баллу физического и психологического компонентов здоровья статистически значимых различий получено не было (таблица 2).

Обсуждение

Развитие печеночной энцефалопатии у больных с циррозом печени является весьма острой проблемой, т.к. при неэффективном лечении осложнение ассоции-

руется с плохой выживаемостью и высоким риском рецидива [11].

В нашем исследовании оценивалась роль препарата «Экспортал» в лечении пациентов с ПЭ. По итогам анализа были получены достаточно обнадеживающие результаты — у пациентов основной группы улучшились клинические показатели — в виде снижения степени печеночной энцефалопатии. Положительный эффект достигался за счет 2 основных направлений. Первое — это снижение концентрации аммиака, который при повышенных концентрациях в крови способен нарушать функции астроцитов [7]. Второе направление воздействия препарата — это подавление протеолитических бактерий и увеличение количества ацидофильных бактерий, роль микробиоты в патогенезе ПЭ так же является подтвержденным фактом [6].

В соответствии с растущим интересом к центральной роли самовосприятия в состоянии здоровья пациента, оценка качества жизни приобретает все большее значение в клинической практике. При оценке влияния проведенного лечения на качество жизни пациентов, нами выявлены статистически значимые изменения только по показателю жизненной активности. Вероятно, 1 месяц — не слишком большой срок для качественных изменений, поэтому не исключено, что при увеличении периода наблюдения различия между группами достигнут большей статистической значимости, поскольку были продемонстрированы положительные влияния приема препаратов, воздействующих на кишечную микрофлору, на качество жизни пациентов с циррозом печени и печеночной энцефалопатией [12].

Таким образом, прием препарата «Экспортал» является весьма перспективным в лечении пациентов с циррозом печени и печеночной энцефалопатией, однако его влияние на качество жизни требует проведения более продолжительного наблюдения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дрига А. А., Маевская М. В., Ивашкин В. Т. Влияние инфекции *clostridium difficile* на клиническое течение цирроза печени / А. А. Дрига, М. В. Маевская, В. Т. Ивашкин // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. -2016. -№ 1. -С.44–53.
2. Ивашкин В. Т. Клинические рекомендации Российского общества по изучению печени и Российской гастроэнтерологической ассоциации по лечению осложнений цирроза печени/ В. Т. Ивашкин [и др.] // Рос. журн. гастроэнтерол., гепатол., колопроктотол. — 2016. — Т. 26, № 4. — С. 71–102.
3. Павлов Ч. С. Печеночная энцефалопатия: патогенез, клиника, диагностика, терапия/ Ч. С. Павлов, И. В. Дамулин, В. Т. Ивашкин // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. -2016. -№ 1. -С.44–53.
4. Никонов Е. Л. Печеночная энцефалопатия/ Е. Л. Никонов, В. А. Аксенов// Доказательная гастроэнтерология.-2017.-№ 4.-С. 25–31.
5. Ahluwalia V. Impaired Gut-Liver-Brain Axis in Patients with Cirrhosis/V. Ahluwalia [et al.]// Sci Rep. —2016. —Vol. 6.-P.26800.
6. Bajaj J.S. Linkage of gut microbiome with cognition in hepatic encephalopathy/ J.S. Bajaj [et al.]// Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol. —2012.— Vol.302(1).-P.68–75.
7. Brusilow SW. Hyperammonemic encephalopathy/ S.W. Brusilow// Medicine (Baltimore). — 2002.-Vol. 81(3).-P.240–9.
8. Chen Y. Characterization of fecal microbial communities in patients with liver cirrhosis/Y. Chen [et al.]// Hepatology. — 2011. — Vol.54.-P.562–572.

9. Dhiman RK. Probiotic VSL#3 reduces liver disease severity and hospitalization in patients with cirrhosis: a randomized, controlled trial/ RK. Dhiman [et al.]// Gastroenterology. — 2014.-Vol.147.-P.1327–1337.
10. Ito T. Obliteration of portal systemic shunts as therapy for hepatic encephalopathy in patients with noncirrhotic portal hypertension/ T. Ito [et al.]// Gastroenterol Jpn. — 1992.-Vol.27(6).-P.759–764.
11. Kaplan PW. EEG patterns and imaging correlations in encephalopathy: encephalopathy part II/ PW. Kaplan, AO. Rossetti// J Clin Neurophysiol. — 2011.-Vol.28(3). — P. 233–251.
12. Prasad S. Lactulose improves cognitive functions and health-related quality of life in patients with cirrhosis who have minimal hepatic encephalopathy/ S. Prasad [et al.]// Hepatology. — 2007.-Vol.45.-P.549–559.
13. Yang CM. Effects of probiotic, Clostridium butyricum, on growth performance, immune function, and cecal microflora in broiler chickens/ CM. Yang [et al.]// Poult Sci. — 2012.-Vol. 91.-P. 2121–2129.

© Атаева Абидат Ахмалутдиновна (amina110311@mail.ru), Атаева Дженнет Ахмалутдиновна.
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Первый Московский Государственный университет имени И. М. Сеченова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕДИЦИНСКОГО ПРЕПАРАТА «ГЕМОБЛОК ДЕНТ» У БОЛЬНЫХ С ГЕМОФИЛИЕЙ В СТОМАТОЛОГИИ

THE USE OF MEDICAL DRUG “ HEMOBLOCK DENT” IN PATIENTS WITH HEMOPHILIA IN DENTISTRY

**I. Bayrikov
E. Blokhina**

Summary. The evaluation of the effectiveness of the use of dental hemostatic set “Hemoblock DENT” in the planned removal of teeth in patients with hemophilia. Based on the principles of evidence-based medicine, a comparative analysis of the results of treatment of two clinical groups of patients with hemophilia in the near and early postoperative periods. Significantly better clinical results in the form of a significant reduction of bleeding time from the hole of the removed tooth, reducing the risk of postoperative alveolitis and early restoration of the chewing apparatus function were achieved in all patients of the clinical group in which the dental hemostatic set “Hemoblock DENT” was used, which allows to recommend it for use in dentistry.

Keywords: Hemoblock dent, Alveolitis, Destruction of teeth, Hemostatic sponge, intra and postoperative bleeding, Revoleйд.

Байриков Иван Михайлович

*Д.м.н., профессор, Самарский государственный
медицинский университет
alikh_solt@mail.ru*

Блохина Елена Владимировна

*Врач — стоматолог, Самарский государственный
медицинский университет
elenabloxina@mail.ru*

Аннотация. Проведена оценка эффективности использования стоматологического гемостатического набора «Гемоблок ДЕНТ» при плановом удалении зубов у пациентов с гемофилией. Основываясь на принципах доказательной медицины, произведен сравнительный анализ результатов лечения двух клинических групп больных с гемофилией в ближайшем и раннем послеоперационном периодах. Достоверно лучшие клинические результаты в виде значительного уменьшения времени кровотечения из лунки удаленного зуба, снижения риска развития послеоперационного альвеолита и раннего восстановления функции жевательного аппарата достигнут у всех больных клинической группы, в которой был применен стоматологический гемостатический набор «Гемоблок ДЕНТ», что позволяет рекомендовать его к использованию в стоматологии.

Ключевые слова: Гемоблок Дент, Альвеолит, Удаление зубов, Гемостатическая губка, интра и послеоперационное кровотечение, Револейд.

Введение

В настоящее время в хирургической стоматологической практике большое значение уделяют вопросам эффективной остановки интра — и послеоперационного кровотечения [1]. Известно, что неудовлетворительный гемостаз области оперативного вмешательства является одним из факторов риска развития инфекционных осложнений, приводящих к отрицательным результатам лечения и требующих значительных усилий, и экономических затрат на своё купирование [5]. Особую актуальность гемостатическая терапия приобретает у пациентов с сопутствующей врождённой патологией со стороны свертывающей системы крови — коагулопатиями [5]. Одним из наиболее распространённых заболеваний этой группы является гемофилия — аутоиммунный патологический процесс, при котором количество тромбоцитов в крови ниже нормы, составляющей 150,0 109/л. Изменения системы гемостаза у больных с гемофилией характеризуются не только снижением числа тромбоцитов, но и коррелирующим увеличением времени кровотечения, нарушением ретракции кровяного сгустка и адгезивно-

агрегационных свойств кровяных пластинок. Именно поэтому, одной из наиболее значимых, и в то же время подчас трудно выполнимых задач при оперативном лечении пациентов с сопутствующей гемофилией, становится обеспечение полноценного локального гемостаза, определяющего в дальнейшем характер и степень репарации в области хирургического вмешательства. Одним из широко выполняемых видов операций у пациентов стоматологического профиля является удаление зуба, выполняемое по различным показаниям [2]. Это хирургическое вмешательство, несмотря на кажущуюся простоту и отработанную технику выполнения, является ответственным лечебным мероприятием и несущим риск различных осложнений. У больных с гемофилией удаление зуба в обязательном порядке должно быть обеспечено адекватным интра- и послеоперационным локальным гемостазом.

Для этой цели сегодня разработано достаточное количество гемостатических лекарственных средств местного применения, однако эффективность их использования не всегда удовлетворяет врачей и пациентов, что особенно проявляется при изучении результатов лече-

ния в ближайшем и раннем послеоперационных периодах [3]. При выборе медицинского препарата указанной группы необходимо учитывать его соответствие определённым требованиям, обеспечивающим максимально возможную результативность применения в стоматологической практике: — универсальность действия, включающая в себя, по возможности, не только быструю остановку кровотечения, но и антисептический эффект [4];

- ◆ удобная форма применения для сложных раневых поверхностей, способность принимать форму раны;
- ◆ возможность применения не только в условиях операционного зала, но и в условиях амбулаторного стоматологического кабинета; — отсутствие негативного влияния на репаративные процессы; — биологическая безопасность, то есть отсутствие компонентов крови человека или животного, для предотвращения возможности передачи трансмиссивных заболеваний; — невысокая стоимость, позволяющая повсеместное использование препарата; — производство препарата в России из отечественного сырья (стратегическая безопасность). Одним из лекарственных средств, соответствующих указанным критериям, является стоматологический гемостатический набор «Гемоблок ДЕНТ».

Редкий водный раствор неполной серебряной соли полиакриловой кислоты (15 мл) и упаковку ватных пеллет для инсталляции лекарственного средства в область оперативного вмешательства. Проведённый анализ литературных источников выявил небольшое количество работ, касающихся эффективности использования гемостатических препаратов локального действия в стоматологической практике у пациентов с гемофилией [5]. Это подтвердило актуальность указанного вопроса и побудило нас к выполнению настоящего исследования. Цель работы — провести анализ эффективности применения стоматологического гемостатического набора «Гемоблок ДЕНТ» при удалении зубов у пациентов с гемофилией.

Материал и методы

Для достижения поставленной цели работы нами проанализированы результаты оперативного лечения 39 пациентов с гемофилией, которым было произведено плановое удаление зубов. Все больные состояли в регистре пациентов с гемофилией гематологического отделения Клиник СамГМУ и в дооперационном периоде получали системную стимулирующую тромбопоэз медикаментозную терапию путём приёма препарата «Револейд» (эльтромбопаг оламина). Режим дозирования выбирался индивидуально для каждого пациента на основании количественного содержания тромбо-

цитов в крови. Распределение наблюдавшихся больных по полу было следующим: мужчины — 21, женщины — 18. Возраст пациентов составлял от 27 до 58 лет. Все больные с помощью метода вероятностной (случайной) выборки были разделены нами на две клинические группы. Первую клиническую группу составили 19 пациентов (48,7%), при оперативном лечении которых использовали традиционный способ местного гемостаза — тампонаду зубной альвеолы после удаления зуба марлевым тампоном, пропитанным 3% раствором перекиси водорода. Во вторую клиническую группу вошли 20 пациентов (51,3%). Им был выполнен послеоперационный локальный гемостаз с помощью стоматологического гемостатического набора «Гемоблок ДЕНТ». Действие препарата «Гемоблок ДЕНТ» основано на взаимодействии входящего в его состав жидкого водного раствора неполной серебряной соли полиакриловой кислоты с белками плазмы крови, главным образом с альбумином. Это приводит к формированию полимерного комплекса в виде сгустка, обеспечивающего эффективный локальный гемостаз. Кроме этого, входящее в состав лекарственного средства серебро обеспечивает бактериостатическую и бактерицидную активность препарата к большинству известных патогенных микроорганизмов, включая устойчивые внутрибольничные штаммы. Схема использования нами стоматологического гемостатического набора «Гемоблок ДЕНТ» была следующей: сразу после выполнения этапа удаления зуба в альвеолярную лунку помещали входящую в набор пеллету, смоченную с помощью пипетки раствором лекарственного средства, и перманентно прижимали к кровоточащей поверхности в течение 1–2 минут. Критериями достаточности эффективного использования препарата являлись остановка локального кровотечения и формирование макроскопически гладкой эластической поверхности в зоне инсталляции препарата. Считаем необходимым отметить, что ни в одном из случаев применения «Гемоблок ДЕНТ» нами не было зафиксировано развитие аллергических и токсических реакций, равно как и местного раздражающего действия, что следует отнести к положительным характеристикам лекарственного средства. Указанные позитивные свойства препарата «Гемоблок ДЕНТ» связаны, очевидно, с отсутствием в его составе компонентов животного происхождения.

Результаты и обсуждение

Основываясь на принципах доказательной медицины, произведено сравнение результатов лечения представленных двух клинических групп больных в ближайшем и раннем послеоперационных периодах — в сроки 1-е и 3-и сутки соответственно. Для оценки эффективности лечебного действия препарата нами были выбраны следующие клинические-статистические критерии: 1. Скорость наступления гемостаза (сек); [4]. 2. Бактери-

цидная активность (число случаев развития послеоперационного альвеолита); 3. Риск развития повторных кровотечений (число случаев повторных кровотечений в течение первых 3-х суток после удаления зуба); 4. Степень негативного влияния препарата на мягкие ткани (макроскопическая оценка прижигающего/ раздражающего действия, и субъективная оценка указанного действия пациентом); 5. Данные полного варианта валидизированной русскоязычной версии опросника OHIP-14 (Oral Health Impact Profile) — «Степень важности стоматологического здоровья» (Slade G. D., Spencer A. J., 1994) [4]. Опросники заполняли при первичном осмотре пациента и на контрольном осмотре, который мы проводили на 3-и сутки после операции. Проведённый сравнительный анализ показал, что среднее время полной остановки кровотечения у пациентов первой клинической группы составило 210 ± 50 сек. Во второй клинической группе гемостаз наступал в течение 95 ± 15 сек. Необходимо отметить не только более высокую скорость формирования кровяного сгустка у пациентов второй клинической группы, но и значительно более узкую вариабельность времени его наступления, что свидетельствует о прогностически стабильном действии препарата.

Кроме этого, при выполнении гемостаза тампоном, пропитанным 3% раствором перекиси водорода, гематома макроскопически отличалась несколько большим объёмом, неоднородностью структуры и слабой устой-

чивостью к контактному воздействию. Инфекционное осложнение в виде альвеолита области удалённого зуба развилось у одного (5,2%) пациента первой клинической группы, купировано повторной санацией зубной лунки. Во второй клинической группе инфекционных осложнений в области оперативного вмешательства нами зафиксированного не было. Спонтанное повторное кровотечение из области операции развилось у 2-х (10,5%) пациентов первой клинической группы в течение первых суток после удаления зуба, что послужило поводом к повторному обращению к врачу и проведению гемостатической терапии. Местное раздражающее действие применяемого препарата субъективно было отмечено 5 (26,3%) пациентами первой клинической группы; во второй клинической группе какие-либо негативные побочные действия используемого гемостатического препарата отмечены не были. Анализируя результаты, полученные с помощью опросника OHIP-14, нами был выявлен интересный факт более продолжительного периода послеоперационной анальгезии у пациентов второй клинической группы по сравнению с больными первой клинической группы. Учитывая полную идентичность применяемых во время удаления зуба местных анестетиков как в качественном, так и в количественном выражении у пациентов обеих клинических групп, данный эффект, по нашему мнению, также следует отнести к положительным свойствам гемостатического препарата «Гемоблок ДЕНТ».

ЛИТЕРАТУРА

1. Барер, Г. М. Терапевтическая стоматология / Г. М. Барер. — Ч. 2. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. — С. 27–56.
2. Барер, Г. М. Валидизация русскоязычной версии опросника OHIP у пациентов с диагнозом хронический генерализованный пародонтит средней степени тяжести / Г. М. Барер, К. Г. Гуревич, В. В. Смирнягина, Е. Г. Фабрикант // Стоматология. — 2007. — № 5.
3. Беляков, Ю. А. Наследственные заболевания и синдромы в стоматологической практике / Ю. А. Беляков. — М: Ортодент-Инфо, 2000. — 294 с.
4. Волок итина, Н. В. Оказание стоматологической помощи больным врожденными коагулопатиями/ Н. В. Волокитина, Т. А. Андреева // Проблемы гематологии и переливания крови. — 2002. — № 4. — С. 29–30.
5. Макарова, Е. В. Хирургическое стоматологическое лечение пациентов с идиопатической тромбоцитопенической пурпурой с помощью эрбиевого лазера / Е. В. Макарова, С. В. Тарасенко, А. Л. Меликян // Лазерная медицина, 2011. — № 15(2). — С. 95–102.

© Байриков Иван Михайлович (alikh_solt@mail.ru), Блохина Елена Владимировна (elenabloxina@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОДНОМОМЕНТНАЯ ИМПЛАНТАЦИЯ КАК ПРОФИЛАКТИКА АТРОФИИ АЛЬВЕОЛЯРНОГО ГРЕБНЯ

ONE-STAGE IMPLANTATION AS A PREVENTION OF AN ALVEOLAR RIDGE ATROPHY

**A. Winner
A. Nefedova**

Summary. Lack of intra bone load after dental extraction is the reason of developing regional osteoporosis and atrophy of the bone. These processes are faster and more evident in the frontal region of maxilla. Further, it becomes necessary to spend more time to pretreat patients for prosthetics as well as on the period of rehabilitation. Today the appearance of the person is the one of fundamental factors of success in society. Therefore, the long absence of tooth in a front zone of smile can inflict psychological suffering.

Keywords: proximate implantation, prevention of the jawbone atrophy, dental implantation, dental implantation record.

Виннер Анастасия Алексеевна

ГБОУ ВПО ПСПбГМУ им. И. П. Павлова Минздрава
России
anastacywinner@yandex.ru

Нефедова Анастасия Алексеевна

ГБОУ ВПО ПСПбГМУ им. И. П. Павлова Минздрава
России
Annefedova@mail.ru

Аннотация. После удаления зуба, вследствие отсутствия внутрикостной нагрузки, возникает региональный остеопороз, атрофия костной ткани, причем особенно быстро и значительно на верхней челюсти во фронтальном отделе. В дальнейшем это приводит к длительной подготовке пациентов к протезированию и длительному периоду реабилитации. На сегодняшний день внешность человека является одним из основополагающих факторов успеха в обществе. Поэтому длительное отсутствие зуба в зоне улыбки может привести к психологическому дискомфорту.

Ключевые слова: Непосредственная имплантация, профилактика атрофии кости, дентальная имплантация, протокол дентальной имплантации.

В современной стоматологии все более актуальными становятся вопросы эстетики. По статистике более половины пациентов старше 40 лет в России имеют потребность в протезировании, для которого важны сроки его осуществления, условия, при которых была потеря кости и зуба, зона дефекта, возможности и варианты восстановления функции жевания и фонетики. Здесь мы сталкиваемся с проблемой развития атрофии костной ткани и слизистой оболочки, наиболее остро проявляющейся в эстетически значимой зоне — фронтальном отделе полости рта.

Сегодня, в современном мире, человек уделяет своей внешности довольно много внимания. Так, потеря зуба в переднем участке зубного ряда может приносить большой дискомфорт, что приводит к социальной дезадаптации. Большой разрыв между операцией удаления зуба и имплантацией становится катастрофой для социально активного пациента [16–18].

При утрате зуба, наступившей по различным причинам, из-за снижения нагрузки на костную ткань развиваются процессы её разряжения, то есть снижения ее плотности и высоты — атрофия, причем особенно быстро и значительно развиваются изменения на верхней челюсти в связи с особенностями ее строения [1, 2]. Согласно А. Ashman [3], удаление зуба в течение ближайших трех лет ведет к потере 40–60% костного вещества альвеолярного отростка, а затем атрофический процесс

продолжается меньшими темпами (от 0,5 до 1% в год) [4].

К большому сожалению, без костной поддержки стремительно развивается атрофия десны и часто без пластики местными тканями, а значит, дополнительной операции и травмы пациента, не удается достичь оптимального эстетического и функционального результата. Доктор не сможет получить хорошую десневую манжету вокруг имплантата, что будет связано в дальнейшем не только с недовольством пациента по поводу некачественного и неэстетичного результата, но и существенно повышать риски развития рассасывания костной ткани вокруг имплантата.

В связи с этим, актуальна профилактика атрофии кости и слизистой оболочки. Консервация кости достигается различными методами, увы, большинство методик предполагают двухэтапную установку имплантата. В таком случае пациент несколько месяцев вынужден жить с дефектом, пользоваться какими-то временными конструкциями. Одним из не так давно появившихся в практике методов, и оптимальным для пациентов, является непосредственная имплантация.

Успех имплантации определяется первичной стабильностью имплантата в костном ложе и характером последующей тканевой интеграции. Первое достигается, в основном, за счет плотной посадки титанового им-

плантата в кость, так называемой механической стадии [16–18, 1–4]. Тканевая интеграция, или остеоинтеграция — образование кости вокруг имплантата, достижение его структурной и функциональной связи с окружающей костью, зависит от следующих факторов:

1. Биосовместимость имплантата или биоинертность, отсутствие химического и биологического взаимодействия;
2. Форма имплантата. Наиболее эффективно применение имплантатов с винтовой фиксацией;
3. Качество поверхности имплантата;
4. Точная хирургическая техника;
5. Здоровое костное ложе для имплантата;
6. Контроль условий при функциональной нагрузке;
7. Качество костной ткани [12];

Имплантаты в настоящее время — это внутрикостные устройства, изготавливаемые из титана и его сплавов, редко применяют кобальтохромовые сплавы и крайне редко — сплавы благородных металлов, керамика и композиты, объединяемые названием ситаллы, также существуют имплантаты из диоксида циркония и тантала [5]. Однако самые распространенные, на данный момент, изготавливаются из титана [3, 6].

Для интеграции имплантата важно, наряду с биосовместимостью, плотное сопоставление имплантата с костью в области ложа. А также макроскопические и особенно микроскопические свойства поверхности имплантата: шероховатая поверхность имплантата способствует ускорят процесс остеоинтеграции.

Есть различные способы изготовления, направленные на то, чтобы увеличить шероховатость поверхности имплантата, и наиболее часто используемыми являются:

- ◆ Механическая обработка;
- ◆ Пескоструйная обработка (технология пескоструйной обработки резорбируемыми абразивами RBM);
- ◆ Травление кислотой;
- ◆ Анодирование;
- ◆ Лазерная модификация;
- ◆ биологически активное покрытие на неограниченной основе — ГАП [14];

Или комбинация нескольких из них.

Шероховатость, в том числе пористость являются фактором, благоприятствующим образованию кости на поверхности имплантата, однако, по ряду исследований, неспособным внести изменения в ее плотность [15].

Традиционные сроки протезирования после установки имплантатов через 2–3 месяца — на нижней челюсти и от 4–5 до 8–10 месяцев — на верхней. Чаще стоматоло-

ги выбирают методики, которые предварительно предусматривают восполнение костной ткани путем костной пластики, направленной регенерации костной ткани с использованием биомембран и операции синус-лифтинга, которые удлиняют общие сроки лечения больных до 8–10 месяцев и более, «многоступенчатые» варианты лечения большинство пациентов воспринимают крайне негативно, а необходимость выполнения повторных хирургических вмешательств часто затмевает для них перспективу достижения даже самого лучшего эстетического результата [13]. При планировании имплантации у больных с частичной адентией также придается важное значение ее архитектонике путем рентгенологического исследования.

Однако, по В.Л. Параскевичу, и в практике, данные рентгенологического обследования в 70% случаев не соответствуют типу архитектоники челюстной кости, окончательно определяемой во время операции, так как не отражают в полной мере ее плотность и подвижность трабекул [7].

Повышение функциональной нагрузки оптимизирует величину биоэлектрических потенциалов кости, усиливает гидродинамическое влияние упругих деформаций структурных единиц кости на микроциркуляцию и трофику тканей эндоста-компенсаторный остеогенез, если повышенная нагрузка на кость чередуется с достаточным отдыхом, она успевает перестроиться и приспособится к новым условиям.

Но также кость и имеет свой предел возможностей, при высокой нагрузке компенсаторных сил становится недостаточно, возникает декомпенсация, которая выражается в процессе резорбции костной ткани: дезорганизации и рассасыванием костных структурных единиц и заполнении пространства волокнистой тканью, вместе с тем костная ткань, исчезая и оставляя на своем месте остеоид, сохраняет способность к обратному развитию и восстановлению структурных единиц при нормализации микроциркуляции и адекватной инициации структурной перестройки.

Показания

1. Отсутствие общих и относительных противопоказаний;
2. Эстетически значимая зона;
3. Тонкий биотип;
4. Хорошие костные условия;
5. Возможность получения чистой раны;
6. Владение хирургом техникой проведения данной операции [17];

Одномоментная имплантация, при условии выполнения всех пунктов хорошей остеоинтеграции и соблюде-

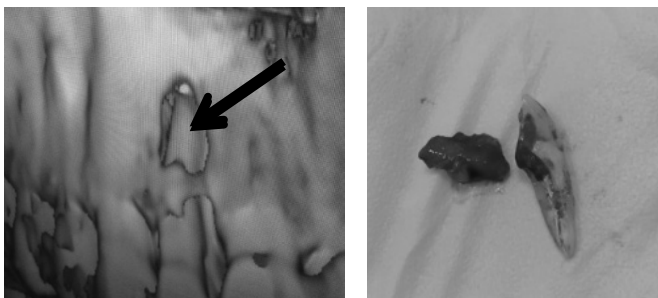
нии показаний, оказывается успешной и позволяет сохранить кость и мягкие ткани.

Методика может применяться без нагрузки, с одномоментным нефункциональным протезированием и с одномоментным функциональным протезированием.

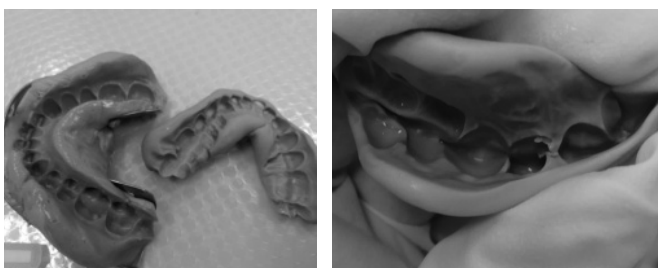
Разбор операции
непосредственной имплантации
на основе клинического случая

Женщина, 43 года, потеря зуба 1.2 вследствие вертикальной фрактуры корня, соматический анамнез не отягощен, тонкий биотип, довольно большой костный дефект, эстетически значимая зона.

1. Рентгенологическое исследование (КЛКТ) и выбор конструкции имплантата. Необходимо провести детальное обследование зуба и установить причину его удаления и особенности удаления. В нашем клиническом случае причина — вертикальная фрактура корня, что было подтверждено в процессе удаления зуба, также на КЛКТ — обширный дефект костной ткани, вследствие воспалительного процесса, следовательно, для тщательного очищения и имплантации необходимо визуализировать рабочее поле.



2. Снятие оттиска с фрагмента верхней челюсти, содержащего удаляемый зуб для получения шаблона. Использована техника однослойного одноэтапного оттиска с помощью силиконовой массы класса C Spidex, снятие оттиска для изготовления коронки с корректирующей массой.

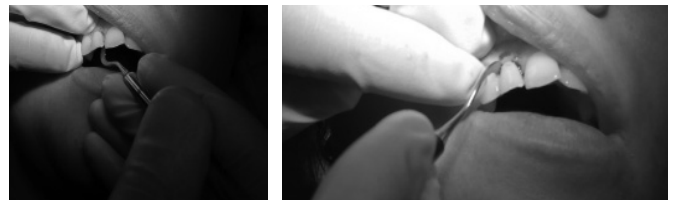


3. Анестезия. Выбрана инфильтрационная анестезия, так как удаляемый зуб 12 находится во фронтальном от-

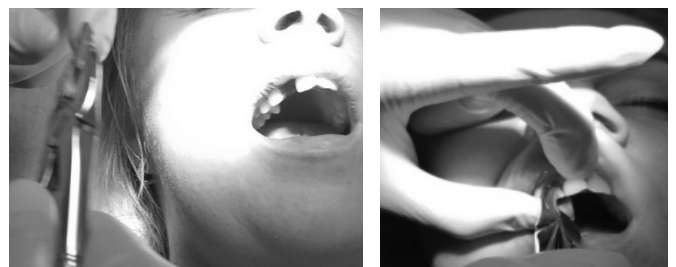
деле sol. Ubistesini 1:200000, 1 карпула, небная и вестибулярная инфильтрационная анестезия. Техника: под углом 30 градусов, срезом иглы к кости, делаем вкол в области переходной складки в проекцию верхушки корня зуба, ишемия мягких тканей.



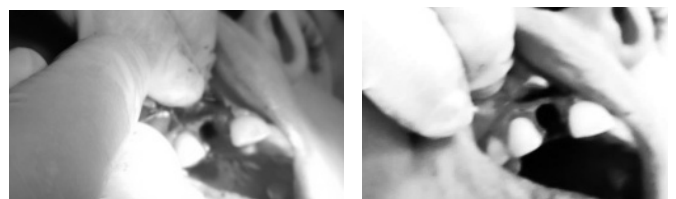
4. Отслойка круговой связки с помощью серповидной гладилки, необходимый этап для избегания разрыва слизистой оболочки и сохранения контура десневого края для имплантации.



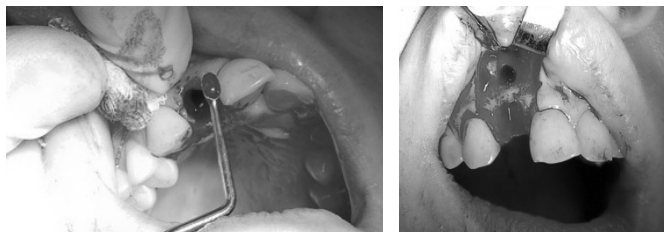
5. Атрауматичное удаление зуба, может быть произведено как прямым элеватором, так и прямыми щипцами с несходящимися щечками. Основное движение маятникообразное в сторону вестибулярной стенки, движения должны быть максимально аккуратны, во избежание отлома стенки или ее фрагмента.



6. Формирование лоскута, скальпель № 15, трапециевидный разрез, тупая отслойка с помощью распатора, так как на КТ видим дефект костной ткани вестибулярно и для хорошего кюретажа и имплантации нам необходимо его визуализировать.



7. Кюретаж, должны быть удалены все грануляции, нужно получить абсолютно чистую рану.



8. Промываем антисептиком.



9. Убедившись в чистоте лунки, приступаем к имплантации. Был выбран имплантат Straumann 3.3mm*10mm, Bon Level покрытие SLA

10. Сверление, использование сверел в порядке протокола непосредственной имплантации, не используются развертки, так как есть дефицит костной ткани.

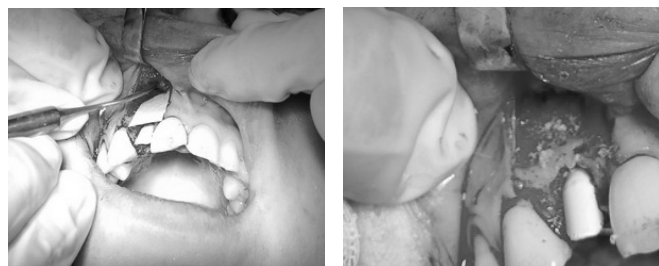
11. Помещаем в лунку имплантат, стабилизация 35Н.



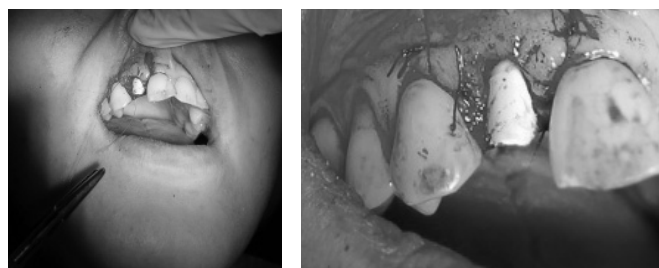
12. Индивидуализация стандартного абатмента



13. Костная пластика с использованием костного материала BioOss, замешиваемого с физ раствором, использование мембраны BioGide.



14. Репозиция лоскута и наложение швов, стремимся к идеальной изоляции, используются узловые швы.



15. Изоляция шахты имплантата тefлоновой лентой. Изготовление временной коронки из пластмассы Structur, с помощью полученного перед операцией удаления силиконового шаблона, коррекция временной коронки.



16. Изготовленную временную коронку выводим из окклюзии для предотвращения нагрузки на имплантат и сохранения контура мягких тканей, важным аспектом является нормализация эстетики и фонетики.

Результаты

1. Сохранение контура мягких тканей, предотвращение деформации и атрофии мягких тканей вокруг имплантата, возможность в будущем избежать местной пластики мягких тканей в эстетически значимой зоне и, таким образом, дополнительного хирургического вмешательства; восстановление эстетики за счет временной конструкции,

удаление проходит без психологического дискомфорта, незаметно для окружающих;

2. Восстановление фонетики — воссоздание артикуляционных пунктов для языка позволяет избежать нарушения речи или значительно понизить время привыкания пациента к новым условиям в полости рта, а также способствует более легкой адаптации пациента к постоянному протезу;

В заключение можно сказать, что данный метод хорошо зарекомендовал себя. Важно для успеха данной операции соблюсти все показания и условия проведения, крайне важна подготовка пациента к предстоящей операции, исследования в данной области помогли бы расширить показания к проведению, повысить комфорт пациентов и продемонстрировать врачам надежность данного метода;

ЛИТЕРАТУРА

1. Яременко А. И., Котенко М. В., Раздорский В. В., Снежко В. В. Сравнительный анализ эффективности методов немедленной имплантации. Часть 1. // Институт стоматологии. 2012. № 57/4;
2. Яременко А. И., Котенко М. В., Раздорский В. В., Снежко В. В. Сравнительный анализ эффективности методов немедленной имплантации. // Дентал Юг. 2012. № 10;
3. Яременко А. И., Котенко М. В., Раздорский В. В., Снежко В. В. Сравнительный анализ эффективности методов немедленной имплантации. Часть 2. // Институт стоматологии. 2013. № 58/1;
4. Мейснер Л. Л., Псахье С. Г., Лотков А. И., Никонова И. В., Ротштейн В. П., Раздорский В. В., Котенко М. В. Биосовместимость имплантатов из никелида титана с легированными поверхностными слоями с наноструктурой. // Сборник тезисов II Всероссийской международной конференции по наноматериалам. Новосибирск. 2007;
5. Итин В. И., Мейснер Л. Л., Раздорский В. В., Котенко М. В. О взаимодействии гидроксипатита с никелидом титана и титаном. // Сборник тезисов IV Евразийской научно-практической конференции Прочность неоднородных структур. Москва. 2008;
6. Раздорский В. В., Котенко М. В., Макарьевский И. Г. Особенности протезирования больных со значительной атрофией альвеолярного отростка. // Сборник тезисов I Международной конференции «Новые технологии в стоматологии и дентальной имплантологии». Астана. 2010;
7. Раздорский В. В., Котенко М. В., Корнилов В. Н., Копысова В. А., Кишкарев В. В. // Патент на полезную модель № 48753, Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 10 ноября 2005 г.;
8. Котенко М. В., Мейснер Л. Л., Суворов О. Ю., Лесников В. И., Лотков А. И., Шляхов Н. В. // Патент на полезную модель № 86451, Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 10 сентября 2009 г.;
9. Мейснер Л. Л., Лотков А. И., Раздорский В. В., Котенко М. В., Никонова И. В., Макарьевский И. Г. // Патент на изобретение № 2397732, Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 января 2010 г.;
10. Балин В., Иорданишвили А., Жуков С. Наш опыт эндоотонтоэндооссальной имплантации. // Клиническая имплантология и стоматология. — 2009. — № 3. — С. 22–23;
11. Белецкий Б. И., Никитин Р. А., Власова Е. Б. и др. Некоторые вопросы подбора имплантационных материалов для челюстно-лицевой хирургии и нейрохирургии // Современные проблемы имплантологии: Материалы 5 Международной конференции. — Саратов, 2011. — С. 68–69.
12. Вортиштон Ф., Ланг Б. Р., Лавелле В. Е. Остеоинтеграция в стоматологии. — М.: Квинтессенция, 2014. — с. 126;
13. Гротовски Т. Применение одностадийных имплантатов Горбачко при реабилитации пациентов, подверженных пародонтальным болезням. Результаты 5-летних исследований // Новое в стоматологии. — 2012. — № 3. — С. 35–39;
14. Дробышев А. Ю., Танкаев А. С., Агапов В. С. Опыт использования имплантатов с гидроксилпатитовым напылением для имплантации // Современные проблемы имплантологии: Материалы 5 Международной конференции. — Саратов, 2014. — С. 14–18;
15. Котенко М. В. Эффективность непосредственной имплантации различными типами имплантатов. // Сибирский медицинский журнал. 2011. № 4. С. 88–92;
16. Яременко А. И., Котенко М. В., Раздорский В. В., Смондарев С. П. Анализ результатов протезирования методом непосредственной имплантации. // Вестник НГУ. 2011. Том 9, № 3;
17. Котенко М. В., Яременко А. И. Оценка эффективности имплантатов различных типов при непосредственной установке в лунку удаленного зуба. // Стоматология. 2011. № 6;
18. Котенко М. В., Сизенцева О. Ю., Власов Д. В., Крузин П. Ю. Сравнительный анализ эффективности непосредственной имплантации различными дентальными конструкциями. // Стоматолог-практик. 2011. № 3.

© Виннер Анастасия Алексеевна (anastacywinner@yandex.ru), Нефедова Анастасия Алексеевна (Annefedova@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ФИБРИЛЛЯЦИИ ПРЕДСЕРДИЙ ПО ДАННЫМ МЕТОДА ОДНОКАНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ С ДИСТАНЦИОННОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ ДАННЫХ

THE ATRIAL FIBRILLATION PREVALENCE ACCORDING TO THE METHOD OF SINGLE-LEAD ELECTROCARDIOGRAPHY WITH DATA REMOVE TRANSFER

**N. Vishnyakova
V. Yanin
F. Kopylov**

Summary. The overview: atrial fibrillation is one of the most dangerous heart rhythm disorders. The aim of this study was to identify and assess the prevalence of AF in the population by remote single-lead electrocardiography (ECG) in urban and rural outpatient facilities, to determine the risk factors (FR) for the development of brain complications on the CHA2DS2-VASc scale.

In the study a single-lead ECG monitor CardioQVARK was used to detect AF. Among 1985 ECG records 60 (3%) AF events were determined. For 22 (36.6%) patients AF was detected for the first time, and in 38 (63.3%) cases AF already had a history.

The CHA2DS2VASc scale showed that 11 (18.3%) people had an intermediate risk of stroke development, 49 (81.6%) people exceeded the index of 2 or more by the number of points, which requires the mandatory administration of anticoagulant drugs. The AF treatment standards (n=38) were observed in 31 cases (81.5%). 7 patients (18.4%) did not take the recommended therapy regularly. Diagnosis of cardiac arrhythmias by means of single-lead ECG allows to identify AF and determine the development of THROMBOEMBOLIC complications in patients.

Keywords: atrial fibrillation, remote single-lead electrocardiography, risk factors, thrombotic complications, anticoagulant therapy.

Вишнякова Нелли Анатольевна

К.м.н., заведующий, Поликлиника № 2; врач ОВП,
терапевт, ГБУЗ МО «Мытищинская городская
клиническая больница»
Nelli.vishnyakova.76@mail.ru

Янин Валерий Анатольевич

К.м.н., главный врач, ГБУЗ МО «Мытищинская
городская клиническая больница»
v.a.yanin@gmail.com

Копылов Филипп Юрьевич

Д.м.н., профессор, директор, ФГАОУ ВО Первый МГМУ
им. И. М. Сеченова (Сеченовский Университет)
cardiolog@inbox.ru

Аннотация. Фибрилляция предсердий (ФП) считается наиболее опасным нарушением ритма сердца. Выявление и оценка распространенности ФП при обследовании населения методом дистанционной одноканальной электрокардиографии (ЭКГ) в городских и сельских амбулаторных учреждениях, определение факторов риска (ФР) развития мозговых осложнений по шкале CHA2DS2-VASc являлось целью нашей работы.

В исследовании одноканальный электрокардиограф CardioQVARK способствовал выявлению пациентов с ФП. Из 1985 записей ЭКГ установлено 60 ФП (3%). У 22 (36,6%) пациентов ФП выявлена впервые, а у 38 (63,3%) лиц ФП уже имелась в анамнезе.

Шкала CHA2DS2VASc показала, что 11 (18,3%) человек имели промежуточный риск развития ОНМК, 49 (81,6%) человек превышали по количеству баллов показатель 2 и более, что требует обязательного назначения антикоагулянтных препаратов. Стандарт лечения ФП (n=38) соблюдался в 31 случае (81,5%). 7 пациентов (18,4%) принимали рекомендованную терапию не регулярно. Диагностика нарушений ритма сердца (НРС) посредством одноканальных ЭКГ позволяет выявить ФП и определить ФР развития тромбоэмболических осложнений у пациентов.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий, дистанционная одноканальная электрокардиография, факторы риска, тромботические осложнения, антикоагулянтная терапия.

Введение

Фибрилляция предсердий распространенное и социально значимое заболевание, приводящее к развитию когнитивной дисфункции, ишемическим инсультам, увеличению риска смерти [16]. В общей популяции распространенность ФП со-

ставляет 1–2%, и по прогнозам, в ближайшие 50 лет этот показатель будет расти [15,10]. Учитывая широкий спектр негативных исходов, связанных не только с ухудшением качества жизни, но и повышением частоты серьезных осложнений и смерти, на современном этапе ФП следует расценивать, как потенциально летальную аритмию.



Рис. 1. Общий вид электрокардиографа CardioQVARK

Данное нарушение ритма наиболее часто ассоциируется с хронической сердечной недостаточностью (ХСН), ишемической болезнью сердца (ИБС), пороками сердца, перикардитом, артериальной гипертензией (АГ), которая в 60% случаев является сопутствующим заболеванием. Этиологией ФП может быть и экстракардиальная патология: тиреотоксикоз, тромбоэмболия ветвей легочной артерии, хронические заболевания легких [6,8].

С возрастом частота возникновения ФП увеличивается, в связи с тем, что происходит структурное ремоделирование сердца и сосудов, с которым и связывают существенные нарушения проводимости и ритма сердца. В возрасте до 60 лет распространенность ФП < 0,5%, в возрасте от 60 лет и старше 5–15%, причем ФП чаще регистрируется у мужчин [12,17].

Коморбидная патология, факторы риска (ФР), имеющиеся у пациента взаимодополняют друг друга и способствуют повышению вероятности развития тромботических осложнений [1,2]. В практике врача первичного звена, лица с данным нарушением ритма должны быть отнесены к категории «сложных» пациентов, которым должна быть назначена адекватная своевременная терапия.

Большинство из перечисленных причин ФП могут быть выявлены или исключены с помощью клинического обследования, ЭКГ и ЭХОКГ [16]. Криптогенная ФП длительное время может быть не диагностированной.



Рис. 2. Регистрируемые параметры ЭКГ и ФПГ

Однако, при систематическом электрокардиографическом контроле, ЭКГ позволяет у каждого двадцатого пациента с острым инсультом выявить нарушение ритма по типу ФП [11].

В международных клинических рекомендациях, рекомендациях Европейского кардиологического общества и Американской ассоциации кардиологов по диагностике и лечению ФП, подчеркивается значимость проведения скрининга и своевременного выявления ФП у лиц, имеющих высокий риск тромбоэмболических осложнений.

Цель исследования

Выявление и оценка распространенности ФП при обследовании населения методом дистанционной одноканальной электрокардиографии (ЭКГ) в городских и сельских амбулаторных лечебно-профилактических учреждениях (ЛПУ) и определение факторов риска развития мозговых осложнений.

Материалы и методы

С апреля 2019 года в трех поликлиниках, трех амбулаториях, шести фельдшерско-акушерских пунктах (ФАП), входящих в структуру амбулаторной службы Государственного бюджетного учреждения здравоохранения Московской области «Мытищинская городская клиническая больница» (ГБУЗ МО «МГКБ») организовано



Рис. 3. Алгоритм работы одноканальной ЭКГ

скрининговое обследование пациентов в условиях первичного звена здравоохранения.

Данные ЛПУ были оснащены 29 электрокардиографами CardioQVARK. В текущем режиме работы ЛПУ кардиографы применялись на сестринских постах, во время приема терапевта/фельдшера, кабинетах медицинской профилактики поликлиник, а также с целью длительного мониторинга ЭКГ выдавались пациентам на дом. Проводилась 3-х минутная регистрация электрокардиограмм с пальцев правой и левой руки (I отведение).

На рисунке 1 и 2 представлен общий вид прибора и регистрируемые параметры ЭКГ и ФПГ.

По сети интернет на расстояние более 25 км. из амбулаторных подразделений ЭКГ отправлялись на сервер, где программным алгоритмом выявления ФП проводилась первичная обработка зарегистрированных записей, и формировались в PDF формате ЭКГ-отчеты, а также архивная база ЭКГ. Отчеты ЭКГ с нарушением ритма сердца (НРС) по типу ФП для уточнения автоматической обработки прибора пересылались в личный кабинет врача функциональной диагностики. После чего кардиограммы с подтвержденным заключением ФП возвращались в кабинет врача/фельдшера соответствующего ЛПУ. На рисунке 3 представлен алгоритм работы.

Программное обеспечение CardioQVARK позволяет: рассчитывать временные параметры RR, P, PR, QRS, QT, QTc; распознавать нарушения сердечного ритма; рассчитывать параметры variability сердечного ритма; вести дневник артериального давления и уровня глюкозы в крови. Электрокардиограф наряду с регистрацией электрокардиограммы имеет возможность регистрировать фотоплетизмографический сигнал (ФПГ). В прило-

жение электрокардиографа регистрировались следующие анкетные данные пациента: возраст, дата рождения, пол, вес, рост, группа крови, цвет глаз, цвет волос, профессия, место проживания. А также имеющиеся факторы риска и анамнез пациента: прием алкоголя, курение, переизбыток, недосыпание, наличие артериальной гипертензии, сахарного диабета (СД), кардиостимулятора и других заболеваний.

Работа с оборудованием не потребовала финансовых затрат на дополнительное обучение медицинского персонала. Обследование выполнялось пациентам при прохождении диспансеризации, медицинских профилактических осмотрах взрослого населения, плановых обращениях пациентов на ФАПы, в амбулатории, поликлиники. На обследование одного пациента затрачивалось не более 5 минут. Алгоритм выбора случаев ФП заключался в использовании автоматического и врачебного синдромального заключений. Проводился анализ амбулаторных карт пациентов с выявленной ФП.

Результаты обследования

В процессе обследования населения одноканальной дистанционной ЭКГ за три месяца зарегистрировано 1985 записей ЭКГ. Обследовано 1335 женщин — 67% (средний возраст 56 лет) и 650 мужчин — 33% (средний возраст 49 лет).

По данным зарегистрированных профилей (анкетных данных) пациентов установлена патология в анамнезе и ФР: курение 21% случаев, употребление алкоголя 37% случаев, СД 12%, АГ 53%. Рассчитывался индекс массы тела (ИМТ) с целью исключения ожирения: норма 30%, избыток массы тела 31%, ожирение 37% обследованных лиц. Это факторы риска развития сердечно-сосудистых

Таблица 1. Распределение ФП по лечебно-профилактическим подразделениям

ФП	Поликлиники	Амбулатории	ФАПы
Впервые выявлена n=22	16	1	5
В анамнезе n=38	26	3	9

Статистика патологий

№	Патология	Всего		
1	Артериальная гипертензия *	1111 (56%)	805 306	
2	QRS > 100 мс	299 (15%)	175	124
3	Аритмия (Extr ≥ 5)	265 (13%)	169	96
4	QTс (муж.) > 450 мс, QTс (жен.) > 460 мс	261 (13%)	169	92
5	Сахарный диабет 2-го типа *	232 (12%)	162	70
6	Тахикардия (> 100 уд./мин)	117 (6%)	63	54
7	Фибрилляция предсердий (AF)	63 (3.2%)	39	24
8	Брадикардия (< 50 уд./мин)	10 (0.5%)		

Рис. 4. Статистические данные выявленной у пациентов патологии по анкетным данным

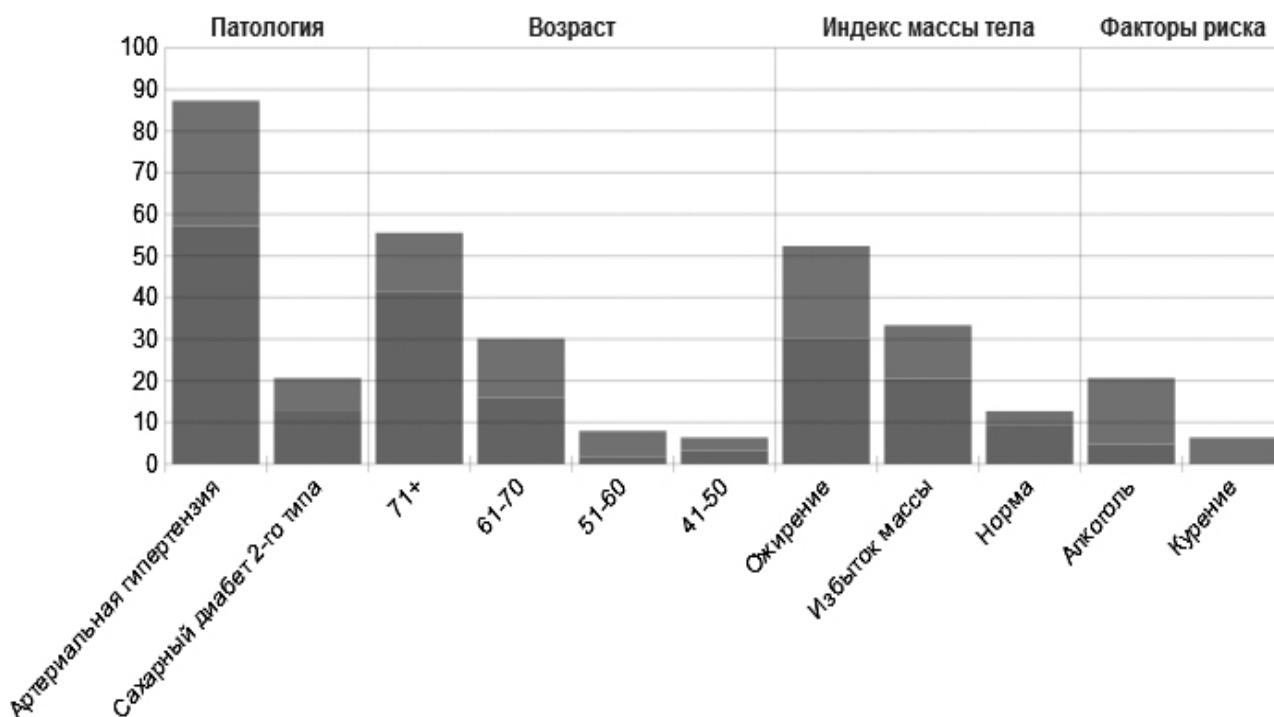



Рис. 5. Патология и ФР установленные у лиц с ФП.

Таблица 2. Анамнез жизни пациентов с впервые выявленной ФП

Анамнез жизни (количество случаев) n=22						
ИБС+ ПИКС+АГ	СД+АГ	ГБ 2-3 ст.	ДЭП с перенесен. ОНМК+АГ	ВПС	Заболев. легких	Здоров, ранее не наблюдался
3	1	12	1	1	2	2

Пол: Женский **Группа крови:** – **Профессия:** Пианист
Возраст: 63 **Вес:** 80 **Рост:** 155
Курение: Нет **Алкоголь:** Нет **Переядание:** Нет
МКБ-10: 2019-06-25 П0
 2019-06-25 E11
Лекарства: –
Отведение: I
Дата: 2019-06-25 **Время:** 09:18:01 UTC+3 
ЧСС: 83/мин **ЧСС мин.:** 49/мин **ЧСС макс.:** 146/мин
Ритм: Не синусовый **ЖЭС:** 8 **НЖЭС:** 0
А/Д: – **Глюкоза:** – **ЧД:** 14/мин
Комментарий:

Фильтр: 50 Гц; 0.5-35 Гц; ЦФВЧ, 25 мм/с 10 мм/мВ

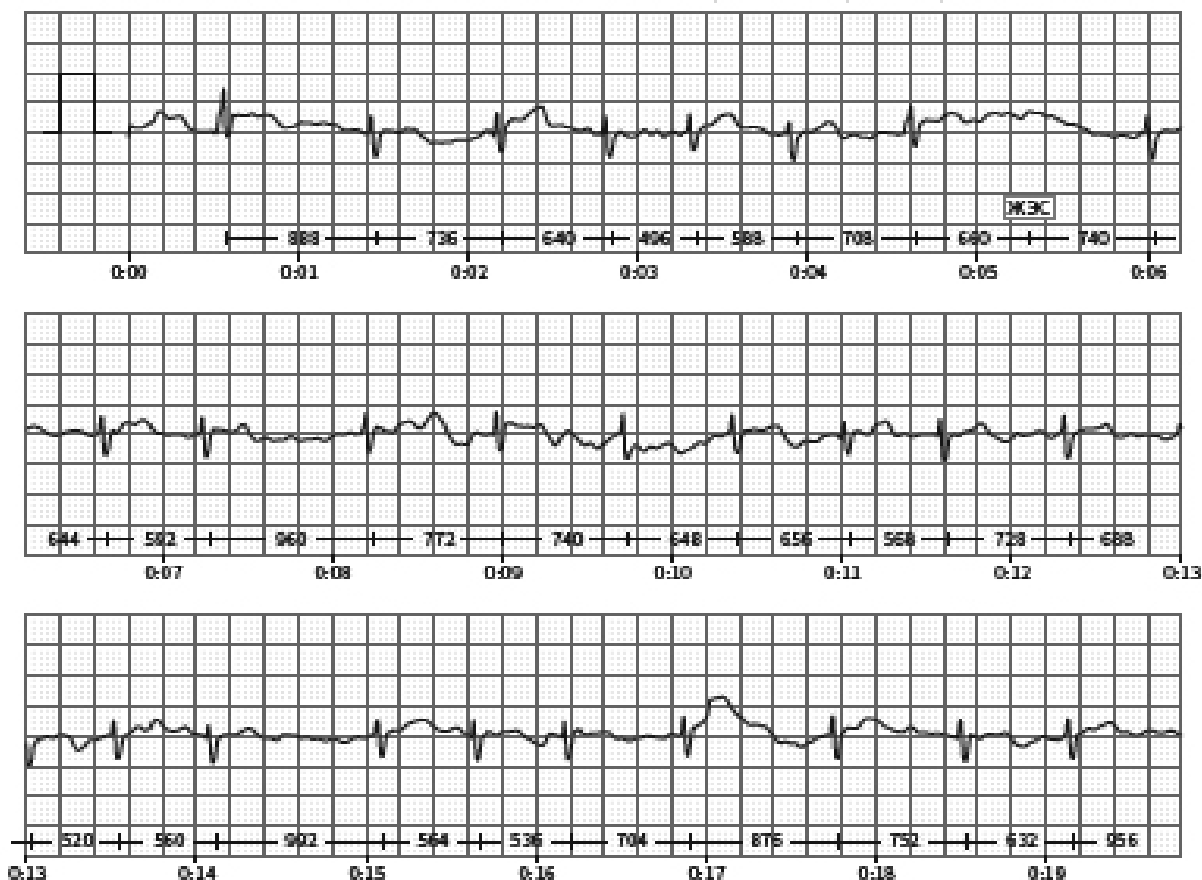


Рис. 6. Пример записи одноканальной ЭКГ пациентки 63 лет

Таблица 3. Ожидаемая частота инсульта пациентов с ФП по баллам шкалы риска CHA2DS2VASc

Ожидаемая частота инсультов за год,%	0,2	1,3	2,2	3,2	4,0	6,7	9,8	9,6	6,7	15,2	
Сумма баллов по шкале CHA2DS2VASc	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Таблица 4. Распределение баллов риска нарушений мозгового кровообращения больных с ФП (n/баллы)

	1 бал.	2бал.	3бал.	4 бал.	5 бал.	6 бал.
Сумма баллов по шкале CHA2DS2VASc у лиц с ФП по анамнезу n=38	6	7	6	11	8	0
Сумма баллов по шкале CHA2DS2VASc у лиц с ФП впервые установленной n=22	5	3	4	7	2	1

заболеваний (ССЗ), в том числе и НРС по типу ФП. Данные по патологии пациентов представлены на рисунке 4.

Из общего банка данных записей одноканальной ЭКГ выявлено 60 ФП (3%). У этих пациентов по данным первичной медицинской документации прицельно отслеживался анамнез по наличию/отсутствию фибрилляций предсердий, как грозного фактора риска развития тромбоэмболических осложнений. Установлено, что у 22 (36,6%) пациентов ФП выявлена впервые, а у 38 (63,3%) лиц ФП уже имелась в анамнезе. Распределение по выявлению ФП в лечебно-профилактических подразделениях представлено в таблице 1.

Нарушение ритма сердца по типу ФП установлено во всех амбулаторных подразделениях. Наибольшее количество фибрилляций обнаружено в поликлиниках, что объяснимо более высокой пропускной способностью учреждений и количеством прикрепленного населения, в отличие от сельских ФАП и амбулаторий. Пациентам с ФП по анамнезу проводилось диспансерное обследование, консультация кардиолога с корректировкой лечения при необходимости.

На рисунке 5 представлена патология и ФР выявленные у лиц с ФП.

Группа лиц с впервые установленным нарушением ритма заслуживала наиболее пристального внимания в плане дообследования, уточнения диагноза и назначения медикаментозной терапии, постановки на диспансерный учет. Средний возраст данной группы составил 69,6 лет. Данные анамнеза пациентов представлены в таблице 2.

В двух случаях пациенты считали себя практически здоровыми, ранее не обращались и не наблюдались. В 19 случаях в анамнезе пациентов присутствовали хронические заболевания, преимущественно патоло-

гия сердца: артериальная гипертензия (12сл.), ишемическая болезнь сердца с перенесенным ранее острым инфарктом миокарда (3 сл.), порок сердца (1 сл.), а также сахарный диабет (1сл.) и заболевание легких (2 сл.). В одном случае (пациентка 63 года) в анамнезе имела перенесенное острое нарушение по ишемическому типу от 01.2019 года (со слов, ранее ощущала перебои в работе сердца). Пример записи ЭКГ представлен на рисунке 6. Возможно ОНМК, является следствием возникшей ранее мерцательной аритмии. Т.е., большая часть обследованных лиц имеют заболевания, которые являются ФР развития ФП.

Следующим этапом нами был проведен анализ групп пациентов с ФП по шкале CHA2DS2-VASc, которая применяется для оценки развития риска инсульта при ФП. Шкала включена в рекомендации Европейского общества кардиологов [9]. Исследование [13] пациентам с ФП не применявших антикоагулянтную терапию, подчеркивает значимость этой шкалы CHA2DS2-VASc.

Высокий балл по шкале CHA2DS2-VASc, указывает на риск острых нарушений мозгового кровообращения, и наоборот (таблица 3).

0 баллов — очень низкий риск инсультов, нет необходимости назначения антикоагулянтов. 1 балл — риск промежуточный, рекомендуется рассмотреть вопрос о целесообразности назначения непрямых антикоагулянтов. 2 балла и более — риск инсульта является высоким (2,2% в год) и повышается примерно до 10% в год при сумме баллов более 5, рекомендовано строгое показание для назначения непрямых антикоагулянтов [7, с. 3,13]. В таблице 4. распределение баллов риска нарушений мозгового кровообращения у больных с ФП.

По результатам установлено, что 11 (18,3%) человек имели промежуточный риск развития ОНМК, 49 (81,6%) человек превышали по количеству баллов показатель 2

и более, что свидетельствует о высоком риске нарушения мозгового кровообращения и обязательного назначения антикоагулянтных препаратов.

Проведя анализ медикаментозного лечения пациентов, которым подтверждена в анамнезе ФП (38 чел.), установлено, что стандарт лечения ФП соблюдался в 31 случае (81,5%). Анти тромботическая терапия новыми оральными антикоагулянтами (НОАК) проводилась в 17 случаях (54,8%), варфарин получали 6 человек (19,3%), дезагреганты 8 человек (25,8%). Следует отметить, что частота назначения НОАК отмечается значительно выше в сравнении с обычными дезагрегантами. 7 пациентов (18,4%) принимали рекомендованную терапию не регулярно.

Пациенты с впервые установленной ФП были направлены на консультацию к кардиологу с целью дальнейшего обследования, уточнения диагноза и назначения медикаментозной терапии.

Обсуждение

Электрокардиография — простой и эффективный метод диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. В практическое здравоохранение сейчас широко внедряется возможность применения электрокардиографии с дистанционной передачей записей ЭКГ при скрининговых методах исследования, что особенно актуально при кадровом дефиците специалистов функциональной диагностики [4,5].

Оказание медико-санитарной помощи жителям села проводится специалистами общей лечебной сети (терапевт, врач ОБП, фельдшер) и зачастую на селе не имеется возможности консультаций специалистами узкого профиля. Данный дистанционный принцип работы позволяет обследовать население отдаленных сельских территорий и получать интерпретацию ЭКГ квалифицированными специалистами на расстоянии [3].

В нашем исследовании одноканальный электрокардиограф CardioQVARK способствовал выявлению пациентов с ФП на уровне первичного звена здравоохранения в удаленных сельских населенных пунктах. Из 1985 записей ЭКГ выявлено 60 ФП (3%), что сопоставимо с общей популяцией [14]. Исходя из анамнеза по наличию/отсутствию фибрилляций предсердий, как грозного фактора риска развития тромбоэмболических осложнений установлено, что у 22 (36,6%) пациентов ФП выявлена впервые, а у 38 (63,3%) лиц ФП уже имелась в анамнезе.

Анализ по шкале факторов риска (ФР) CHA2DS2VASc показал, что 11 (18,3%) человек имели промежуточный риск развития ОНМК, 49 (81,6%) человек превышали

по количеству баллов показатель 2 и более, что требует обязательного назначения антикоагулянтных препаратов. Стандарт лечения ФП (n=38) соблюдался в 31 случае (81,5%). Анти тромботическая терапия новыми оральными антикоагулянтами (НОАК) проводилась в 17 случаях (54,8%), варфарин получали 6 человек (19,3%), дезагреганты 8 человек (25,8%). Частота назначения НОАК отмечалась значительно выше в сравнении с обычными дезагрегантами. 7 пациентов (18,4%) принимали рекомендованную терапию не регулярно. Пациенты с впервые установленной ФП были направлены на консультацию к кардиологу с целью дальнейшего обследования, уточнения диагноза и назначения медикаментозной терапии.

Лица с ФП подлежат динамическому наблюдению, которое заключается в контроле клинических показателей (жалобы, физикальное обследование, ЭКГ — исследование), в оценке приверженности пациента к лечению (ежемесячный контакт). Контроль МНО (на фоне приема варфарина), показателей ферментов печени и почек (на фоне приема антикоагулянтов).

В соответствии с протоколом ведения пациентов с ФП от 22.05.2014 года [7, с. 8], при диагностике данного заболевания в лечении необходимо достигнуть следующие цели:

1. профилактика тромбоэмболических осложнений;
2. контроль ритма и ЧСС;
3. устранение и предупреждение симптомов сердечной недостаточности;
4. улучшение прогноза и качества жизни пациента;
5. снижение госпитализаций;
6. увеличение продолжительности жизни.

Задачами медицинских работников первичного звена является своевременное выявление сердечно-сосудистых заболеваний и факторов риска (в т.ч. и при диспансеризации взрослого населения), качественное диспансерное наблюдение за хроническими пациентами, состоящими на учете, контроль за лечением, пропаганда здорового образа жизни и приверженности к терапии.

Регистрация одноканальной ЭКГ в нашей работе позволила выявить нарушение ритма сердца по типу ФП, определить факторы риска развития тромбоэмболических осложнений и провести корректировку лечения являясь эффективным инструментом для диагностики, мониторинга и реабилитации пациентов при выявлении нарушения ритма сердца.

Список сокращений

АГ — артериальная гипертензия

ВПС — врожденный порок сердца
 ГБУЗ МО «МГКБ» — Государственного бюджетного учреждения здравоохранения Московской области «Мытищинская городская клиническая больница»
 ДЭП — дисциркуляторная энцефалопатия
 ИБС — ишемическая болезнь сердца
 ИМТ — индекс массы тела
 ЛПУ — лечебно-профилактическое учреждение
 МНО — международное нормализованное отношение
 НОАК — новые пероральные антикоагулянты
 НРС — нарушение ритма сердца
 ОВП — общая врачебная практика

ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения
 ПИКС — постинфарктный кардиосклероз
 СД — сахарный диабет
 ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания
 ФАП — фельдшерско-акушерский пункт
 ФП — фибрилляция предсердий
 ФПГ — фотоплетизмограмма
 ФР — факторы риска
 ХСН — хроническая сердечная недостаточность
 ЧСС — частота сердечных сокращений
 ЭКГ — электрокардиография
 ЭХОКГ — эхокардиография

ЛИТЕРАТУРА

1. Белялов, Ф. И. Лечение внутренних болезней в условиях коморбидности / Ф. И. Белялов. — Иркутск: РИО ИГМАПО, 2013. — С. 297.
2. Верткин, А.Л., Скотников А. С. Коморбидность / А. Л. Верткин // Лечащий врач. — 2013. — № 6. — С. 66–9.
3. Вишнякова Н. А., Ирхина Е. А., Волков В. Е., Рябыкина Г. В. Распространенность фибрилляции предсердий в сельской местности по данным банка централизованного анализа дистанционно переданных ЭКГ. // —М.: Национальная функциональная диагностика (Медицинский алфавит), 2018 г., № 14(351), С. 13–20.
4. Вишнякова Н. А., Рябыкина Г. В., Сахнова Т. А., Блинова Е. В., Кожемякина Е. Ш., Волков В. Е. Применение новейших электрокардиографических методов в диагностике гипертрофии миокарда левого желудочка на базе Урюпинской центральной районной больницы. //Системные гипертензии. 2016. Т. 13. № 3. С. 25–31.
5. Вишнякова Н. А., Сахнова Т. А., Блинова Е. В., Рябыкина Г. В. Опыт дистанционного применения электрокардиографических методов в диагностике очагово-рубцовых поражений миокарда на базе районной ЦРБ//Терапевт. 2015. № 7. С. 49–61.
6. Недоступ А. В., Благова О. В., Богданова Э. А. и др. // Кардиология. — 2004. — № 1. — С. 31–38.
7. Протокол диагностики и лечения «Фибрилляция и трепетание предсердий» 22.05.2014 г., С. 48
8. Сидоренко Б. А., Преображенский Д. В., Шарошина И. А. и др. // Кардиология. — 2005. — № 5. — С. 78–91.
9. Camm AJ, Kirchhof P, Lip GY, et al. Guidelines for the management of atrial fibrillation: the Task Force for the Management of Atrial Fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC). Eur Heart J. 2010;31(19):2369–429. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq278. Epub 2010 Aug 29
10. Go A. S., Hylek E. M., Phillips K. A., et al Prevalence of diagnosed atrial fibrillation in adults: national implications for rhythm management and stroke prevention: the Anticoagulation and Risk Factors in Atrial Fibrillation (ATRIA) Study. JAMA 2001; 285: 2370–2375.
11. Kirchhof P, Auricchio A., Bax J., et al. Outcome parameters for trials in atrial fibrillation: executive summary. Recommendations from a consensus conference organized by the German Atrial Fibrillation Competence NETwork (AFNET) and the European Heart Rhythm Association (EHRA). Eur Heart J 2007;28: 2803–2817.
12. Koura T. Anisotropic conduction properties in canine atria analyzed by high-resolution optical mapping: preferential direction of conduction block changes from longitudinal to transverse with increasing age / Koura T, Hara M., Takeuchi S. [etal.]/Circulation. — 2002. — Vol. 105. — P. 2092–2098.
13. Olesen JB, Lip GY, Hansen ML, et al. Validation of risk stratification schemes for predicting stroke and thromboembolism in patients with atrial fibrillation: nationwide cohort study. BMJ. 2011;342: d124. DOI: 10.1136/bmj.d124.
14. Svennberg E., Engdahl J., Al-Khalili F., Friberg L., Frykman V., Rosenqvist M. Mass screening for untreated atrial fibrillation: The STROKESTOP Study. Circulation. 2015; 131 (25): 2176–2184.
15. Stewart S., Hart C. L., Hole D. J., McMurray J. J. Population prevalence, incidence, and predictors of atrial fibrillation in the Renfrew/Paisley study. Heart 2001; 86: 516–521.
16. Stroke Risk in Atrial Fibrillation Working Group. Independent predictors of stroke in atrial fibrillation: a systematic review. Neurology. 2007;69(6):546–54.
17. Wakili R. Recent advances in the molecular patho-physiology of atrial fibrillation / Wakili R., Voigt N., Käbb S. [et al.]/ J. Clin. Invest. — 2011. — Vol. 121. — P. 2955–2968.

© Вишнякова Нелли Анатольевна, Янин Валерий Анатольевич (v.a.yanin@gmail.com), Копылов Филипп Юрьевич (cardiolog@inbox.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ИЗУЧЕНИЕ ОСТАТОЧНОЙ МОЩНОСТИ ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ УДАЛЁННОГО МОЛЯРА ЧЕЛОВЕКА

STUDY OF THE RESIDUAL POWER AFTER LASER IRRADIATION OF THE ROOT CANALS OF A REMOTE HUMAN MOLAR

E. Zhulev
A. Rostov
A. Rostov

Summary. In this article, the laboratory conditions examined the residual laser power after irradiation of the root system of a remote human molar. The dependence of the influence on the residual power of the location of the laser emitter in the root canals (in the apical and estuarial parts) and the diameter of the roots has been studied. A comparative analysis of the efficiency of laser irradiation of root canals of high-intensity diode laser systems of the near-infrared spectrum with wavelengths of 810 and 980 Nm has been carried out.

Keywords: laser system, residual power, root canal of the tooth.

Жулёв Евгений Николаевич

*Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Приволжский
исследовательский медицинский университет»
Минздрава России
hrustalev54@mail.ru*

Ростов Андрей Витальевич

*К.м.н., главный врач, ООО «Центр медико-правового
консультирования «Рубикон»
a_rostov@mail.ru*

Ростов Артём Андреевич

*Генеральный директор, ООО «Центр медико-
правового консультирования «Рубикон»
ar-rostov@yandex.ru*

Аннотация. В данной статье в лабораторных условиях изучена остаточная мощность лазерного излучения после облучения корневой системы удалённого моляра человека. Изучена зависимость влияния на остаточную мощность место расположения лазерного излучателя в корневых каналах (в апикальной и устьевой части) и диаметром корней. Проведён сравнительный анализ эффективности лазерного облучения корневых каналов высокоинтенсивных диодных лазерных систем ближнего инфракрасного спектра с длинами волн 810 и 980 Нм.

Ключевые слова: лазерная система, остаточная мощность, корневой канал зуба.

Актуальность

Агрессивность микроорганизмов полости рта диктует необходимость совершенствования средств воздействия на барьерно-защитные комплексы с целью их стимуляции [Рахманов Х. Ш., 2003]. [1, с. 150].

Эффективность препарирования, очистки и обеззараживания системы корневого канала ограничена анатомическими особенностями и невозможностью традиционных ирригантов пассивно проникать в боковые и апикальные дельты. Это делает целесообразным поиск новых материалов, методов и технологий, которые могут улучшить очистку и обеззараживание этих анатомических областей. [2, с. 42–44].

Лазерные технологии применяются в эндодонтии с целью улучшения результатов традиционного лечения, что достигается за счет световой энергии, которая способствует удалению детрита и смазанного слоя из корневых каналов, а также очищению и обеззараживанию эндодонтической системы.

Лабораторные исследования показали значительную эффективность использования лазерного излучения для уменьшения бактериальной обсемененности корневых каналов.

В зависимости от того какая у лазера длина волны, мощность, режим излучения, время воздействия и площади лазерного пятна будет зависеть глубина проникновения лазерного излучения в ткани.

Однако у каждого типа лазеров также есть свои особенности [Бруннер В., 1991]. Так, диодные лазеры (от 810 до 980 нм) работают в ближнем инфракрасном диапазоне электромагнитного спектра света. Они взаимодействуют в основном с мягкими тканями путем диффузии (рассеивания). Диодные лазеры ближнего инфракрасного спектра имеют большую глубину проникновения в мягкие ткани (до 7 мм), по сравнению с диодными лазерами видимого спектра (до 3 мм). Излучение диодных лазеров избирательно поглощается гемоглобином, оксигемоглобином и меланином, и оказывают фототермическое воздействие на ткани. Кроме

того, оптическая близость их длин волн к бактериям, приводит к разрушению последних за счет фототепловых эффектов.

Несмотря на то, что современная стоматология добилась высоких результатов в лечении зубов после первичной и вторичной эндодонтии, одной из её составляющих является стерилизация корневых каналов, а поиск эффективных методик для уменьшения осложнений и сроков реабилитации является актуальным на сегодняшний день.

Цель исследования

Изучить остаточную мощность лазерного излучения с различными длинами волн в области апекса и боковой поверхности корня удалённого моляра человека с расположением лазерного излучателя в различных участках корневых каналах.

Материалы и методы

В качестве материала исследования были использованы: удалённый моляр человека. В исследовании использовали итальянские диодные лазерные системы «Doctor Smile» с длинами волн 810 и 980 Нм. Для измерения дозы лазерного излучения применяли аппарат израильского производства фирмы OPHIR (Laser Measurement Group) PULSAR4 с круглым фотодиодным сенсором (PD300R-UV filter off.) и программным обеспечением — StarLab — (pulsar sensor 3 photodiode PD300R-UV (s/n 782471) FU1.27 (s/n 746231).

Параметры лазерного излучения с длинами волн 810 и 980 Нм в лабораторных исследованиях всегда были одинаковыми: мощность 1 Вт; постоянный режим (CW); неактивное оптоволокно толщиной 320 микрон; методика внутриканальная бесконтактная, стабильная; облучение лазером в течение 15 секунд.

Полученные результаты

Длина мезиального щёчного канала — 12 мм, мезиального язычного — 12,2 мм. Каналы расширены до 35 размера по ISO с шестой конусностью. Диаметр продольной части мезиального корня моляра на 1 мм выше апекса — 2,5 мм, а поперечной части — 2,1 мм. Длина дистального канала — 11,8 мм, диаметр продольной части дистального корня моляра на 1 мм выше апекса — 3,3 мм, а поперечной части — 5,5 мм. Диаметр на середине дистального корня в продольной части 3,4 мм, а в поперечной части — 6,4 мм. У мезиального корня в продольной части 2,3 мм, а в поперечной части — 7,4 мм. Диаметр корней моляра в устьевой части у дистального корня в продольной части 4,0 мм, в попереч-

ной части — 8,6 мм, а у мезиального корня в продольной части 4,9 мм, в поперечной части — 8,1 мм.

При облучении лазером с длиной волны 810 Нм дистального канала с размещением лазерного излучателя (неактивированного оптоволокна) в области апекса, остаточная мощность за пределами дистального корня составила — 110 мВт, а с размещением излучателя в области устья дистального канала плотность мощности за пределами дистального корня — 63 мВт. С длиной волны 980 Нм с расположением излучателя внутри канала в области апекса остаточная мощность снаружи в области апекса корня была 563 мВт, а при расположении в области устья канала — 210 мВт.

При облучении лазером с длиной волны 810 Нм мезиального щёчного канала с размещением лазерного излучателя в области апекса, остаточная мощность за пределами мезиального корня составила — 155 мВт, а с размещением излучателя в области устья канала плотность мощности за пределами корня — 51 мВт. С длиной волны 980 Нм с расположением излучателя внутри канала в области апекса остаточная мощность снаружи в области апекса корня была 407 мВт, а при расположении в области устья канала — 128 мВт.

При облучении лазером с длиной волны 810 Нм мезиального язычного канала с размещением лазерного излучателя в области апекса, остаточная мощность за пределами мезиального корня составила — 10 мВт, а с размещением излучателя в области устья канала плотность мощности за пределами корня — 48 мВт. С длиной волны 980 Нм с расположением излучателя внутри канала в области апекса остаточная мощность снаружи в области апекса корня была 75 мВт, а при расположении в области устья канала — 165 мВт.

Обсуждение полученных результатов

Из полученных результатов видно, что при облучении лазером корневых каналов как с длиной волны 810 Нм, так и с длиной волны 980 Нм лазерная энергия полностью не поглощается твёрдыми тканями корня полностью, а часть её проходит через стенки корня наружу. Даже при расположении лазерного излучателя внутри канала в области устья, часть лазерной энергии проходит через все твёрдые ткани корня и выходит наружу корня в области апекса. В эксперименте видно, что твёрдые ткани корня больше поглощают лазерную энергию с длиной волны 810 Нм. Остаточная мощность лазерной энергии с длинной волны 980 Нм больше выходит за границы апекса корня. При облучении мезиального язычного канала лазерами как с длиной волны 810 Нм, так и с длиной волны 980 Нм, при размещении лазерного излучателя в области апекса, остаточная мощность

за пределами мезиального корня была меньше, чем при расположении лазерного излучателя дальше от апекса корневого канала, в области его устья. Это связано с тем, что во время облучения корневого канала с расположением лазерного излучателя в области устья, количество фотонов, которые не поглощаются хромофорами корня, значительно больше. Это произошло потому, что излучатель не упирался в стенки корня в области апекса, тем самым, увеличивая действие эффектов лазерного излучения таких, как отражение и рассеивание в тканях корня зуба, и уменьшая эффект поглощения лазерной энергии хромофорами корня удалённого моляра.

Плотность мощности составила — 10 мВт, а с размещением излучателя в области устья канала плотность мощности за пределами корня — 48 мВт. С длиной волны 980 Нм с расположением излучателя внутри канала в области апекса остаточная мощность снаружи в области апекса корня была 75 мВт, а при расположении в области устья канала — 165 мВт.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что лазерная энергия с длинами волн 810 и 980 Нм

не только поглощаются хромофорами тканями корня зуба, но и проникает сквозь корень за его пределы вне зависимости от расположения лазерного излучателя в различных участках корневого канала.

Лабораторный эксперимент показал, что на остаточную мощность лазерного излучения, прошедшую через твёрдые ткани корня, при обработке корневого канала влияет не только длина волны лазера, но и место расположения излучателя в корневом канале, а также толщина стенок корня зуба.

В полученных исследованиях коэффициент поглощения лазерной энергии с длиной волны 810 Нм больше, чем с длиной волны 980 Нм. Так в апикальной части дистального канала на 80%; в апикальной части щёчного канала — на 64%; в апикальной части язычного канала — на 86%. В устьевой части дистального канала — 70%; в устьевой части щёчного канала — на 60%; в устьевой части язычного канала — на 70%.

На основании полученных результатов (in vitro) можно сделать вывод, что лазерное излучение с длиной волны 810 Нм эффективнее для стерилизации корневого канала, чем с длиной волны 980 Нм.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. В. Москвин, А. Н. Амирханян, Методы комбинированной и сочетанной лазерной терапии в стоматологии, Москва, 2011. Стр. 150.
2. Prof Giovanni Olivi, Prof Rolando Crippa, Prof Giuseppe Iaria, Prof Vasilios Kaitsas, Dr Enrico DiVito & Prof Stefano Benedicenti, Italy & USA «Лазеры в эндодонтии» (журнал Фармгеоком Информ № 8 стр. 42–44)

© Жулёв Евгений Николаевич (hrustalev54@mail.ru), Ростов Андрей Витальевич (a_rostov@mail.ru),

Ростов Артём Андреевич (ar-rostov@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСОБЕННОСТИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАКОМ ЯИЧНИКОВ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Журман Варвара Николаевна

К.м.н., ГБУЗ «Приморский краевой онкологический диспансер»; ассистент, Тихоокеанский государственный медицинский университет, Владивосток
varvara2007@yandex.ru

Елисеева Екатерина Валерьевна

Д.м.н., профессор, Тихоокеанский государственный медицинский университет, Владивосток
yeliseeff23@gmail.com

Волков Михаил Васильевич

Главный врач, ГБУЗ «Приморский краевой онкологический диспансер», Владивосток
pkod@list.ru

Табакаров Павел Сергеевич

Врач, ГБУЗ «Приморский краевой онкологический диспансер» Владивосток

FEATURES OF MORBIDITY OF OVARIAN CANCER IN THE PRIMORSKY KRAI

**V. Zhurman
E. Eliseeva
M. Volkov
P. Tabakarov**

Summary. The trends of the incidence and prevalence of ovarian cancer in population of Primorsky Krai, have been analyzed in the article, based on the official statistical reports for 2003–2017. There was an increase in five-year survival of patients with ovarian cancer by 14.2% ($p < 0.05$), one-year mortality decreased by 13.3% ($p < 0.05$). In the structure of mortality from oncological diseases ovarian cancer occupies the third place of 4.23%.

Keywords: ovarian cancer morbidity, structure, dynamics, cancer, Primorsky region.

Аннотация. На основании материалов официальной статистической отчетности за 2003–2017 гг. проведен анализ тенденций, характерных для заболеваемости и распространенности рака яичников среди населения Приморского края. Отмечается увеличение пятилетней выживаемости больных с раком яичников на 14,2% ($p < 0,05$), показатели одногодичной летальности снизились на 13,3% ($p < 0,05$). В структуре смертности от онкогинекологических заболеваний РЯ занимает третье место — 4,23%.

Ключевые слова: рак яичников, заболеваемость, структура, динамика, рак, Приморский край.

В связи с поздней диагностикой рака яичников, связанной с отсутствием клинических проявлений на начальных этапах развития опухолевого процесса, а также высоких долей III и IV стадий — до 70%, летальность больных раком этой локализации на первом году после установления диагноза составляет 24,3% [3, 6, 7]. Все это определяет вопросы диагностики и лечения рака яичников как важную и актуальную проблему современной онкологии.

Цель исследования

Изучить особенности заболеваемости раком яичников на территории Приморского края.

Материалы и методы

Проведено ретроспективное исследование за 15 лет (2003–2017 гг.). Материалами для исследования служили

данные Популяционного канцер-регистра Приморского края, а также учетная статистическая форма № 1090/у «Извещение о больном с впервые в жизни установленным диагнозом рака или другого злокачественного новообразования».

По общепринятым методам медико-биологической статистики [1] вычислены показатели заболеваемости и смертности. Стандартизованные показатели заболеваемости и смертности вычислены прямым способом, использован мировой стандарт населения с рекомендациями по его расчету [5].

Анализу подвергались сведения о состоянии диагностики и лечения злокачественных новообразований яичников среди 2024 впервые выявленных больных раком яичников за 2003–2017 гг. в соответствии с Международной статистической классификацией болезней 10-го пересмотра (МКБ-10), согласно рубрике С-56, на основе

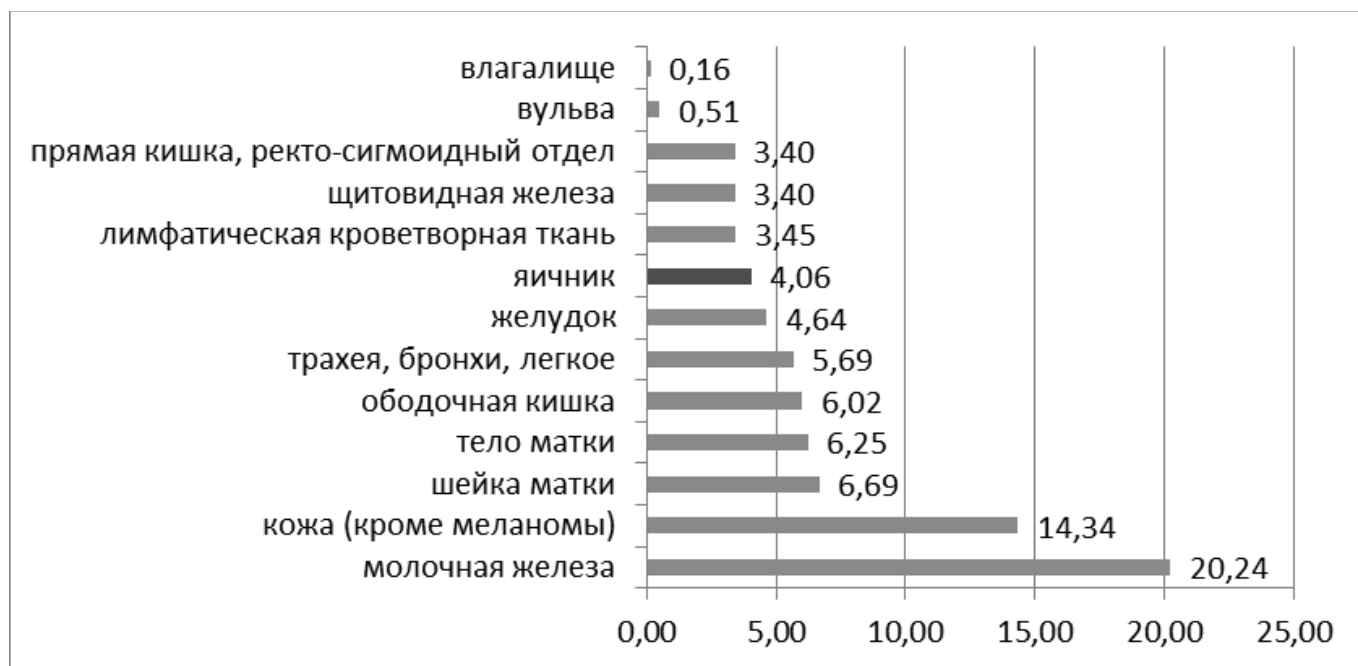


Рис. 1. Структура заболеваемости злокачественными новообразованиями женского населения Приморского края в 2016 году

которых изучены основные показатели заболеваемости раком яичников в Приморском крае. Полученные параметры обрабатывались с помощью стандартных методов статистического анализа с использованием программы «STATISTICA 10.0». При $p \leq 0,05$ значения считались достоверными.

Результаты и обсуждение

Каждый год в Приморском крае отмечается 200 новых случаев РЯ. В структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями женского населения Приморского края в 2016 году рак яичников (РЯ) занимает 3-е место — 4,06% и 8-е место среди злокачественных новообразований женского населения. Отмечается два пика заболеваемости, первый пик в возрастной группе 40–44 года и второй в 55–59 лет. Средний возраст умерших от рака яичников — 57 лет.

Известно, что одним из основных критериев прогноза онкологического заболевания и уровня онкологической помощи является степень распространенности опухолевого процесса на момент постановки диагноза. Анализ показателей выявляемости рака яичников в Приморском крае за 2003–2017 гг. продемонстрировал, что преобладали пациенты с IV стадией — 37,64%, почти у трети пациенток (28,4%) выявлена I стадия, РЯ в 26,2% случаев — III стадия, наиболее редко выявлялась II стадия — 7,7% случаев. Сравнение с ситуацией

в РФ за 2016 год указывает на более раннее выявление больных, хотя удельный вес запущенных случаев тоже высок.

Анализ причин запущенных случаев РЯ, может свидетельствовать о том, что подавляющее большинство женщин несвоевременно обратились за медицинской помощью.

Показатель летальности в течение первого года после установления основного диагноза выступает как один из наиболее объективных критериев в комплексной оценке состояния диагностической и лечебной помощи больным. Следует отметить значение своевременной интерпретации показателя одногодичной летальности, применяемой территориально, которая отмечена отечественными авторами В.И. Чиссовым, В.В. Старинским, Б.Н. Ковалевым (2002), В.М. Мерабишвили (2011) [4]. По их мнению, данная интерпретация должна быть проведена с учетом качества слежения за состоянием больных и оценки достоверности диагностики. Отсутствующий механизм мониторинга больных, а также несвоевременное получение неполноценных данных о смерти и ее причинах могут приводить к некорректной трактовке данного показателя. При этом значение показателя летальности в течение первого года позволяет детерминировать адекватность ряда диагностических параметров, в частности, оценить истинную распространенность опухолевого процесса.

Таблица 1. Показатели заболеваемости раком яичников в Приморском крае за 2007–2017 гг.

Период исследования	2003–2010 гг.		2011–2017 гг.	
	I–II	III–IV	I–II	III–IV
Рак яичников, стадия	всего — 684 средний возраст 54,54		всего — 1182 средний возраст 56,56	
кол-во	320 (46,8%)	364 (53,2%)	389 (32,9%)	797 (67,1%)
средний возраст	52,48	56,45	52,62	58,64
умерло, абс. (%)	98 (3,8%)	251 (22,96%)	53 (4,48%)	464 (39,2%)
средний возраст умерших	58,95	57	59,32	61,94
общая продолжительность жизни, мес.	48,02	32	37,5	11,1
медиана ВБП после первичного лечения, мес.	96,04	33,25	75	11,31

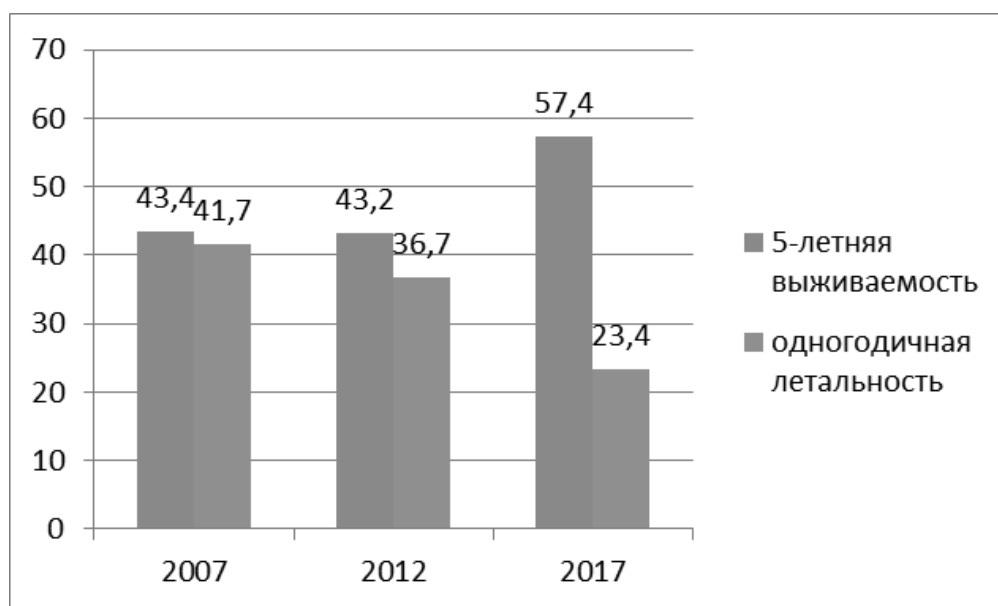


Рис. 2. Динамика показателей одногодичной летальности и пятилетней выживаемости за период 2007–2017 гг. в Приморском крае

Анализ динамики показателей одногодичной летальности по данным Популяционного канцер-регистра Приморского края выявил значительное снижение уровня данного показателя за период 2007–2017 гг. В 2007 г. одногодичная летальность больных раком яичников достигала значения 41,7%, а в 2017 г. снизилась до 23,4%, что указывает на постепенное улучшение диагностических процедур и терапии, предоставляемых онкобольным [8, 9]. Также за указанный период отмечается увеличение пятилетней выживаемости больных с раком яичников с 43,4% в 2007 году и до 57,4% в 2017 году. Улучшению данных показателей, по нашему мнению, способствовало своевременное и радикальное лечение, а также тщательное диспансерное наблюдение после лечения (рис. 2).

Несмотря на положительную динамику указанных показателей, установлено, что заболеваемость и смерт-

ность от РЯ в Приморском крае остаются на достаточно высоком уровне.

Несомненно, на формирование данных показателей в последние годы повлияли реализация процессов реформирования в системе здравоохранения страны, имеющих место в последние годы и направленных на раннюю диагностику и профилактику онкопатологии.

Современное лечение онкологических больных построено на принципе единства и взаимного оптимального дополнения хирургического компонента лучевой и лекарственной терапии. Анализ структуры методов лечения больных раком яичников показал, что процент онкобольных, получивших только хирургическое лечение увеличился на 27,8% (с 25,9% в 2005 г. до 33,1% в 2014 г., $p < 0,05$), а получивших комплексное или ком-

бинированное лечение, снизился за на 8,9% (с 73,9% в 2003 г. до 67,3% в 2014 г., $p < 0,05$).

Резюмируя вышесказанное, хотелось бы вновь подчеркнуть ключевые моменты обследования пациенток: тщательный сбор анамнеза, выполнение УЗИ органов брюшной полости и малого таза, измерение уровня опухолевого маркера СА-125, которые по данным последних исследований, имеют специфичность до 99,9% [2, 10]. Таким образом, решающим фактором в диагностике, а значит, и в лечении РЯ остается соблюдение необходимого алгоритма объема исследования и правильное выполнение хирургического пособия.

Выводы

В структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями женского населения Приморского края в 2016 году рак яичников (РЯ) занимает 3-е место — 4,06% и 8-е место среди злокачественных новообразований женского населения. Анализ показателей выявляемости рака яичников в Приморском крае за 2003–2017 гг. продемонстрировал, что 37,64% со-

ставляют пациенты с IV стадией, затем в 28,4% случаев выявлялась I стадия, в 26,2% — III стадия и в 7,7% случаев — II стадия. Сравнение с ситуацией в РФ за 2016 год указывает на более раннее выявление больных, хотя удельный вес запущенных случаев тоже высок. За период с 2012 по 2017 годы отмечается увеличение пятилетней выживаемости больных с раком яичников на 14,2% ($p < 0,05$), показатели одногодичной летальности снизились на 13,3% ($p < 0,05$). В структуре смертности от онкогинекологических заболеваний РЯ занимает третье место — 4,23%. Анализ структуры методов лечения больных раком яичников показал, что процент онкобольных, получивших только хирургическое лечение увеличился на 27,8% (с 25,9% в 2005 г. до 33,1% в 2014 г., $p < 0,05$), а получивших комплексное или комбинированное лечение, снизился за на 8,9% (с 73,9% в 2003 г. до 67,3% в 2014 г., $p < 0,05$). Для улучшения канцерогенной ситуации по раку яичников необходимо осуществление целого ряда комплексных мер, которые будут способствовать снижению уровня запущенности, инвалидизации и смертности от злокачественных новообразований яичников, а также улучшению качества жизни больных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гланц С. Медико-биологическая статистика. — М.; 2009. — 460 с.
2. Журман, В. Н. Клинико-экономическое обоснование химиотерапии у больных раком яичников / В. Н. Журман, Е. В. Елисеева // Мат. XI Тихоокеанского мед. конгр., Владивосток, 17–19 сентября 2014 г. / науч. ред. В. Б. Шуматов; сост. Л. В. Транковская, Е. А. Зайцева. — Владивосток: Медицина ДВ, 2014. — С. 41.
3. Клинические рекомендации Ассоциации онкологов России «Рак яичников/рак маточной трубы/первичный рак брюшины». — 2017. — 31 с.
4. Мерабшвили В. М., Кисельникова И. В., Чепик О. Ф., Демин Е. В., Щербук А. Ю., Резникова Т. В., Лалианци Э. И., Субботина О. Ю. Выживаемость онкологических больных. Санкт-Петербург. — 2011. — Т. 2. — Ч. I — 332 с.
5. Рекомендации Национального института рака (США) по использованию World Standart (WHO 2000–2025). <http://seer.cancer.gov/stdpopulations/world.who.html>.
6. Солопова А. Г., Бицадзе В. О., Солопова А. Е., Макацария А. Д., Розанов И. А. рак яичника: современные подходы к классификации, диагностике, стадированию и дифференцированной тактике ведения больных // Журнал акушерства и женских болезней. — 2017. — Т. 66. — № 2. — С. 55–66.
7. Фирсов А. Н. Рак яичников // Главврач. — 2018. — № 11. — С. 11–39.
8. Фармако-экономические исследования лечения рака яичников / В. Н. Журман, Е. В. Елисеева, Л. И. Гурина, М. В. Волков // Мат. XI Тихоокеанского мед. конгр., Владивосток, 17–19 сентября 2014 г. / науч. ред. В. Б. Шуматов; сост. Л. В. Транковская, Е. А. Зайцева. — Владивосток: Медицина ДВ, 2014. — С. 18–19.
9. Храмова И. А., Черток В. М., Коцюба А. Е., Черток А. Г. Структурная организация кровеносной системы матки. ТМЖ, 2018, № 3, С. 13–23, doi:10.17238/PmJ1609–1175.2018.3.13–23
10. Lu K. H., Skates S., Hernandez M. A. et al. A 2-stage ovarian cancer screening strategy using the Risk of Ovarian Cancer Algorithm (ROCA) identifies early stage incident cancers and demonstrates high positive predictive value. Cancer 2013; 119(19): 3454–61.

© Журман Варвара Николаевна (varvara2007@yandex.ru), Елисеева Екатерина Валерьевна (yeliseeff23@gmail.com),

Волков Михаил Васильевич (pkod@list.ru), Табакаров Павел Сергеевич.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ОСТРЫЙ РЕСПИРАТОРНЫЙ ДИСТРЕСС- СИНДРОМ: ОБЗОР ДОКАЗАТЕЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ACUTE RESPIRATORY DISTRESS-SYNDROME: A REVIEW OF EVIDENCE-BASED RESEARCH

L. Zavertaylo

L. Tarasenko

O. Arslanov

N. Kazimagomedova

Summary. Despite considerable progress in understanding the pathogenesis and development of intensive therapies for ARDS, mortality of patients with this disorder remains unacceptably high. From the whole spectrum of respiratory and drug therapy of ARDS a proven positive effect on clinical outcomes have a strategy of "safe" mechanical ventilation, mechanical ventilation in the prone position, a restrictive strategy of infusion therapy.

Keywords: acute respiratory distress syndrome, Acute lung injury, operating.

Завертайло Леонид Леонидович

К.м.н., БУ «Сургутская клиническая
травматологическая больница»
zavertailo@yandex.ru

Тарасенко Любовь Леонидовна

К.м.н., доцент, БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский
государственный университет»
lyubtarasenko@yandex.ru

Арсланов Оразманбет Зейнадинович

Врач анестезиолог-реаниматолог, БУ «Сургутская
клиническая травматологическая больница»
orasmanbeto@mail.ru

Казимагомедова Наиля Камильевна

Врач анестезиолог-реаниматолог, БУ «Сургутская
клиническая травматологическая больница»
nakanaikoshdec@yandex.ru

Аннотация. Несмотря на значительный прогресс в понимании патогенеза и разработке методов интенсивной терапии ОРДС, летальность пациентов с данной патологией остается неприемлемо высокой. Из всего спектра респираторной и медикаментозной терапии ОРДС доказанным положительным эффектом на клинические исходы обладают стратегия «безопасной» ИВЛ, ИВЛ в положении на животе, ограничительная стратегия инфузионной терапии.

Ключевые слова: ОРДС, Острое легочное повреждение, Острая дыхательная недостаточность, Индекс оксигенации, Некардиогенный отек легких, Легочный комплайнс, Стратегия «безопасной ИВЛ», Положительное давление в конце выдоха, ИВЛ в прон- позиции, Маневр рекрутирования альвеол.

Актуальность и эпидемиология острого респираторного дистресс- синдрома (ОРДС)

Острый респираторный дистресс- синдром (ОРДС) — одно из осложнений жизнеугрожающих состояний — остро возникающее диффузное воспалительное поражение легких, развивающееся как неспецифическая реакция на различные повреждающие факторы и приводящее к формированию острой дыхательной недостаточности (ОДН) (как компонента полиорганной недостаточности) вследствие нарушения структуры паренхимы легких, нарушения сосудистой проницаемости, уменьшения массы аэрированной легочной ткани [1]. ОРДС сопровождается характерными патофизиологическими и клиничко-рентгенологическими изменениями, которые не могут быть объяснены повышением давления в левом предсердии и/или легочной капиллярной гипертензией, но могут сосуществовать с ней [2].

По данным «The National Heart Lung and Blood Institute ARDS Clinical Trials Network» (NHLBI ARDS Network) частота ОРДС достигает 79,0–86,2 на 100 000 человек в год [1, 3, 4]. Исключительная важность проблемы ОДН для реанимационных отделений известна с 70-х годов XX века. Национальная программа США по исследованию синдрома ОДН показала, что он наблюдался у одной трети умерших после тяжелых хирургических заболеваний [5]. Летальность пациентов с ОРДС в конце 80-х годов XX века достигала 60–70%, за последние три десятилетия снизилась, но все еще остается неприемлемой: 30–40% [3]. Факторами риска летального исхода являются сопутствующее поражение других органов и систем, пожилой возраст, значительное снижение индекса оксигенации (отношение PaO₂/FiO₂), септический шок, сопутствующие заболевания печени, низкий балл по шкалам APACHE, SOFA, Glasgo [1, 3]. Летальность при ОРДС возрастает до 63%, если в патологический процесс вовлекается еще один орган, до 91% при поражении двух органов и до 97% при

поражении трех- четырех органов. Летальность также существенно увеличивается с возрастом: умирают 85% больных старше 65 лет, даже если ОРДС — единственный патологический синдром [5].

Наиболее частыми отдаленными последствиями ОРДС являются когнитивные и эмоциональные расстройства, мышечная дистрофия, снижение качества жизни, сохраняющиеся до 2 лет после выписки. Функция легких в основном восстанавливается через 6 месяцев за исключением стойкого снижения диффузионной способности легких в отношении окиси углерода [4].

Этиология ОРДС

ОРДС описан Campbell G.S. (1976) как синдром, возникающий в результате травматических повреждений [5]. Однако травма — не единственная причина ОРДС. Этиологические факторы гетерогенны, условно разделяются на прямые (вызывают прямое повреждение), и непрямые, которые вызывают вторичное, опосредованное повреждение легких. К первым относят легочные инфекции, аспирационную пневмонию, ингаляцию токсических веществ, ушиб легкого, все виды эмболии легких, утопление, реперфузионное повреждение. К непрямым причинам ОРДС относят сепсис, шок, тяжелую травму, острый панкреатит, массивные гемотрансфузии, искусственное кровообращение, острые отравления, синдром диссеминированного внутрисосудистого свертывания, ожоги, уремию, эклампсию, состояние после кардиоверсии, инфаркт кишечника, термические повреждения, обширные хирургические вмешательства, сердечно- легочную реанимацию. Среди прямых и опосредованных этиологических факторов доминирует сепсис — 40% всех случаев ОРДС [1, 4], в числе послеоперационных дыхательных осложнений частота ОРДС может достигать 25% [6].

Патогенез ОРДС

ОРДС — воспалительный ответ легких на повреждение. Первоначальным звеном в патологической цепи является дисфункция клеток эндотелия, формирующая некардиальный отёк лёгких. На завершающем этапе обнаруживается дисфункция и клеток эндотелия и клеток эпителия, которая проявляется развернутой клиникой ОРДС. Главная роль в патогенезе и прогрессировании синдрома принадлежит нейтрофилам, которые являются источником воспалительных медиаторов, препятствующих разрешению легочного и системного воспалительного процессов. Клинические исследования показали увеличение летальности среди пациентов, у которых сохранялась повышенная концентрация в бронхоальвеолярной лаважной жидкости интерлейки-

нов IL- 6, IL- 8, IL- 1, фактора некроза опухоли во время всего курса лечения [4]. Повреждение альвеоло- капиллярной мембраны происходит вследствие: 1) задержки легочным эндотелием микроагрегатов со снижением легочной капиллярной перфузии; 2) деструкции задержанных продуктов с образованием медиаторов воспаления, повреждающих интерстиций; 3) ингаляции токсинов или микробной флоры, повреждающих альвеолоциты и легочный сурфактант [2].

Следующим звеном патогенеза ОРДС является формирование синдрома капиллярной утечки с выходом в интерстициальное и альвеолярное пространство жидкости и белков плазмы крови и развитием некардиогенного отека легких [2]. Повышение проницаемости эндотелия легочных капилляров, формирующее некардиогенный отек легких, обычно первое распознаваемое проявление острого повреждения лёгких (ОПЛ). Некардиогенный отек легких приводит к нарастающему снижению легочных объемов и податливости, следствием которых является низкое, но определяемое вентиляционно- перфузионное отношение (V/Q) в зависимом лёгком и гипоксемия, поддающаяся лечению повышением фракции кислорода во вдыхаемой смеси [4].

Дальнейшее прогрессирование синдрома ОРДС характеризуется вовлечением в патологический процесс альвеолоцитов I и II типа, дисфункция которых приводит к микроателектазированию и шунтированию крови в легких [2, 4]. Альвеолоциты I типа являются структурными элементами аэрогематического барьера, через которые осуществляется газообмен, их дисфункция является причиной появления отечной жидкости в альвеолах, а также снижения податливости легких вследствие нарушения геометрической стабильности альвеол и ухудшения растяжимости самих альвеолоцитов [4].

Альвеолоциты II типа (большие секреторные альвеолоциты), вырабатывают сурфактант, вещество гликолипиднопротеиновой природы, который состоит из двух частей (фаз). Нижняя (гипофаза), образована тубулами, формирующими решетчатую структуру, которая сглаживает неровности поверхности эпителия альвеол. Поверхностная фаза сурфактанта (апофаза) формирует фосфолипидный монослой с ориентацией гидрофобных частей молекул в сторону полости альвеолы. Альвеолоциты II типа более устойчивы к повреждению, обладают способностью к восстановлению, их дисфункция приводит к необратимому повреждению легких. Последнее имеет два клинически распознаваемых проявления: существенное снижение легочного комплайенса и альвеолярное ателектазирование, как результат дисфункции сурфактантового комплекса [4].

Альвеолярное ателектазирование (в англоязычной литературе — распространенный коллапс гравитационно-зависимых альвеол) формирует обширные зоны перфузируемых, но не вентилируемых альвеол, в которых V/Q равняется 0, следствием чего является гипоксия, резистентная к оксигенотерапии. Развитие гипоксемии, резистентной к оксигенотерапии и существенное снижение легочного комплайенса являются патогномичными признаками ОРДС [4]. Таким образом, клинические проявления ОРДС включают ухудшение оксигенирующей функции, обнаружение диффузных инфильтратов на рентгенограмме, уменьшение функциональной остаточной емкости и растяжимости легких. Перечисленные симптомы являются следствием диффузной дисфункции клеток паренхимы [4]. Завершающей фазой патологического процесса являются нарушение доставки кислорода к органам с развитием полиорганной недостаточности и фиброз легких [2].

Согласно современным представлениям, синдром ОРДС имеет следующую стадийность развития:

1. стадия повреждения: гипервентиляция, дыхательный алкалоз, начальная гипоксемия — парциальное напряжение кислорода в артериальной крови (PaO_2) от 80 до 270 мм рт. ст. При рентгенологическом исследовании на рентгенограмме легких — усиление легочного рисунка, слабо дифференцируются хлопьевидные тени, диагностика малоинформативна. При компьютерной томографии определяются изменения легочной ткани по типу «матового стекла».
2. ранняя прогрессирующая стадия — одышка, умеренная гипоксемия (PaO_2 от 60 до 70 мм рт. ст.), увеличение шунта до 10–15%. При рентгенологическом исследовании выявляются двухсторонние, симметричные очаговые инфильтраты. При компьютерной томографии определяется билатеральное диффузное затемнение по типу «матового стекла» с признаками бронхографии;
3. поздняя прогрессирующая стадия — нарастание одышки и гипоксемии, ($PaO_2 < 60$ мм рт. ст.), шунт 20–30%. При рентгенологическом — диффузные инфильтраты субтотальные, тотальные, преимущественно в латеральных отделах, высокой интенсивности, что не позволяет дифференцировать легочной рисунок, бронхография сохраняется. При компьютерной томографии наблюдается довольно обширная консолидация легочной ткани, сегментарные и субсегментарные бронхи прослеживаются;
4. терминальная стадия — прогрессирует полиорганная недостаточность, сохраняется гипоксемия, метаболический ацидоз. При рентгенологическом исследовании неоднородное затемнение легочной ткани с участками уплотнения за счет

фиброза. При компьютерной томографии ретикулярный рисунок, деформация бронхососудистого рисунка.

Диагностика

На протяжении последних пяти десятилетий представления о диагностических критериях ОРДС неоднократно менялись. Первое описание ОРДС, вероятно, принадлежит Laennec (1821), который данное состояние определил как «идеопатический отек легких». В англоязычной европейской литературе автором синдрома считают Ausbach с соавторами (1967), которые обобщили результаты наблюдений 12 случаев ОДН с высокой летальностью и сходной клинической картиной: тяжелая одышка, цианоз, резистентность к оксигенотерапии, снижение легочного комплайенса, двухсторонние инфильтраты на рентгенограмме легких. Именно с этого времени парадигма ОРДС включает в себя при наличии факторов риска тяжелую гипоксемию, резистентную к оксигенотерапии, билатеральные инфильтраты в легких, при условии исключения кардиогенных причин данного состояния.

Murray с соавторами (1988) предложили «расширенные дефиниции ОРДС» — оценку четырех клинических признаков по шкале от нуля до четырех: 1) степень консолидации в четырех квадрантах фронтальной рентгенограммы легких, 2) выраженность гипоксемии по отношению PaO_2/FiO_2 , 3) величину положительного давления в конце выдоха (ПДКВ) — в англоязычной литературе обозначается как «PEEP» — («positive end expiratory pressure»), 4) величину комплайенса.

Позднее американско-европейский консенсус (1994) предложил следующие диагностические признаки ОРДС: 1) острое начало, 2) билатеральные инфильтраты в легких (рентгенологическая картина отека легких), 3) среднее давление в легочной артерии менее 18 мм рт. ст., или отсутствие доказательств повышения давления в левом предсердии, 3) гипоксия вне зависимости от уровня ПДКВ, 4) трактовка тяжести гипоксии как ОЛП, если $PaO_2/FiO_2 \leq 300$ мм рт. ст., или как ОРДС, если $PaO_2/FiO_2 \leq 200$ мм рт. ст. [4].

Современные диагностические критерии ОРДС («Берлинская дефиниция ОРДС») сформулированы Европейским Обществом Интенсивной медицины (ESCM), приняты на согласительной конференции в Берлине (2011) [1]. В «Берлинской дефиниции ОРДС» используются те же диагностические критерии, но есть и существенные отличия от американско-европейского консенсуса: 1) гипоксия стандартизована по уровню ПДКВ, оценка PaO_2/FiO_2 выполняется при ПДКВ > 5 мм рт. ст., 2) определение «ОЛП» не используется, вместо разделения

патологического процесса на ОЛП и ОРДС, предложено оценить тяжесть гипоксемии по трехступенной шкале. Нарушение оксигенации расценивается как:

1. легкое, если $(200 < PaO_2/FiO_2 < 300)$ мм рт. ст. при ПДКВ ≥ 5 см вод. ст.;
2. средней тяжести, если $(100 < PaO_2/FiO_2 < 200)$ мм рт. ст. при ПДКВ > 5 см вод. ст.;
3. тяжелое, если $PaO_2/FiO_2 < 100$ мм рт. ст. при ПДКВ > 5 см вод. ст.

Методы интенсивной терапии ОРДС

Методы интенсивной терапии ОРДС условно можно разделить на респираторные и нереспираторные (медикаментозные). К респираторным методам относят стратегию «безопасной ИВЛ», подбор оптимального ПДКВ, положение на животе — prone positioning, маневры рекрутирования альвеол. К нереспираторным методам интенсивной терапии ОРДС относят оксид азота, «стратегию» инфузионной терапии, кетоконазол, лизофиллин, кортикостероиды, альбутерол, розувастатин.

Стратегия «безопасной ИВЛ»

Стратегия «безопасной ИВЛ» включает ограничение дыхательного объема (V_t) от 4 до 6 мл/кг идеальной массы тела (ИМТ), создание давления плато инспираторного открытия дыхательных путей не выше 30 см вод. ст. и поддержание положительного ПДКВ, и фракции вдыхаемого кислорода (FiO_2) достаточных для достижения PaO_2 на уровне от 55 до 80 мм рт. ст. [8]. В прошлом рекомендовали ИВЛ с большим V_t : от 10 до 15 мл/кг для гарантированно нормальных показателей кислотно — щелочного состояния крови. Позже было доказано, что использование больших дыхательных объемов приводит к повреждению легких от перерастяжения, возникновению локального и системного воспалительных ответов вследствие механического воздействия. С целью сравнения традиционной стратегии ИВЛ с V_t 12 мл/кг ИМТ с «протективной» стратегией ИВЛ с использованием V_t 6 мл/кг ИМТ международной организацией «NHLBI ARDS Network» было проведено мультицентровое рандомизированное контролируемое исследование (РКИ) «ARMA» («Lower Tidal Volume Trial») (1996–1999). В исследовании включали пациентов с ОРДС 10 академических центров с 75 отделениями интенсивной терапии. Дизайн исследования предполагал выборку из 1000 испытуемых. Набор больных был остановлен после включения 861 пациента, когда промежуточный анализ показал, что летальность в группе «протективной» ИВЛ была ниже на 8,8%, по сравнению с контрольной группой (31,0 против 39,8%, $p = 0,007$). Снижение летальности при использовании ИВЛ с дыхательным объемом 6 мл/кг ИМТ обнаружили во всех группах пациентов, включая больных с сепсисом или без него, а также в группах с различной

степенью легочной дисфункции, оцениваемой с помощью измерения растяжимости системы дыхания [7].

Подбор оптимального уровня ПДКВ

Известным методом улучшения оксигенации является установка ПДКВ — на уровне от 5 до 12 мм вод. ст. Изначально ПДКВ было предложено для борьбы с экспираторным закрытием дыхательных путей (ЭЗДП) у больных с хроническими обструктивными заболеваниями легких. ЭЗДП — патология нижних дыхательных путей, суть которой заключается в появлении воздушных ловушек в легких, когда выдыхается не весь поступивший воздух вследствие отека бронхиол, и чрезмерного мышечного усилия выдоха, передающегося на суженные бронхиолы. Различают преднамеренное, ауто- и полное ПДКВ. Ауто- ПДКВ возникает, когда настройки аппарата ИВЛ (частота дыханий, объем и длительность вдоха) не соответствуют возможностям пациента. В этом случае пациент до начала нового вдоха не успевает выдохнуть весь воздух предыдущего вдоха. Соответственно давление в конце выдоха оказывается более высоким, чем предполагалось. «Полное» ПДКВ представляет собой сумму ПДКВ, созданного преднамеренно в дыхательных путях («внешнее» ПДКВ), и ауто- ПДКВ («внутреннее», «скрытое» или «неумышленное»). Побочными эффектами ПДКВ являются отрицательное воздействие на гемодинамику, и баротравма легких вследствие перерастяжения. Положительное давление в дыхательных путях, и соответственно, в грудной полости нарушает присасывающее действие вдоха, вследствие чего снижаются венозный возврат и давление наполнения левого предсердия. При отсутствии компенсаторного повышения общего сосудистого сопротивления среднее артериальное давление может снижаться. Данная ситуация особенно актуальна у пациентов с перераспределительным шоком (септический, нейрогенный, анафилактический) [2, 8].

Проспективное РКИ «ALVEOLI» — («Higher vs Lower ПДКВ»), (1999–2002), с включением 549 пациентов, в котором сравнивались «низкий» ПДКВ ($8,3 \pm 3,2$) см вод. ст. против «высокого» ($13,2 \pm 3,5$) см вод. ст. не показало улучшения выживаемости, хотя удалось выявить благоприятный эффект более высокого уровня ПДКВ на продолжительность респираторной поддержки и потребность в проведении адьювантной терапии. В настоящее время оптимальный уровень ПДКВ и лучший метод его подбора окончательно не установлены [9].

Вентиляция легких в положении лежа на животе («прон- позиция»)

Коллабирование альвеол, гидростатический отек и ателектазирование нижележащих участков легких в наибольшей степени выражены в положении лежа

на спине. Давление органов средостения играет ведущую роль — до 40% левого легочного поля и до 30% правого легочного поля находятся под их тяжестью. В положении лежа на животе (в «прон- позиции» — в англоязычной литературе — prone positioning) гравитационный эффект органов средостения на легкие устраняется почти полностью: только около 1–2% легочной ткани подвергаются компрессии. ИВЛ в положении на животе приводит к рекрутированию альвеол (вариант маневра рекрутирования альвеол), расправлению ателектазов без создания повышенного давления в дыхательных путях, что сопровождается доказанным улучшением оксигенации и снижением пикового давления вдоха [10].

Клиническую пользу вентиляции легких в прон- позиции подтвердило РКИ «PROSEVA» («Prone Positioning in Severe Acute Respiratory Distress Syndrome»), (2013). Число пациентов составило 237 в основной и 229 в контрольной группах. Авторами исследования было обнаружено достоверное уменьшение летальности в основной группе на 28-е сутки 16,0 против 32,8% ($p < 0,001$) и 90 — е сутки: 23,6 против 41,0% ($p < 0,001$) [11].

Маневры рекрутирования альвеол

Маневр рекрутирования альвеол — это кратковременное повышение давления и объема в респираторной системе для открытия коллабированных альвеол. Показания и противопоказания к рекрутированию альвеол соответствуют таковым для настройки ПДКВ, — их можно применять только у пациентов с высоким потенциалом рекрутирования и низким риском угнетения гемодинамики [11]. Наиболее часто используется повышение давления в дыхательных путях, например, до 40 см вод. ст., на 40 секунд [16]. Улучшение оксигенации у больных с ОРДС вследствие рекрутирования альвеол длится меньше, чем при адекватной настройке ПДКВ [18]. Проведение маневра является небезопасным вследствие более выраженного негативного влияния на гемодинамику, чем настройка ПДКВ [11].

К настоящему времени получены доказательства небезопасности данной методики, вплоть до негативного влияния на исходы. Мультицентровое РКИ с участием 120 ОРИТ из 9 стран (2011–2017), с участием 1010 больных с ОРДС среднетяжелого и тяжелого течения показало, что в основной группе в сравнении с контрольной выше летальность 65,3 против 59,9%, $p = 0,04$, повышение риска пневмоторакса и баротравмы, при отсутствии различий в продолжительности лечения в ОРИТ и стационаре. Авторами исследования маневр рекрутирования альвеол для рутинного использования не рекомендуется [12].

Оксид азота. Оксид азота (NO) является селективным легочным вазодилатором, не имеющим системных эффектов. Ингаляция NO улучшает вентиляцию альвеолярного мертвого пространства за счет уменьшения феномена гипоксической вазоконстрикции в участках легких с хорошей вентиляцией, но сниженной перфузией. Благодаря данному механизму улучшается газообмен, редуцируется легочная гипертензия, оптимизируется V/Q [19]. Тем не менее, несмотря на улучшение оксигенации, не было выявлено благоприятного влияния данного метода на летальность. В «кохрейновском» обзоре РКИ по теме применения NO у больных с ОРДС (2016) авторами приведены данные о худшей отсроченной выживаемости в группе пациентов с NO в сравнении с контрольной [19]. Таким образом, NO не может быть рекомендован для рутинного использования у пациентов с ОПЛ/ОРДС, но его применение может быть полезным в качестве терапии отчаяния у пациентов с рефрактерной гипоксемией [9]. Например, оправдано использование ингаляции NO (в средней дозе от 5 до 20 ppm) у пациентов с тяжелым ОРДС и рефрактерной гипоксемией ($PaO_2/FiO_2 < 100$ мм рт. ст.), а так же при развитии легочной гипертензии и правожелудочковой недостаточности [12].

Стратегия инфузионной терапии

Накопление внесосудистой воды легких более характерно для ОРДС, развившегося вследствие воздействия прямых повреждающих факторов. В случаях когда ОРДС возникает вследствие действия непрямых факторов накопление внесосудистой воды в легких выражено в меньшей степени, однако часто развивается гипергидратация органов средостения, забрюшинного пространства. Увеличение содержания внесосудистой жидкости в легких при любой форме ОРДС сопровождается ухудшением газообмена и является предиктором неблагоприятного исхода заболевания. Стратегия инфузионной терапии при ОРДС влияет как на летальность, так и на отдаленные последствия у пациентов, переживших ОРДС. Рестриктивная стратегия при развитии шока (до ОРДС) и либеральная стратегия при развитии ОРДС ухудшают оксигенацию, повреждают легкие и повышают летальности. Рекомендована целенаправленная терапия, основанная на показателях гемодинамики и при возможности определения внесосудистой воды легких, с поддержанием отрицательного гидробаланса на протяжении 2–3 сут с момента развития ОРДС [12].

В мультицентровом РКИ «Comparison of Two Fluid Management Strategies in Acute Lung Injury», число участников исследования составило 1000, сравнивались либеральная и ограничительная стратегии инфузионной терапии у больных с ОРДС (2006). В группе с либеральной стратегией инфузионной терапии кумулятивный гидробаланс на 7-е сутки составил (6992 ± 502) мл, в группе

с ограничительной: (-136 ± 491) мл, Авторами исследования были получены данные о том, что ограничительная стратегия инфузионной терапии улучшает газообмен в легких (повышается индекс оксигенации), сокращает продолжительность ИВЛ, а также длительность пребывания в отделении реанимации. Несмотря на то, что не выявлено различий между группами в 60-дневной летальности, авторы рекомендуют в лечении пациентов с ОРДС ограничительную стратегию инфузионной терапии [13].

В мультицентровом РКИ «FACTT» («Fluid and Catheter Treatment Trial») (2006), сравнивали стратегии мониторинга инфузионной терапии методами катетеризации легочной артерии и катетеризации центральных вен. По результатам исследования 1000 пациентов авторами не обнаружено различий между группами по летальности, длительности ИВЛ, продолжительности пребывания в ОРИТ. В группе пациентов с катетеризацией легочной артерии частота катетер-ассоциированных осложнений была вдвое выше. Авторами исследования был сделан вывод о том, что катетеризация легочной артерии не улучшает выживаемость пациентов с ОРДС, и не может быть рекомендована для рутинного мониторинга инфузионной терапии [14].

Кетоконазол

Поскольку важная роль в патогенезе ОРДС принадлежит воспалительному ответу, предпринимались многочисленные попытки применения противовоспалительных средств. Одним из них является кетоконазол — синтетическое производное имидазола с противогрибковой активностью. Компонентами противовоспалительной активности кетоконазола являются: ингибирование тромбоксан-синтетазы, 5-липоксигеназы, снижение уровня продукции лейкотриена В₄, ингибирование эндотоксин — стимулированной продукции макрофагов с прокоагулянтной активностью.

Эффективность кетоконазола в комплексе интенсивной терапии ОРДС изучали в рандомизированном двойном слепом РКИ «KARMA» («Ketoconazole for ALI/ARDS») на базе 26 госпиталей США (1996–1998). Количество испытуемых составило 234 пациента, по 117 в основной и контрольной группах. По результатам проведенного исследования назначение кетоконазола в дозе 400 мг/сут не оказало влияния на показатели летальности, продолжительности респираторной поддержки и состояние функции легких. Авторы не рекомендуют применение данного препарата в лечении пациентов с ОРДС [14].

Лизофиллин

Лизофиллин — производное пентоксифиллина, в эксперименте было установлено, что он в 800 раз ак-

тивнее пентоксифиллина как противовоспалительный препарат, ингибирующий образование жирных кислот. Также в эксперименте была установлена способность препарата предупреждать оксидант-редуцированную капиллярную утечку в изолированном легком крысы.

Эффективность лизофиллина в комплексе интенсивной терапии ОРДС изучали в рандомизированном двойном слепом мультицентровом исследовании «LARMA» («Lisofylline for ALI/ARDS»), в котором приняли участие 236 пациентов (1998–1990). В основной группе назначали лизофиллин из расчета 3 мг/кг, максимальная доза 300 мг внутривенно каждые 6 часов. Исследование не выявило каких-либо преимуществ назначения лизофиллина при ОРДС, результаты лечения в опытной и контрольной группах не отличались, а именно — летальность, продолжительность ИВЛ, частота инфекционных осложнений [15].

Глюкокортикостероиды

Завершающая фаза ОРДС характеризуется выраженной фибропролиферацией паренхимы легких, затрудняющей нормальный газообмен и податливость легочной ткани. Предполагалось, что применение глюкокортикостероидов может повлиять на этот процесс, и таким образом повысить выживаемость пациентов.

Эффективность метилпреднизолона в комплексе интенсивной терапии ОРДС изучали в двойном слепом мультицентровом РКИ «LaSRS» («Late Steroid Rescue Study»), в котором приняли участие 180 пациентов (1997–2003). Были получены данные о том, что метилпреднизолон сокращал продолжительность респираторной поддержки, и улучшал показатели оксигенации. Однако показатель летальности в основной и контрольной группах на 60-е и 180-е сутки заболевания в основной и контрольной группах не отличались. На основании полученных данных авторами исследования был сделан вывод о том, что рутинное применение метилпреднизолона у больных с ОРДС не рекомендуется [16].

Альбутерол

Из экспериментальных и клинических исследований известно, что агонисты β₂ — адренэргических рецепторов ускоряют разрешение отека легких. Эффективность альбутерола в комплексе интенсивной терапии ОРДС изучали в РКИ «ALTA» («Albuterol for the Treatment of ALI») (2007–2008). Дизайн исследования — мультицентровое рандомизированное плацебоконтролируемое, с количеством участников 282 пациента. Исследование не выявило различий между основной и контрольной группами по таким показателям клинического исхода как продолжительность респираторной поддержки и ле-

тельность. На основании полученных данных авторами сделан вывод о том, что данный препарат не может быть рекомендован для рутинного применения у больных с ОРДС [17].

Статины

Статины являются ингибиторами 3- гидроксигидрокси-3- метилглутарилкоэнзимА редуктазы, и оказывают модулирующий эффект на воспалительный ответ организма. Доказан положительный эффект данной группы препаратов при сепсисе. Гипотеза о том, что и в случае септической ОРДС статины могут оказать позитивное влияние на клинические исходы была проверена в мультицентровом РКИ «Rosuvastatin for sepsis — associated acute respiratory distress syndrome» (2014). Дизайн эксперимента предполагал выборку из 1000 пациентов, однако исследование было остановлено после включения 745 пациента, поскольку не было обнаружено влияния препарата на 60- суточную летальность и продолжи-

тельность ИВЛ. По результатам исследования был сделан вывод о том, что розувастатин не оказывает влияния на клинические исходы при ОРДС, и может вносить вклад на развитие печеночной и почечной дисфункции [18].

Выводы

Синдром ОРДС — осложнение жизнеугрожающих состояний, вызывается многочисленными факторами прямого и непрямого повреждения паренхимы легких, наиболее частым из которых является сепсис. Несмотря на значительный прогресс в понимании патогенеза и разработке методов интенсивной терапии ОРДС, летальность пациентов с данной патологией остается неприемлемо высокой. Из всего спектра респираторной и медикаментозной терапии ОРДС доказанным положительным эффектом на клинические исходы обладают стратегия «безопасной» ИВЛ, ИВЛ в положении на животе, ограничительная стратегия инфузионной терапии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анестезиология — реаниматология: клинические рекомендации / под ред. И. Б. Заболотских, Е. М. Шифмана; Федерация анестезиологов и реаниматологов. — Москва: ГЭОТАР — Медиа. 2016. 960 с.
2. Киров М. Ю., Кузьков В. В. Основы интенсивной терапии и анестезиологии в схемах и таблицах (учебное пособие, издание 3-е, переработанное и дополненное). Архангельск. 2011. 193 с.
3. Миллер Р. Анестезия Рональда Миллера — руководство в 4 — х томах. С. — Пб.: Человек. 2015. С. 3328
4. Anesthesia / edited by Ronald Miller. 3 — rd ed.: 2 — Volume Set. New York.: Churchill Livingstone. 1990. P. 2420.
5. Рябов Г. Л. Гипоксия критических состояний. М.: Медицина. 1988. 288 с.
6. Кузьков В. В., Суборов Е. В., Фот Е. В., Родионова Л. Н., Соколова М. М., Лебединский К. М., Киров М. Ю. Послеоперационные дыхательные осложнения и ОРДС легче предупредить, чем лечить//Анестезиология — Реаниматология, 2016 г. Т. 61. № 6. С. 461–468.
7. Ventilation with Lower Tidal Volumes as Compared with Traditional Tidal Volumes for Acute Lung Injury and the Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med* 2000. 342: 1301–1308.
8. Positive End — Expiratory Pressure (ПДКВ) /Andres L. Mora Carpio; JI.Mora1./1University of Pennsylvania/LastUpdate: October13,2017./https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441904/
9. Higherversus Lower Positive End — Expiratory Pressuresin Patients with the Acute Respiratory Distress Syndrome.*N Engl J Med* 2004;351: 327–336.
10. Власенко А. В.), Гаврилин С.В, Гельфанд Б. Р., Еременко А. А., Заболотских И. Б., Зильбер А. П., Кассиль В. Л., Киров М. Ю., Колесниченко А. П., Лебединский К. М., Лейдерман И. Н., Мазурок В. А., Неймарк М. И., Николаенко Э. М., Проценко Д. Н., Руднов Диагностика и интенсивная терапия острого респираторного В.А., Садчиков Д. В., Садритдинов М. А., Солодов А. А., Храпов К. Н., Царенко С. В. Диагностика и интенсивная терапия острого респираторного дистресс- синдрома.//Анестезиология и реаниматология. 2016. Т. 61. № 1. Стр. 62–6
11. Guérin C., Reigner J., Richard J. C., Beuret P., Gacouin A., Boulain T., Mercier E., Badet M., Mercat A., Baudin O., Clavel M., Chatellier D., Jaber S., Rosselli S., Mancebo J., Sirodot M., Hilbert G., Bengler C., Richecoeur J., Gannier M., Bayle F., Bourdin G., Leray V., Girard R., Baboi L., Ayzac L. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome.//*N Engl J Med* 2013. V.368 № 23 p.2159–2168.
12. Cavalcanti A. B., Suzumura É. A., Laranjeira L. N., Paisani D. M., Damiani L. P., Guimarães H. P., Romano E. R., Regenga M. M., Taniguchi L. N., Teixeira C., Pinheiro de Oliveira R., Machado F. R. Effect of Lung Recruitment and Titrated Positive End-Expiratory Pressure (ПДКВ) vs Low ПДКВ on Mortality in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Clinical Trial.// *JAMA*. 2017. V.318 № 14 p.1335–1345
13. Wiedemann H. P., Wheeler A. P., Bernard G. R., Thompson B. T., Hayden D., deBoisblanc B., Connors A. F. Jr., Hite R. D., Harabin A. L. Comparison of two fluid-management strategies in acute lung injury. // *N Engl J Med*. 2006. V.354 № 24 p.2564–2575.
14. Wheeler A. P., Wiedemann H. P., Wheeler A. P., Bernard G. R., Thompson B. T., Hayden D., deBoisblanc B., Connors A. F. Jr., Hite R. D., Harabin A. L. Pulmonary-artery versus central venous catheter to guide treatment of acute lung injury. // *N Engl J Med*. 2006. V.354 № 21 p.2213–2224.
15. Wiedemann H. P., Arroliga A. C., Komara J., Denver V. A., Welsh C., Fulkerson W. J., MacIntyre N., Mallatrat L., Sebastian M., Sladen R., Wilcox C., G R., Thompson B. D. Randomized, placebo-controlled trial of lisofylline for early treatment of acute lung injury and acute respiratory distress syndrome.// *Crit Care Med*. 2002 V.30 № 1 p.1–6.

16. Steinberg K. P., Hudson L. D., Goodman R. B., Hough C. L., Lanken P. N., Hyzy R., Thompson B. T., Ancukiewicz M. Efficacy and safety of corticosteroids for persistent acute respiratory distress syndrome.//N Engl J Med. 2006 V. 354 № 16 p.1671–1684.
17. Matthay M. A., Brower R. G., Carson S., Douglas I. S., Eisner M., Hite D., Holets S., Kallet R. H., Liu K. D., MacIntyre N., Moss M., Schoenfeld D., Steingrub J., Thompson B. T. Randomized, placebo-controlled clinical trial of an aerosolized β_2 -agonist for treatment of acute lung injury.//Am J Respir Crit Care Med. 2011V.184 № 5 p.561–568.
18. Dinglas V. D., Hopkins R. O., Wozniak A. W., Hough C. L., Morris P. E., Jackson J. C., Mendez-Tellez P.A., Bienvenu O. J., Ely E. W., Colantuoni E., Needham D. M. One-year outcomes of rosuvastatin versus placebo in sepsis-associated acute respiratory distress syndrome: prospective follow-up of SAILS randomised trial.//Thorax. 2016. V.71 № 5 p. 401–410.

© Завертайло Леонид Леонидович (zavertailo@yandex.ru), Тарасенко Любовь Леонидовна (lyubtarasenko@yandex.ru),
Арсланов Оразманбет Зейнадинович (orasmambeto@mail.ru), Казимагомедова Наиля Камильевна (nakanaikoshdec@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Сургут

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ОСНОВНЫХ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО ТУБЕРКУЛЕЗУ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ С 2017 ПО 2018 ГГ.

ANALYTICAL REVIEW OF THE MAIN EPIDEMIOLOGICAL INDICATORS FOR TUBERCULOSIS IN PRIMORSKY KRAI FROM 2017 TO 2018

**V. Lavrenyuk
E. Ryazanova
M. Luneva**

Summary. In this article, based on the epidemiological monitoring data, the situation of tuberculosis in the Primorye Territory for 2017–2018 is analyzed. A decrease in the incidence rate has been noted. At the same time, the incidence exceeds the data for the Russian Federation by 2.0–2.5 times. The tension of the situation is due to social, economic factors, significant migration flows. But multidrug-resistant tuberculosis is increasing. To effectively fight against tuberculosis, comprehensive, scientifically based measures are needed to improve the situation. An acute problem with not being staffed by medical workers of district phthisiological, therapeutic offices in cities and districts of the region. The study was conducted on the basis of data from the epidemiological monitoring of the Primorsky Territorial TB Dispensary for the period 2017–2018.

Keywords: tuberculosis, multidrug resistance, epidemiological situation.

Лавренюк Владимир Валерьевич

Аспирант, ФГБОУ ВО «Тихоокеанский
государственный Медицинский Университет»
lavrenyuk_90@bk.ru

Рязанова Елена Витальевна

Аспирант, ФГБОУ ВО «Тихоокеанский
государственный Медицинский Университет»
ryazanova_14@bk.ru

Лунева Марина Анатольевна

Врач-фтизиатр, ГБУЗ «Приморский краевой
противотуберкулезный диспансер»
pjankova75@mail.ru

Аннотация. В данной статье на основании данных эпидемиологического мониторинга проанализирована ситуация по туберкулезу в Приморском крае за 2017–2018 гг. Отмечено снижение показателя заболеваемости. При этом заболеваемость превышает данные по РФ в 2,0–2,5 раза. Напряженность ситуации обусловлена социальными, экономическими факторами, значительными миграционными потоками. Но нарастает туберкулез с множественной лекарственной устойчивостью. Для эффективной борьбы с туберкулезом нужны комплексные, научно обоснованные меры, способствующие улучшению ситуации. Острая проблема с не укомплектованностью врачебными работниками участковых фтизиатрических, терапевтических кабинетов в городах и районах края. Исследование проведено на основании данных эпидемиологического мониторинга Приморского краевого противотуберкулезного диспансера за период 2017–2018 гг.

Ключевые слова: туберкулез, множественная лекарственная устойчивость, эпидемическая ситуация.

В Приморском крае показатели заболеваемости, распространенности, смертности от туберкулеза из года в год превышают средние по России в среднем в 2,5 раза. Показатели туберкулеза с множественной лекарственной устойчивостью нарастают, не только из-за выше перечисленных причин. [1] Отсутствие в полной мере контроля за ежедневным приемом препаратов на амбулаторном этапе — как одного из основополагающих принципов фтизиатрии. Туберкулез остается одной из наиболее актуальных медико-социальных проблем, представляющих научный и практический интерес. [1,3]

Исследование проведено на основании данных эпидемиологического мониторинга Приморского краевого противотуберкулезного диспансера за период 2016–2018 гг. Анализировались данные эпидемиологического

мониторинга Приморского краевого противотуберкулезного диспансера.

Заболеваемость туберкулезом в 2018 году составила 109,2 случая на 100 тысяч населения (2017–112,7; 2016–127,8 на 100 тыс. нас., снижение по отношению к 2017 году на 3,0%), заболеваемость постоянно проживающего населения в 2018 году составила 88,4 на 100 тысяч населения (2017–98,1; 2016–108,6 на 100 тыс., снижение по отношению к 2017 году на 9,9%).

Впервые диагноз туберкулеза в 2018 году установлен у 2 095 человек, в том числе 92 детей 0–14 лет и 24 подростков 15–17 лет. За 2018 год показатель заболеваемости детей снизился на 18,0% и составил 28,7 случая на 100 тысяч населения (2017–35,0; 2016–38,5 на 100 ты-

Таблица 1. Динамика заболеваемости населения туберкулезом

территории	показатели на 100 тыс. нас. ф№ 8				Динамика показателей(%)
	2017		2018		
	абс	пок	абс	пок	
1.Арсеньев	55	103,9	59	112,1	7,9%
2.Артем	130	112,5	107	92,1	18,1%
3.Б.Камень	26	65,2	38	96,2	47,5%
4.Владивосток	441	69,6	428	67,6	2,9%
5.Дальнегорск	37	85,1	34	79,1	-7,0%
6. Дальнереченский го	54	138,8	47	122,5	-11,7%
7.Лесозаводск	58	133,0	42	97,2	-26,9%
8.Находка	147	95,8	165	109,1	13,9%
9.Партизанск	64	141,5	59	131,2	-7,3%
10.Спасск	42	101,6	43	105,1	3,4%
11. Уссурийский го	194	99,1	198	100,3	1,2%
12.Фокино	24	76,1	17	53,9	-29,2%
13.Анучинский	16	119,2	17	127,7	7,1%
15.Кавалеровский	27	110,8	24	99,6	-10,1%
16.Кировский	28	146,3	25	132,7	-9,3%
17.Красноармейский	9	53,0	16	95,5	80,2%
18.Лазовский	12	92,7	12	92,8	0,1%
19.Михайловский	59	192,8	47	157,4	-18,4%
20.Надежденский	64	165,7	48	124,0	-25,2%
21.Октябрьский	49	176,6	53	193,3	9,4%
22.Ольгинский	8	83,4	6	64,0	-23,3%
23.Партизанский	25	84,5	27	91,5	8,3%
24.Пограничный	38	168,5	12	53,4	-68,3%
25.Пожарский	26	90,3	27	95,3	5,5%
26.Спасский	55	195,8	39	139,9	-28,5%
27.Тернейский	8	69,7	21	186,4	167,4%
29.Ханкайский	19	84,7	24	108,3	27,9%
30.Хасанский	63	197,9	52	166,3	-16,0%
31.Хорольский	28	100,7	35	127,5	26,6%
32.Черниговский	53	158,2	45	135,8	-14,2%
33.Чугуевский	22	96,0	22	96,9	0,9%
34.Шкотовский	28	114,8	29	119,6	4,2%
35.Яковлевский	14	97,8	15	106,4	8,8%
Всего по краю ф8	2171	112,7	2095	109,2	-3,1%

сяч детского населения). Заболеваемость подростков увеличилась на 0,7% — 46,4 случая на 100 тысяч населения (2017–46,1; 2016–61,1 на 100 тысяч).

Из общего числа впервые выявленных, туберкулез установлен:

- ◆ у 1753 постоянных жителей (83,7%), в том числе у 92 детей, 24 подростков,
- ◆ у лиц БОМЖ 58 человек (2,8%),

- ◆ в учреждениях ГУФСИН — 260 человек (12,4%),
- ◆ в прочих учреждениях, в т.ч. ЗАТО — 54 человека,
- ◆ иностранных граждан — 14 человек,
- ◆ туберкулез выявлен посмертно у 43 человек, из них постоянных жителей — 40.

Доля впервые выявленных больных туберкулезом, состоящих на учете в системе Минздрава, на протяжении трех лет остается на уровне 83–85% от всех впер-

вые выявленных. Доля больных в учреждениях ФСИН выросла с 11,1% в 2017 году до 12,4% в 2018 году. Доля лиц БОМЖ среди впервые зарегистрированных больных в 2018 году — 2,8% (2017—2,4%, 2016—2,0%), мигрантов — 0,7% (2017—0,6%; 2016—0,6%).

Среди впервые заболевших сохраняется преобладание мужчин в 1,8 раза. В 2018 году заболели туберкулезом 1 052 мужчины и 591 женщина, что составило 119,0 и 61,4 случая на 100 тысяч населения соответственно. Произошло снижение заболеваемости туберкулезом мужчин на 4,6%, женщин на 8,9% к уровню 2017 года соответственно.

По сравнению с 2017 годом, показатель заболеваемости деструктивными формами туберкулеза в 2017 году снизился на 1,0%, составил 29,9 случая на 100 тысяч населения (2017 год — 30,2; 2016 год — 36,0); бациллярными формами увеличился на 3,4% и составил 41,9 случая на 100 тысяч населения (2017 год — 40,5; 2016 год — 50,0).

Несвоевременное выявление больных с запущенными хроническими формами туберкулеза свидетельствует о низкой эффективности профосмотров в территориях края. В 2018 году заболеваемость фиброзно-кавернозным туберкулезом легких в сравнении с 2017 годом увеличилась на 7,4% и составила 2,9 случая на 100 тысяч населения, увеличение к уровню 2016 года составило 26,1% (2017 год — 2,7; 2016 год — 2,3 на 100 тысяч).

По данным эпидемиологического мониторинга, в 2018 году зарегистрировано 53 впервые выявленных больных фиброзно-кавернозным туберкулезом легких, состоящих под наблюдением в системе Минздрава (2016 год — 43; 2017 год — 51), что составило 3,5% от всех впервые выявленных больных (индикатор — не более 1%).

Заболеваемость туберкулезом с множественной лекарственной устойчивостью по сравнению с прошлым годом увеличилась на 16,7% и составила 9,1 случая на 100 тысяч населения (2016 год — 8,3; 2017 год — 7,8). Доля МЛУ ТБ среди впервые выявленных больных туберкулезом с бактериовыделением составила 21,9% (2017 год — 19,3; 2016 год — 16,6). Рост заболеваемости МЛУ ТБ обусловлен исключительно увеличением охвата тестированием на МЛУ возбудителя впервые выявленных больных туберкулезом с бактериовыделением. Заболеваемость XDR TB в 2018 году составила 0,6 случая на 100 тысяч населения (2017 год — 1,1 случая на 100 тысяч). Доля больных XDR TB среди впервые выявленных больных МЛУ ТБ составила в 2018 году 7,1% — 12 больных (2017 год — 21 человек/14,5%). [2,5] Среди впервые выявленных бактериовыделителей ТОД доля XDR TB в 2018 году 1,6% (2017 год — 2,8%).

Заболеваемость сочетанной инфекцией ВИЧ+туберкулез в 2018 году увеличилась на 16,3% по сравнению с 2017 годом и составила 12,1 случая на 100 тыс. населения (2017 год — 10,0; 2016 год — 12,5 случая на 100 тысяч населения). Доля ВИЧ-инфицированных среди впервые выявленных больных туберкулезом увеличилась до 13,6% (2017 год — 11,0%; 2016 год — 10,3%). Заболеваемость туберкулезом среди ВИЧ-инфицированных составила в 2018 году 2406,9 случая на 100 тысяч ЛЖВ, рост на 4,8% (2017 год — 2296,5 случая на 100 тысяч ВИЧ-инфицированных), (РФ 2017 год — 1779,6; 2018 год — 1764,3 случая на 100 тысяч ВИЧ-инфицированных).

В 2018 году показатель заболеваемости внеторакальными формами туберкулеза уменьшился на 6,7% и составил 1,4 случая на 100 тысяч населения (2016 год — 2,0; 2017 год — 1,5 на 100 тысяч). Всего выявлено 26 случаев внеторакальных форм туберкулеза, из них 22 случая — костно-суставной туберкулез, 3 случая — мочеполовой туберкулез, 1 случай — туберкулез периферических лимфоузлов.

В 2018 году показатель распространенности туберкулеза составил 291,6 случая на 100 тысяч населения, по сравнению с прошлым годом отмечается снижение показателя на 12,5% (2016 год — 371,9; 2017 год — 333,4 случая на 100 тысяч). Всего на конец 2018 года состояло на диспансерном учете в системе Минздрава 5372, в целом по краю — 8680 больных активным туберкулезом. На показатель распространенности влияют, как объективные причины в виде увеличения доли больных туберкулезом с множественной лекарственной устойчивостью возбудителя, и, как следствие, более длинными сроками наблюдения, так и недостаточная работа противотуберкулезной службы по увеличению эффективности лечения больных и организации текущего наблюдения за больными, что приводит к задержке пациентов в группах больных активным туберкулезом. [3,6] В 2017–2018 году снижение показателя распространенности стало возможным благодаря активизации кураторской деятельности с целью пересмотра контингентов больных туберкулезом.

По сравнению с прошлым годом в контингентах больных ТОД доля бактериовыделителей увеличилась на 1,5% и составила 39,5% (2017 год — 38,0%; 2016 год — 40,0%), доля деструктивного туберкулеза легких незначительно выросла к уровню 2017 года — 44,6% (2016 год — 43,3%; 2017 год — 43,2%).

Распространенность туберкулеза с МЛУ в 2018 году уменьшилась на 7,0% по сравнению с 2017 годом и составила 45,3 случая на 100 тысяч населения (2016 год — 52,7; 2017 год — 48,7 случая на 100 тысяч населения). В то же время доля МЛУ в контингентах бактериовыдели-

Таблица 2. Динамика смертности населения от туберкулеза

территории	показатели на 100 тыс. нас. ф№ 33				Динамика показателей(%)
	2017		2018		
	абс	пок	абс	пок	
1.Арсеньев	9	17,0	8	15,2	-10,5%
2.Артем	16	13,8	20	17,2	24,6%
3.Б.Камень	5	12,5	7	17,7	41,6%
4.Владивосток	62	9,8	53	8,4	-14,2%
5.Дальнегорск	9	20,7	11	25,6	23,7%
6.Дальнереченский го	4	10,3	11	28,7	178,6%
7.Лесозаводск	13	29,8	17	39,3	31,9%
8.Находка	29	18,9	28	18,5	-2,1%
9.Партизанск	27	59,7	23	51,2	-14,2%
10.Спасск	12	29,0	8	19,5	-32,8%
11.Уссурийский го	38	19,4	28	14,2	-26,8%
12.Фокино	7	22,2	4	12,7	-42,8%
13.Анучинский	2	14,9	0	0,0	-100,0%
15.Кавалеровский	6	24,6	6	24,9	-1,2%
16.Кировский	2	10,5	4	21,2	101,9%
17.Красноармейский	3	17,7	6	35,8	102,2%
18.Лазовский	2	15,4	1	7,7	-50,0%
19.Михайловский	7	22,9	5	16,7	-27,1%
20.Надеждинский	6	15,5	8	20,7	33,5%
21.Октябрьский	13	46,9	10	36,5	-22,2%
22.Ольгинский	3	31,3	0	0,0	-100,0%
23.Партизанский	9	30,4	10	33,9	11,5%
24.Пограничный	3	13,3	3	13,3	0
25.Пожарский	1	3,5	11	38,8	1008,6%
26.Спасский	7	24,9	10	35,9	44,2%
27.Тернейский	1	8,7	1	8,9	2,3%
29.Ханкайский	10	44,6	8	36,1	-19,0%
30.Хасанский	8	25,1	4	12,8	-49,0%
31.Хорольский	7	25,2	4	14,6	-42,1%
32.Черниговский	13	38,8	17	51,3	32,2%
33.Чугуевский	5	21,8	5	22,0	0,9%
34.Шкотовский	6	24,6	8	33,0	34,1%
35.Яковлевский	7	48,9	6	42,6	-12,9%
Всего по краю	288	15,5	291	15,8	1,9%
Ф № 8	370	19,2	349	18,2	-5,2%

телей нарастает с 36,3% в 2016 году до 40,6% в 2018 году. Распространенность XDR TB уменьшилась по сравнению с 2017 годом на 15,0% до 9,6 случая на 100 тысяч населения (2017 год — 11,3 на 100 тысяч). Доля XDR TB в контингентах бактериовыделителей МЛУ ТБ — 21,1% (2017 год — 23,2%).[4]

Распространенность ФКТ легких снизилась в 2018 году на 13,2% по сравнению с 2017 годом и составила 42,9 случая на 100 тысяч населения (2016 год — 52,2; 2017 год — 49,4 случая на 100 тысяч населения). Доля ФКТ в контингентах больных туберкулезом лег-

ких существенно не меняется на протяжении трех лет, в 2018 году — 14,7% (2016 год — 15,0%; 2017 год — 15,9%).

Ежегодно увеличивается доля больных с сочетанной инфекцией (ВИЧ и туберкулез). В 2018 году удельный вес данной категории больных в контингентах составил 9,2% (2016 год — 7,5%; 2017 год — 8,0%). Распространенность сочетанной инфекции ВИЧ+ТБ незначительно увеличилась до 26,7 случаев на 100 тысяч населения в 2017 году (2016 год — 27,9; 2017 год — 26,6 случая на 100 тысяч населения).

Инвалидность — социальная недостаточность вследствие нарушения здоровья со стойким расстройством функций организма, приводящая к ограничению жизнедеятельности и необходимости социальной защиты.

В 2018 году 1085 пациентов имели инвалидность по причине туберкулеза, показатель составил 56,6 случая на 100 тысяч населения (2016 год — 1135/58,8; 2017 год — 1066/55,3).

Одним из наиболее информативных показателей для оценки эпидемической обстановки с туберкулезом является показатель смертности, который позволяет судить о работе по своевременному выявлению и эффективности лечения больных туберкулезом.

Показатель территориальной смертности от туберкулеза в 2018 году (Росстат) практически не изменился по сравнению с уровнем 2017 года и составил 19,1 случая на 100 тысяч населения (2017—19,2; 2016—22,6 на 100 тысяч населения). Фактически по данным Росстата в 2018 году умерло от туберкулеза 366 человек (2017—364 человека), сохраненных жизнью нет. По данным ПКПД в 2018 году от активного туберкулеза умерло 349 человек (2017 год — 370 человек), показатель смертности — 18,2 случая на 100 тысяч населения, снижение к уровню 2017 года 5,2% (2017—19,2; 2016—22,6 на 100 тысяч населения). Сохраненных жизнью — 21 человек. Доля смертельных исходов от активного туберкулеза занимает 1,4% в структуре общей смертности по субъекту.

Показатель смертности от туберкулеза сельского населения превысил показатель смертности городского населения в 1,6 раза и в 2018 году составил 25,8 случаев на 100 тысяч населения (2017 год — 25,6 случая на 100 тысяч населения, увеличение на 0,8% в 2018 году, 2016 год — 36,2). Показатель смертности городского населения — 15,9 случая на 100 тысяч населения (2017 год — 17,3 случая на 100 тысяч населения, снижение на 8% в 2018 году, 2016 год — 18,5). Значительно более высокий показатель смертности сельского населения свидетельствует о недостаточном уровне медицинской помощи на селе.

В структуре смертности большинство составляют больные трудоспособного возраста. В 2018 году этот показатель 284 человека (81,4%) (2017 год — 302 человека (81,6%), 2016 год — 326 человек (74,7%)). Показатель смертности трудоспособного населения в 2018 году составил 25,6 случаев на 100 тысяч населения, что на 3,0% меньше, чем в 2017 году (2017 год — 26,8; 2016 год — 28,5 случая на 100 тысяч населения).

Смертность мужского населения от туберкулеза традиционно выше смертности женского населения:

в 2018 году мужчины составили 268 человек (29,2 случая на 100 тысяч населения), женщины 81 человек (8,1 случая на 100 тысяч населения), (в 2016 году мужчины составили 355 человек (38,4), женщины 81 человек (8,1), в 2017 году мужчины — 295 человек (32,0), женщины — 75 человек (7,5)). Снижение показателя смертности в 2018 году по сравнению с уровнем 2017 года составило 9,0% для мужского населения, прирост 9,4% для женского населения. Среди всех умерших за 2018 год мужчины составили 76,8%, женщины — 23,2%, что примерно соответствует распределению между полами лиц, заболевших туберкулезом.

В 2016 году случаев детской и подростковой смертности от туберкулеза в Приморском крае не регистрировалось. В 2018 году зарегистрирован 1 смертельный случай у ребенка дошкольного возраста (показатель смертности 0,3 на 100 тысяч детского населения). При разборе установлено, что ребенок выявлен в 2017 году, в течение 7 месяцев проводилась адекватная противотуберкулезная терапия по поводу туберкулезного менингоэнцефалита, с регрессией специфического процесса, развитием гидроцефалии и отека головного мозга.

В 2018 году от туберкулеза на дому умерло 100 человек — 28,6% от всех умерших от туберкулеза (2017 год — 111/30,0%), в туберкулезном стационаре 188 человек — 53,9% (2017 год — 202/54,6%), в стационарах ОЛС 37 человек — 10,6% (2017 год — 33/8,9%), в другом месте — 24 человека — 6,8% (2017 год — 24/6,5%).

В 2018 году из числа умерших от туберкулеза умерло больных с сочетанием ВИЧ+туберкулез 12 человек, доля среди всех умерших от туберкулеза составила 4,8% (2017 год — 27 человек/10,6%; 2016 год — 21 человек/7,1%). Из числа умерших от других причин, умерло с сочетанием ВИЧ+туберкулез, 117 человек, доля среди всех умерших от других причин составила 30,1%. Показатель смертности больных с сочетанием ВИЧ+туберкулез в 2018 году составил 7,0 случаев на 100 тысяч населения, что на 4,3% больше, чем в 2017 году (2017 год — 6,7; 2016 год — 4,8 случая на 100 тысяч населения).

Доля больных умерших от туберкулеза с множественной лекарственной устойчивостью возбудителя в 2018 году не изменилась по сравнению с 2017 годом и составила 34,7% — 121 человек (2016 год — 122/28%, 2017 год — 128/34,6%).

В клинической структуре умерших от туберкулеза 98,5% составили больные хроническими и распространенными формами туберкулеза. Средний срок дожития до смертельного исхода у больных туберкулезом в 2018 году составил 6,5 лет. При этом одногодичная летальность от туберкулеза больных впервые выявленных

в предыдущем году увеличилась с 3,2% в 2017 году до 3,5% в 2018 году. Также возросла летальность от туберкулеза контингентов больных туберкулезом с 3,9% в 2017 году до 4,3% в 2018 году (2016 год — 4,5%). Непосредственными причинами смерти больных туберкулезом являются прогрессирование хронических неспецифических осложнений длительно текущего туберкулезного процесса: хроническое легочное сердце, профузное легочное кровоотечение, белково-энергетическая недостаточность. Сопутствующую патологию имели 93% умерших (вирусные гепатиты, цирроз печени, ХНЗЛ, сахарный диабет, заболевания желудочно-кишечного тракта, ВИЧ-инфекция), что в значительной мере затруднило проведение адекватной химиотерапии и применение хирургических методов лечения туберкулеза. [7] Более 85% больных, умерших от туберкулеза, относились к категории социально недостаточных лиц, с неблагоприятным семейным окружением, не имеющих постоянного места работы, имеющих зависимость от алкоголя и ПАВ. [2]

Показатель смертности впервые выявленных больных до 1 года наблюдения у фтизиатра указывает на недостатки в работе по раннему выявлению туберкулеза в медицинских учреждениях ОЛС. В 2018 году показатель смертности от туберкулеза впервые выявленных больных до одного года наблюдения у фтизиатра уменьшился на 7,4% к уровню 2017 года и составил 2,5 случая на 100 тысяч населения, всего 46 человек (2016 год — 2,4/45 человек, 2017 год — 2,7/50 человек). Таким образом, доля умерших впервые выявленных больных составила 18,3% от всех умерших от туберкулеза (2017 год — 19,5%, 2016 год — 15,3%).

В 2017 году умерло от туберкулеза 43 человека, диагноз которым установлен посмертно (2017 год — 39/2,0 случая на 100 тысяч населения, 2016 год — 57/3,0 случая на 100 тысяч населения). Показатель посмертной диагностики по сравнению с 2017 годом увеличился на 10,0% и составил 2,2 случая на 100 тысяч населения.

Снижение показателя распространенности туберкулеза, обусловленное повышением эффективности терапии туберкулеза, способствовало снижению опасности экзогенной суперинфекции и уменьшению заболеваемости туберкулезом, В тоже время отмечается

тревожная тенденция к нарастанию туберкулеза с МЛУ. Одними из причин высоких цифр заболеваемости и смертности от туберкулеза на территории Приморского края являются: высокая бактериальная нагрузка на население ввиду накопления значительного количества больных туберкулезом в годы интенсивного роста заболеваемости (период 2002–2009 годы), недостаточная работа учреждений первичной медицинской помощи по выявлению больных туберкулезом, большое число отрывов от лечения и низкая эффективность лечения больных туберкулезом, отсутствие мер социальной поддержки больных, слабая материально-техническая база противотуберкулезных учреждений, что снижает мотивацию больных к лечению. Высокая доля инвалидов (20,2%) в контингентах больных активным туберкулезом указывает на недостаточную результативность лечения и организацию диспансерного наблюдения больных туберкулезом. Показатель распространенности туберкулеза недостаточно объективен для оценки эпидемиологической ситуации, тем не менее, он определяет количество учтенных больных с активным туберкулезом, в том числе накопление бактериовыделителей, больных с тяжелыми формами туберкулеза (ФКТ, МЛУ), также он важен для оценки эффективности проводимых противотуберкулезных мероприятий и качества диспансерной работы. Рост заболеваемости ВИЧ-инфекции + туберкулез.

Основные эпидемиологические показатели туберкулеза в Приморском крае, несмотря на некоторое снижение, превышают данные по РФ в 2,0–2,5 раза, нарастают показатели туберкулеза с МЛУ. В сложившихся условиях только дальнейшая интеграция и преемственность в работе фтизиатрической службы и общей лечебной сети могут способствовать улучшению территориальных эпидемиологических показателей по туберкулезу в Приморском крае. Позднее выявление туберкулеза на муниципальном уровне, обусловленное неправильным планированием и проведением профилактических осмотров в различных группах населения. Важное значение в повышении показателей своевременного выявления туберкулеза среди населения имеет первоочередное максимальное привлечение к обследованию лиц, не проходивших флюорографическое обследование более двух лет, в первую очередь социальных групп риска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Краснов В. А. Влияние отдельных демографических и географических факторов на оказание противотуберкулезной помощи в регионах Сибири и Дальнего Востока // Туберкулез и болезни лёгких. — 2012. — № 8. — С. 10–16.
2. Краснов В. А., Чернышев В. М., Стрельченко О. В. Факторы, препятствующие улучшению ситуации по туберкулезу в субъектах Сибирского федерального округа. // Туберкулез и болезни легких — 2012 — № 8, с. 8–14.
3. Мотанова Л. Н., Лавренко В. В., Оценка ситуации по туберкулезу в Приморском крае за последние 14 лет (2003–2016) // Pacific Medical Journal, 2017, No. 4, p. С. 74–76

4. Матинян Н. С., Скачкова Е. И. Множественная лекарственная устойчивость микобактерий туберкулёза как глобальная проблема общественного здоровья // Бюл. Программы ВОЗ по борьбе с туберкулёзом в РФ. — Вып. 8. — М., 2008.
5. Мотанова Л. Н., Зубова Е. Д. Значение массовой туберкулинодиагностики в выявлении туберкулеза органов дыхания у детей различных возрастных групп. Тихоокеанский медицинский журнал, 2012, № 4, с 54–56
6. Мурашкина Г. С., Алексеева Т. В., Новикова Н. М., Ревякина О. В., Силайкина С. Т. Эпидемическая ситуация по туберкулезу в Дальневосточном Федеральном округе в 2003–2008 г.г. // Туберкулез и болезни легких, 2011, № 1, с. 10–16.
7. Сон И. М., Леонов С. А., Сельцовский П. П. Оценка эпидемической ситуации по туберкулёзу и анализ деятельности противотуберкулёзных учреждений: пособие для фтизиатров и пульмонологов. — М., 2007. — 64 с.

© Лавренюк Владимир Валерьевич (lavrenyuk_90@bk.ru), Рязанова Елена Витальевна (ryazanova_14@bk.ru),

Лунева Марина Анатольевна (rjanikova75@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Тихоокеанский государственный Медицинский Университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ РЕЗОРБИРОВАННОГО УЧАСТКА С ПОМОЩЬЮ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ИРРИГАЦИИ

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PROCESSING QUALITY OF THE RESORBED AREA USING VARIOUS IRRIGATION METHODS

**Yu. Loos
I. Makeeva**

Summary. Objective: to conduct a comparative analysis of the quality of irrigation treatment of the resorbed area using various solutions and activation methods. Methods: 192 samples were used, of which 96 were samples of channels of direct type and 96 — curved. Four types of solutions were used: distilled water (n = 48), H₂O₂ (n = 48), NaCl 3.25% (n = 48) and NaCl 5% (n = 48). Results: it is shown that the efficiency of irrigation differs significantly depending on the types of channels (straight or curved), moreover, the quality indicators of irrigation are significantly lower for a curved channel than for a straight one; distilled water and H₂O₂ have low quality of irrigation and do not differ from each other in front, at the side or average optical density; in this regard, when choosing between irrigation solutions, distilled water and H₂O₂ showed low efficiency. Conclusion: it was revealed that the method of activation of the irrigation of solution significantly affects the efficiency of the medical treatment channel and resorbed area.

Keywords: resorption, treatment, irrigation, quality, teeth.

Лоос Юлия Германовна

Аспирант, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова
Министерства здравоохранения России
loos82@list.ru

Макеева Ирина Михайловна

Д.м.н., профессор, ФГАОУ ВО Первый МГМУ
им. И. М. Сеченова Минздрава России
ivanovayuliya100@yandex.ru

Аннотация. Цель: провести сравнительный анализ качества ирригационной обработки резорбированного участка с помощью различных растворов и методов активации. Метод: были использованы 192 образца, из которых 96 были образцами каналов прямого типа и 96 — изогнутого. Применялось четыре вида растворов: дистиллированная вода (n=48), H₂O₂ (n=48), NaCl 3,25% (n=48) и NaCl 5% (n=48). Результат: показано, что эффективность ирригации существенно различается в зависимости от типов каналов (прямой или изогнутый), причем показатели качества ирригации существенно ниже для изогнутого канала, чем для прямого, дистиллированная вода и H₂O₂ имеют низкие показатели качества ирригации и не различаются между собой спереди, сбоку или по средней оптической плотности, при выборе между ирригационными растворами, дистиллированная вода и H₂O₂ продемонстрировали низкую эффективность. Выводы: выявлено, что способ активации ирригационного раствора существенно влияет на эффективность медикаментозной обработки канала и резорбированного участка.

Ключевые слова: резорбция, обработка, ирригация, качество, зубы.

Введение и новизна

Известно, что для улучшения качества эндодонтического лечения в настоящее время разработаны различные эндодонтические инструменты для обработки корневых каналов (NiTi инструменты, Gentlefile, SAF), различные растворы и методы их активации [1, с. 45; 2, с. 40; 3, с. 928; 4, с. 42]. В связи с этим, возникает вопрос о необходимости проведения оценки качества медикаментозной обработки различными растворами и методами активации резорбированного участка в корневом канале [5, с. 279; 6, с. 41; 7, с. 31].

Цель работы

провести сравнительный анализ качества ирригационной обработки резорбированного участка с помощью различных растворов и методов активации.

Методика исследований

Для достижения цели в отношении сравнения видов медикаментозной обработки, выявления наиболее эффективных способов ирригации корневого канала и резорбированных участков в исследовании использованы изготовленные в 3D лаборатории эндоблоки с двумя типами каналов (прямым и изогнутым) с участком, имитирующем внутрикорневую резорбцию. Полость искусственного канала и резорбции предварительно была окрашена красителем, чувствительным к воздействию исследуемых ирригационных растворов. После проведения ирригации просвет корневого канала в области резорбции в двух проекциях был исследован прибором. Денситометр цифровой DD5005–220 для оценки прозрачности канала. Эндоблоки были установлены на негатоскоп, изучалось количество пропускаемого света, за ноль взят свет негатоскопа, излучаемый без

Таблица 1. Характеристика типа канала

Показатель, ед	Тип канала		Уровень р
	Прямой (n=96)	Изогнутый (n=96)	
Другие			
Оптическая плотность спереди	0,733 ± 0,272	0,886 ± 0,188	0,0001
Оптическая плотность сбоку	0,731 ± 0,273	0,894 ± 0,212	0,0001
Средняя оптическая плотность	0,732 ± 0,272	0,890 ± 0,196	0,0001

Таблица 2. Характеристика раствора

Показатель, ед	Раствор, (n=48)				Уровень р (df=3)
	Дистиллированная вода	H2O2	NaCl 3,25%	NaCl 5%	
Оптическая плотность спереди	1,020 ± 0,080	0,957 ± 0,109	0,683 ± 0,198	0,578 ± 0,223	<0,0001
Оптическая плотность сбоку	1,035 ± 0,150	0,954 ± 0,112	0,688 ± 0,195	0,573 ± 0,224	<0,0001
Средняя оптическая плотность	1,028 ± 0,104	0,956 ± 0,110	0,686 ± 0,196	0,576 ± 0,223	<0,0001

Таблица 3. Уровни статистической значимости р по эффективности раствора

Показатель, ед	Уровень р					
	Дистиллированная вода			H2O2		NaCl 3,25% — NaCl 5%
	H2O2	NaCl 3,25%	NaCl 5%	NaCl 3,25%	NaCl 5%	
Оптическая плотность спереди	0,2751	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,4825
Оптическая плотность сбоку	0,2960	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,4605
Средняя оптическая плотность	0,2638	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,4920

препятствий. Были использованы 192 образца, из которых 96 были образцами каналов прямого типа и 96 — изогнутого. Применялось четыре вида растворов: дистиллированная вода (n=48), H2O2 (n=48), NaCl 3,25% (n=48) и NaCl 5% (n=48). По способу активации ирригационного раствора в исследовании применялись: ирригация с применением иглы эндодонтической gauge 27, иглы Navitip gauge 29 (Ultradent), звуковой активации EndoActivator Yellow (25,15/02), EndoActivator Red (25,25/04), EndoActivator Blue (25,35/04), пассивной ультразвуковой активации с помощью насадки Эндачак со стальными иглами 15 и 20 размера по ISO, SAF. После проведения ирригации проводилось исследование оптической плотности в области участка искусственной резорбции. Анализ сравнения показателей в случае двух зависимых выборок производился на основе непараметрического критерия Вилкоксона.

Данные экспериментов, общий анализ, обобщение полученных результатов и их разъяснение

Нами был проведен подробный анализ оптической плотности (эффективности вымывания красителя)

по двум измеренным показателям (спереди и сбоку) и по усредненному между ними значению. В таблице 1 представлены результаты статистического анализа сравнения различных значений типа канала по оптической плотности.

Исходя из данных таблицы 1 представляется возможным заключить, что эффективность существенно различается для выделенных двух типов каналов, причем все показатели оптической плотности существенно выше для изогнутого канала, чем для прямого (в среднем, на 0,15 ед.). Соответственно качество ирригации в таких каналах существенно ниже.

В таблицах 2 и 3 представлены результаты статистического анализа сравнения различных значений растворов по оптической плотности.

По данным таблиц 2 и 3 можно сделать вывод о том, что по эффективности (оптической плотности) все исследуемые растворы делятся на две категории. В одну категорию входят дистиллированная вода и H2O2, которые имеют высокие значения оптической плотности (0,96–1,03) и не различаются между собой спере-

Таблица 4. Характеристика способов активации ирригационного раствора

Показатель, оптическая плотность, ед	Способ активации ирригационного раствора, М ± S, (n=24)								Уровень p (df=6)
	Иглы эндодонтические ga27	Navitip gauge29 (Ultradent)	Звуковая активация EndoActivator			УЗ активация		SAF	
			Yellow 25,15/02	Red (25,25/04)	Blue (25,35/04)	диам. 15	диам. 20		
спереди	0,958 ± 0,149	0,957 ± 0,146	0,845 ± 0,203	0,829 ± 0,197	0,813 ± 0,204	0,640 ± 0,292	0,611 ± 0,290	0,822 ± 0,220	<0,0001
сбоку	0,956 ± 0,147	0,990 ± 0,243	0,840 ± 0,207	0,829 ± 0,199	0,811 ± 0,194	0,632 ± 0,289	0,614 ± 0,290	0,828 ± 0,223	<0,0001
средняя	0,957 ± 0,148	0,974 ± 0,182	0,843 ± 0,204	0,829 ± 0,198	0,812 ± 0,199	0,636 ± 0,290	0,613 ± 0,290	0,825 ± 0,221	<0,0001

Таблица 5. Характеристика типов канала отдельно для каждого раствора

Показатель, оптическая плотность ед	Группы растворов	Тип канала, М ± S		Уровень p
		Прямой	Изогнутый	
спереди	Дистиллированная вода	0,971 ± 0,087	1,070 ± 0,015	0,0004
сбоку		0,966 ± 0,085	1,103 ± 0,170	0,0001
средняя		0,969 ± 0,086	1,086 ± 0,087	0,0004
спереди	H2O2	0,935 ± 0,114	0,978 ± 0,101	0,0076
сбоку		0,935 ± 0,124	0,974 ± 0,098	0,0030
средняя		0,935 ± 0,118	0,976 ± 0,098	0,0066
спереди	NaCl 3,25%	0,589 ± 0,190	0,777 ± 0,159	0,0020
сбоку		0,595 ± 0,189	0,781 ± 0,156	0,0019
средняя		0,592 ± 0,189	0,779 ± 0,157	0,0020
спереди	NaCl 5%	0,436 ± 0,184	0,720 ± 0,160	<0,0001
сбоку		0,428 ± 0,182	0,718 ± 0,158	<0,0001
средняя		0,432 ± 0,183	0,719 ± 0,159	<0,0001

ди (p=0,2751), сбоку (p=0,2960) и средней оптической плотности (p=0,2638). В связи с этим, при выборе между ирригационными растворами, дистиллированная вода и H2O2 продемонстрировали неэффективное вымывание красителя и низкое качество ирригации. В другую категорию входят такие растворы как NaCl 3,25% и NaCl 5%, которые имеют низкие значения оптической плотности (0,68–0,69), а значит показывают высокую эффективность при ирригации и не различаются между собой по оптической плотности спереди (p=0,4825), сбоку (p=0,4605) и средней оптической плотности (p=0,4920), что говорит о том, что можно без потери эффективности использовать более слабый раствор. При этом две выделенные категории (дистиллированная вода с H2O2 и NaCl 3,25% с NaCl 5%) статистически значимо различаются для каждого показателя, входящего в них.

В таблице 4 представлены результаты статистического анализа сравнения различных значений способов активации ирригационного раствора по оптической плотности.

Выявлено, что способ активации ирригационного раствора влияет на эффективность. Однако, градация по эффективности плавная: наибольшими значениями оптической плотности и низким качеством ирригации характеризуются способы ирригации иглой эндодонтической gauge 27» и эндодонтической иглой Navitip gauge 29 (Ultradent), которые не отличаются друг от друга, однако показатели оптической плотности значительно выше (качество ирригации соответственно ниже), чем после способов пассивной активации ультразвуковым наконечником 15 и 20 размера по ISO. Средними значениями оптической плотности (около 0,8 ед.) характеризуются способы звуковой активации с помощью EndoActivator (Yellow (25,15/02), Red (25,25/04) и Blue (25,35/04)). Наименьшими значениями оптической плотности и максимально высоким качеством ирригации (приблизительно 0,6 ед.) характеризуется метод пассивной ультразвуковой активации, с использованием насадок размера 15 и 20 по ISO, результаты применения которых статистически практически не отличаются друг от друга, качество ирригации при применении игл 15 и 20 размера практически не отличается.

Таблица 6. Характеристика типов канала для разных способов активации ирригационного раствора

Показатель, оптическая плотность, ед	Тип канала, М ± S		Уровень р
	Прямой	Изогнутый	
Ирригация негатив иглы эндодонтические ga 27			
спереди	0,916 ± 0,186	1,001 ± 0,088	0,4121
сбоку	0,910 ± 0,184	1,002 ± 0,083	0,2676
средняя	0,913 ± 0,185	1,001 ± 0,086	0,4302
Ирригация негатив Navitip gauge29 (Ultradent)			
спереди	0,915 ± 0,176	0,999 ± 0,098	0,1375
сбоку	0,915 ± 0,183	1,066 ± 0,278	0,1467
средняя	0,915 ± 0,179	1,032 ± 0,171	0,0989
Звуковая активация EndoActivator Yellow (25,15/02)			
спереди	0,754 ± 0,227	0,937 ± 0,126	0,0375
сбоку	0,751 ± 0,237	0,929 ± 0,126	0,0374
средняя	0,752 ± 0,232	0,933 ± 0,126	0,0376
Звуковая активация EndoActivator Red (25,25/04)			
спереди	0,747 ± 0,228	0,911 ± 0,122	0,0644
сбоку	0,749 ± 0,233	0,908 ± 0,122	0,1486
средняя	0,748 ± 0,230	0,910 ± 0,121	0,0829
Звуковая активация EndoActivator Blue (25,35/04)			
спереди	0,739 ± 0,235	0,888 ± 0,139	0,0997
сбоку	0,740 ± 0,224	0,883 ± 0,133	0,0935
средняя	0,740 ± 0,229	0,885 ± 0,136	0,0937
УЗ активация диам. 15			
спереди	0,537 ± 0,308	0,742 ± 0,246	0,0493
сбоку	0,522 ± 0,300	0,742 ± 0,240	0,0529
средняя	0,529 ± 0,304	0,742 ± 0,243	0,0528
УЗ активация диам. 20			
спереди	0,513 ± 0,298	0,709 ± 0,258	0,0831
сбоку	0,518 ± 0,299	0,711 ± 0,257	0,1056
средняя	0,515 ± 0,298	0,710 ± 0,257	0,0941
SAF			
спереди	0,743 ± 0,254	0,902 ± 0,151	0,0831
сбоку	0,743 ± 0,254	0,913 ± 0,154	0,0375
средняя	0,743 ± 0,253	0,908 ± 0,151	0,0734

В таблице 5 представлены результаты статистического анализа сравнения различных значений типов канала по оптической плотности.

Анализ таблицы 5 позволил определить, что результаты сравнения качества ирригации каналов разного типа подтверждаются для таких растворов как NaCl (независимо от концентрации) и дистиллированная вода: все показатели эффективности (спереди, сбоку и среднее значение) для обоих каналов различаются статистически значимо, причем оптическая плотность существенно выше, а качество ирригации соответственно ниже для изогнутого канала, чем для прямого.

В таблице 6 изображены результаты статистического анализа сравнения различных значений типов канала

для разных способов активации ирригационного раствора по количественным переменным.

На основании таблицы 6 можно сделать вывод о том, что существенные статистические различия по оптической плотности между каналами получены при способах простого введения ирригационного раствора с помощью эндодонтических игл и пассивной ультразвуковой активации.

Выводы

Показано, что эффективность ирригации существенно различается в зависимости от типов каналов, причем все показатели оптической плотности существенно выше для изогнутого канала, чем для прямого (в сред-

нем, на 0,15 ед.), качество ирригации соответственно ниже. Дистиллированная вода и H₂O₂ имеют высокие значения оптической плотности (0,96–1,03) и не различаются между собой спереди, сбоку и средней оптической плотности. В связи с этим, при выборе между ирригационными растворами, дистиллированная вода и H₂O₂ продемонстрировали низкую эффективность. Растворы NaCl 3,25% и NaCl 5% имеют низкие значения оптической плотности и не различаются между собой спереди, сбоку ($p=0,4605$) и по средней оптической плотности, что говорит о том, что качество ирригации при их применении высокое и можно без потери эффективности использовать более слабый раствор. По результатам проведенного анализа сравнения семи способов активации ирригационного раствора можно сделать вывод о том, что способ активации ирригационного раствора влияет на эффективность. Однако, градация по эффективности плавная: наибольшими значениями оптической плотности, соответственно са-

мым низким качеством ирригации, характеризуются способы введения раствора эндодонтическими иглами gauge 27 и Navitip gauge 29 (Ultradent)» (около 1 ед.), которые не отличаются друг от друга. Наименьшими значениями оптической плотности и максимально высоким качеством ирригации (приблизительно 0,6 ед.) характеризуется метод пассивной ультразвуковой активации, с использованием насадок размера 15 и 20 по ISO, результаты применения которых статистически практически не отличаются друг от друга, качество ирригации при применении игл 15 и 20 размера практически не отличается.

Средними значениями оптической плотности (приблизительно 0,8 ед.) характеризуется метод звуковой активации с помощью прибора EndoActivator» (исследовались насадки Yellow (25,15/02), Red (25,25/04) и Blue (25,35/04), которые статистически значимо не различаются по эффективности между собой).

ЛИТЕРАТУРА

1. Геранин С. И. Активация ирригационных растворов в эндодонтической практике / С. И. Геранин // ДентАрт. — 2013. — № 1. — С. 45–54.
2. Николаев А. И., Петрова Е. В. Электроодонтодиагностика: учебное пособие / Под ред. А. И. Николаева, Е. В. Петровой // М.: МЕДпресс-информ. — 2014.
3. Николаев А. И., Цепов Л. М. Практическая терапевтическая стоматология: учебное пособие. — 9-е изд. — М.: МЕДпресс-информ, 2013. — 928 с.
4. Физические факторы в комплексной диагностике и лечении стоматологических заболеваний / Н. Я. Молоканов, И. В. Купреева, Н. М. Стефанцов, В. Р. Шашмурина. — Смоленск: СГМА, 2013. — 42 с.
5. Dudeja S., et al. An in vitro comparison of effect on fracture strength, pH and calcium ion diffusion from various biomimetic materials when used for repair of simulated root resorption defects / Journal of Conservative Dentistry. — 2015. — V. 18. — № 4 — P. — 279–283.
6. Emre A., Becen D. Management of a Perforating Internal Re50 Citation: Root Resorption: Challenge to the Endodontist / Acta Scientific Dental Sciences. — 2017. — V. 1. — № 1. — P. — 41–51.
7. Singh O. Root Resorption: Challenge to the Endodontist / International Journal of Dental Research and Oral Sciences. — 2017. — 2. — P. — 31–41.

© Лоос Юлия Германовна (loos82@list.ru), Макеева Ирина Михайловна (ivanovayuliya100@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

ПРОГНОЗ ОРТОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ГЛУБОКИМ ПРИКУСОМ

PROGNOSIS FOR TREATMENT OF ORTHODONTIC PATIENTS WITH DEEP OVERBITE

N. Pilipenko

Summary. The article presents data on the possibility of predicting the results of orthodontic treatment of various forms of deep occlusion on the basis of an analysis of the protocols for determining the severity of morphological disorders and the difficulty of their elimination, and protocols for analyzing X-ray data.

Keywords: orthodontic treatment, deep overbite, morphological abnormalities, growth type, treatment forecast.

Пилипенко Надежда Дмитриевна

Аспирант, ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России
dr.npilipenko@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены данные о возможности прогнозирования результатов ортодонтического лечения различных форм глубокого прикуса на основании анализа протоколов определения степени выраженности морфологических нарушений и степени трудности их устранения и протоколов анализа данных рентгенологических исследований.

Ключевые слова: ортодонтическое лечение, глубокий прикус, морфологические нарушения, тип роста, прогноз лечения.

Частота зубочелюстных аномалий с начала изменения временных зубов до завершения формирования постоянного прикуса по данным различных авторов колеблется в пределах от 50 до 82% [1–2].

Наиболее сложными с точки зрения получения стабильных в течение длительного времени результатов ортодонтического лечения являются вертикальные аномалии прикуса [3].

Эпидемиологии вертикальных аномалий прикуса изучали в разные годы, согласно проанализированным публикациям глубокий прикус встречается в среднем в 51,0 + 1,4% обследованных, причем распространенность глубокого нейтрального прикуса составляет 17,6%, глубокого дистального — 28,9%, а глубокого мезиального — 4,5% [4, 5].

Глубокий прикус — зубочелюстная аномалия, которая кроме увеличения глубины резцового перекрытия характеризуется сложным комплексом морфологических нарушений эстетики лица и прикуса: уменьшением высоты нижней части лица; изменением размеров и формы зубных рядов; аномалиями расположения отдельных или групп зубов, нарушением соотношения зубных рядов.

Клинические проявления и степень тяжести морфологических, функциональных и эстетических нарушений при глубоком прикусе зависит от его сочетания с аномалиями в сагиттальной (дистальное и мезиальное) и / или трансверзальной плоскости.

Обращения за предоставлением ортодонтической помощи пациентами с глубоким прикусом по данным литературы колеблется в пределах от 18% до 43,4% [3]. За время существования ортодонтии было разработано много различных методов коррекции глубокого прикуса, но несмотря на этот факт универсального метода лечения этой аномалии не существует [2].

По настоящее время остаются актуальными вопросы совершенствования различных методов диагностики глубокого прикуса (клинических, антропометрических, рентгенологических, функциональных), анализ которых создает возможности не только оценки степени морфологических, функциональных и эстетических нарушений, но и прогнозирования результатов лечения.

Цель исследования

Определение прогноза лечения различных форм глубокого прикуса.

Материалы и методы исследования

На основании изучения контрольнодиагностических моделей челюстей (КДМ), ортопантомограмм (ОПТГ) и боковых телерентгенограмм (ТРГ) 152 пациентов с различными формами глубокого прикуса в возрасте от 9 до 27 лет нами разработаны протоколы определения степени трудностей ортодонтического лечения, анализа ОПТГ и боковых ТРГ, с помощью которых определяли прогноз ортодонтического лечения.

Результаты исследования
и их обсуждение

Популярность взрослой ортодонтии в последние годы возросла благодаря более сознательному отношению общества к своему здоровью. Хорошие, ровные, здоровые зубы — это уровень культуры современного человека. За последние годы контингент пациентов, обращающихся к ортодонту, значительно изменился — примерно 40% составляют взрослые пациенты. Независимо от возраста пациентов существуют две цели ортодонтического лечения — создание физиологической окклюзии и улучшения внешнего вида.

Прогноз (от греческого — предвидение) — обоснованное суждение о возможном состоянии объекта в дальнейшем или альтернативных путях и сроках достижения данного состояния. Прогнозирование результатов лечения зубочелюстных аномалий в целом и вертикальных аномалий прикуса — сложный процесс, который зависит от таких факторов как:

- ◆ мотивация к лечению;
- ◆ реактивность ортодонтического пациента с учетом возраста, конституции, типа роста челюстно-лицевой области и т.д.;
- ◆ этиологических факторов, которые способствовали развитию аномалии прикуса, особенно тех, которые действуют и на момент обращения;
- ◆ возможность наследования отдельных признаков строения челюстно-лицевой области;
- ◆ наличие аномалий прикрепления мягких тканей полости рта;
- ◆ расположение языка;
- ◆ степень морфологических, функциональных и эстетических нарушений.

С целью определения степени морфологических нарушений и прогнозирования результатов лечения ортодонтических пациентов с глубоким прикусом широко применяют клинический, биометрический и рентгенологические методы исследования.

С помощью клинического метода исследования (обзор и анализ клинических фотографий), биометрии КДМ челюстей определяли степень проявления эстетических и морфологических нарушений, степень тяжести их устранения, учитывая 9 групп показателей. Так, в группе исправления формы и размеров зубных рядов наиболее сложными считали четырехугольную и седловидную формы, устранение которых оценивалось в 5 баллов, и удлинение или укорочение зубного ряда до 5 мм. Наиболее тяжелым является устранение фронтальной недостаточности более 4 мм и общей недостаточности более 6,5 мм.

При оценке возможности исправления аномалий расположения отдельных и / или групп зубов учитывали количество и группу зубов подлежащих перемещению; направление, вид и величину перемещения в мм; вид опоры, применяемой для перемещения. Наиболее сложными считали перемещения моляров, перемещение корпусное и с поворотом вокруг оси и на расстояние больше чем 5 мм.

Наиболее сложными в плане изменения вертикальных параметров зубочелюстного участка считали зубоальвеолярное удлинение в области боковых зубов более 5 мм; при изменении расположения нижней челюсти — ее дистальное смещение.

Оценку мер по устранению морфологических нарушений при различных формах глубокого прикуса осуществляли по пятибалльной системе. После суммирования баллов определяли степень трудности ортодонтического лечения:

- ◆ лечение I степени трудности (простое лечение) — до 27 баллов;
- ◆ лечение II степени трудности (лечение средней трудности) — от 28 до 40 баллов;
- ◆ лечение III степени трудности (трудное лечение) — от 41 до 54 баллов;
- ◆ лечение IV степени трудности (очень трудное лечение) — от 55 баллов и больше.

Приводим пример прогнозирования результатов ортодонтического лечения пациентки М., 14 лет по оценке клинических фотографий и биометрии КДМ челюстей.

Пациентка М. 14 лет. Диагноз: Глубокий дистальный прикус со скученностью верхних и нижних передних зубов больше III степени, сужение верхнего зубного ряда в области зубов 14–24 на 7,5 мм, в области 16–26 на 6,2 мм, укорочение переднего участка на 2,0 мм, фронтальная недостаточность 9,5 мм; сужение нижнего зубного ряда в области зубов 34–44 на 5,8 мм, в области 36–46 на 6,8 мм, укорочение переднего участка на 5,5 мм, фронтальная недостаточность 11,0 мм.

Пациентка нуждается в лечении IV степени трудности — 69 баллов, планируется комбинированный метод лечения (аппаратурный, хирургический и функциональный), длительность лечения 37 мес., Продолжительность ретенционного периода — в 1,5–2 раза больше продолжительности периода активного ортодонтического лечения.

При анализе результатов рентгенологических методов исследования (ОПТГ и ТРГ) основное внимание уделялось оценке вертикальных параметров челюстно-лицевой области и определению типа роста (рис. 1,

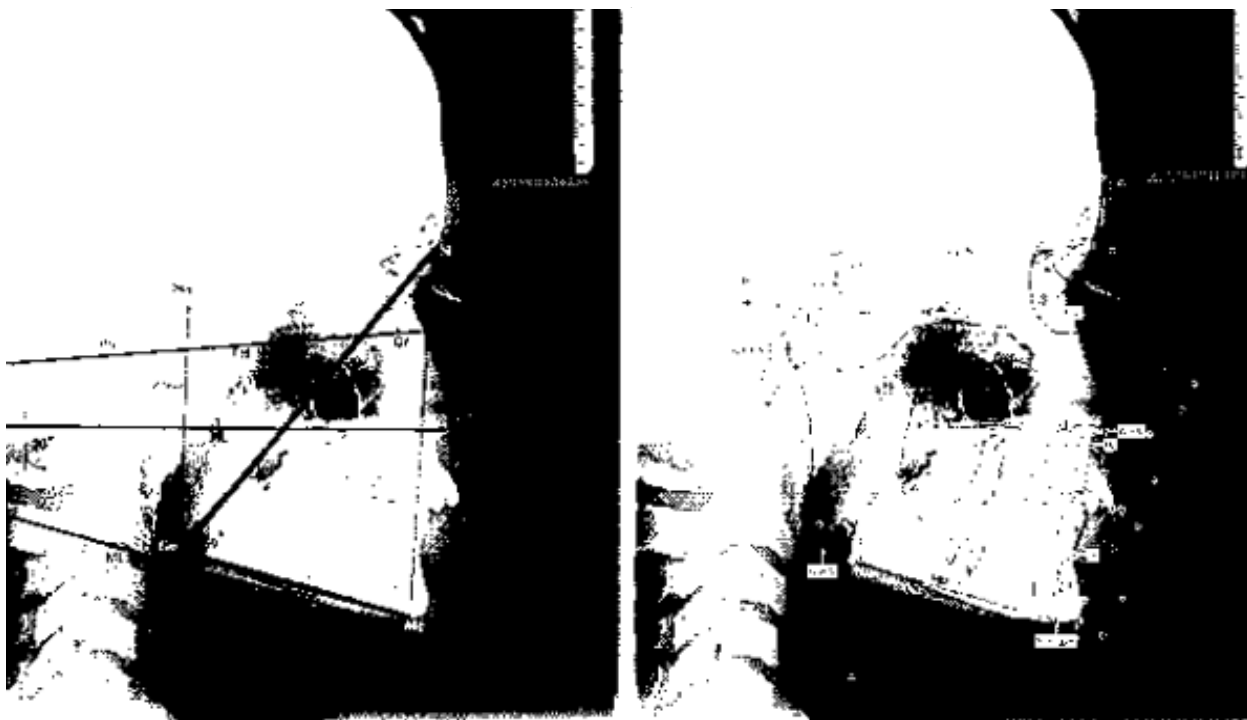


Рис. 1. Анализ боковой ТРГ с контрастированием языка: нормальное соотношение высоты средней и нижней части лица, длины тела и высоты ветви нижней челюсти; соединительная форма глубокого дистального прикуса; комбинированный тип роста (нейтральный и вертикальный); низкое расположение спинки языка, расположение кончика языка между первым клыком и премоляром
Прогноз лечения благоприятный при условии изменения положения языка.



Рис. 2. Анализ ОПТГ: зубоальвеолярное удлинение в области нижних передних зубов, комбинированный тип роста (нейтральный и вертикальный). Прогноз по изменению высоты прикуса благоприятный вывод

2). Горизонтальный тип роста считают неблагоприятные для лечения глубокого прикуса.

Таким образом, применение протокола «Определение степени трудностей ортодонтического лечения глубокого прикуса» и анализ рентгенологических методов исследования (ортопантомографии и боковой телерент-

генографии с контрастированием языка) позволит количественно оценить морфологические и функциональные изменения, которые происходят в зубочелюстной области, что в свою очередь позволит определить прогноз, продолжительность ортодонтического лечения и сроки ретенционного периода и количество посещений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Персин Л. С. Ортодонтия. Диагностика и лечение зубочелюстных аномалий. — М.: Медицина, 2004. — 356 с.
2. Рубникович С. П., Кузьменко Е. В., Денисова Ю. Л., Богинский О. Ю., Андреева В. А., Тимчук Я. И. Распространенность зубочелюстных аномалий и деформаций среди населения школьного возраста г. Витебска // *Стоматолог*. Минск. — 2018. — № 4 (31). — С. 39–43.
3. Жулев Е. Н., Ершов П. Э., Ершова О. А. Влияние дистального смещения нижней челюсти на развитие постуральной патологии // *Стоматология*. — 2018. — Т. 97. — № 5. — С. 71–74.
4. Хорошилкина Ф. Я. Профилактика и комплексное лечение зубочелюстно-лицевых аномалий и анализ достигнутых результатов /Ф.Я.Хорошилкина // *Матер. VII Междунар. конф. челюстнолицевых хирургов и стоматологов*. — СПб, 2002. — С. 155
5. Фадеев Р. А., Тимченко В. В. Поиск оптимальной окклюзионной плоскости у пациентов с вертикальными зубочелюстными аномалиями// *Институт стоматологии*. — 2016. — № 1 (70). — С. 50–53.

© Пилипенко Надежда Дмитриевна (dr.npilipenko@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России

УЛУЧШЕНИЕ ЛЕЧЕНИЯ АНЕВРИЗМЫ БРЮШНОЙ АОРТЫ ПРИ ПОМОЩИ СТЕНТ ГРАФТА

IMPROVING THE TREATMENT OF ABDOMINAL AORTIC ANEURYSM USING STENT GRAFT

**V. Plechev
V. Ismetov
R. Yusupov**

Summary. Endovascular prosthetics of the abdominal aortic aneurysm (EVPBA) is a minimally invasive treatment method that helps reduce the length of time a patient is in hospital and reduces the risk of systemic complications. Improving the treatment of abdominal aortic aneurysm (ABA) when using graft stent can be achieved by using a device that we patented to solve many problems of vascular surgery (making grafts of any diameter; creating opportunities to form conical spiral venous grafts and reducing intra- and postoperative complications).

Keywords: abdominal aortic aneurysm, endovascular prosthetics of the abdominal aortic aneurysm, stent-grafts.

Плечев Владимир Вячеславович

Башкирский государственный медицинский университет

Ишметов Владимир Шамилович

Башкирский государственный медицинский университет

Юсупов Ринат Хабибович

Аспирант, Башкирский государственный медицинский университет
Yusupov_80@mail.ru

Аннотация. Эндоваскулярное протезирование аневризмы брюшного отдела аорты (ЭВПБА) является малоинвазивным методом лечения, который способствует сокращению сроков пребывания больного в стационаре и обеспечивает снижение риска системных осложнений. Улучшение лечения аневризмы брюшной аорты (АБА) при применении стент графта может быть обеспечено посредством использования устройства, запатентованного нами для решения многих проблем сосудистой хирургии (выполнения графтов любого диаметра; создание возможностей формирования конусовидных спиральных венозных графтов и снижение интра- и послеоперационных осложнений).

Ключевые слова: аневризма брюшного отдела аорты, эндоваскулярное протезирование аневризмы брюшного отдела аорты, стент-графты.

Введение

Согласно Российским и Европейским рекомендациям, аневризма брюшного отдела аорты (АБА) является расширением аорты более 3 см в переднезаднем или поперечном сечении [1].

Согласно данным многочисленных исследований, развитие АБА определяется многими факторами, среди которых первостепенное значение имеют немодифицируемые: пол и возраст; модифицируемые: курение.

Актуальность данной проблемы обусловлена тем, что аневризмы брюшной аорты могут длительное время существовать без каких-либо серьезных симптомов.

В то же время существует высокий риск различных осложнений: при разрыве такой аневризмы возникает сильнейшее кровотечение, которое чаще всего заканчивается летальным исходом. Даже в развитых странах смертность до госпитализации составляет до 40%, а в послеоперационном периоде доходит до 60%.

В настоящее время в хирургическом лечении данной патологии выделяют несколько подходов: открытая опе-

рация, проведение лапароскопии и эндоваскулярного протезирования аневризмы брюшного отдела аорты.

На данный момент важное значение уделено способу ЭВПБА по поводу АБА, который достаточно широко распространен, являясь альтернативой открытой операции и методом выбора для больных с тяжелой сопутствующей патологией, с высоким риском интра- и послеоперационных осложнений [2,3].

Техническая сторона во многом определяется способом формирования проксимального (а при линейном протезировании аорты и дистального) анастомоза, проксимального распространения расширения, плотности аортальной стенки и т.д.

Частота развития послеоперационных осложнений остается весьма высокой как в раннем, так и отделенном послеоперационном периоде (эндолики и их последствия (расширение просвета АБА с возможным разрывом, расширение проксимальной шейки, миграция стент-графта), инфекционно-воспалительные и тромботические осложнения, инфицирование эндографта с формированием вторичной аорто-кишечной фистулы) [1,3].

Поэтому на данном этапе в сосудистой хирургии необходимо способствовать решению следующих задач: расширению возможностей для выполнения графтов любого диаметра; созданию возможностей формирования конусовидных спиральных венозных графтов и снижению интра- и послеоперационных осложнений.

Цель работы

Проанализировать предлагаемую модель, которая может быть использована в хирургии аорты, крупных магистральных артерий, верхней и нижней полых вен, в частности при протезировании и обходном шунтировании сосудов по поводу аневризм и стенозов.

В настоящее время доступны несколько моделей стент-графтов, предназначенных для лечения АБА и различающихся по дизайну, количеству модулей, основе и структуре стента, толщине, порозности, методам прикрепления ткани протеза к стенту и наличию или отсутствию возможности активной фиксации устройства к стенке аорты.

Индивидуальный подбор и калибровка устанавливаемых эндопротезов осуществляются исключительно по данным дополнительных методов инструментальной диагностики, первостепенную роль среди которых отдают мультиспиральной компьютерной томографии с контрастированием [3,4].

Анатомические условия для восприятия стент-графта являются определяющим фактором для выполнения ЭВПБА.

А. В. Покровским с соавторами были изучены данные инструментального обследования 141 больных с АБА, при этом у 42 (29,8%) больных состояние проксимальной шейки или малый диаметр артерий в зоне доступа не позволили бы выполнить ЭВПБА [5]. Большинство исследователей считает, что принципиальное значение для успешного проведения данного оперативного вмешательства имеет техника формирования стент графтов [1,2,4,5].

Известна техника формирования спиральных венозных графтов, суть которой заключается в следующем: первым этапом выделяют аутовену (наружную яремную, большую подкожную и др.), лигируют ее притоки на всем протяжении и производят ее забор, затем продольно вскрывают просвет вены, формируя венозную «ленту», которую спирально обматывают вокруг цилиндрической матрицы необходимого диаметра, после чего непрерывным обвивным швом сшивают прилегающие края витков, завершая тем самым формирование графта, который используют для протезирования или шунтирования сосуда [6].

Данная техника предоставляет возможность сформировать сосудистый протез или шунт необходимого диаметра, используя собственные ткани пациента. Это позволяет достичь точного соответствия диаметров протеза и протезируемого сосуда.

В качестве матрицы для формирования спиральных венозных графтов в данной ситуации используют:

1. Двухпросветную венозную канюлю для аппарата искусственного кровообращения, которая представляет собой полую трубку, с наружным диаметром от 8 до 17 мм;
2. Торакальную дренажную трубку с наружным диаметром от 6,7 до 11,3 мм;
3. Бужи (расширители, дилататоры) Гегара, которые представляют собой металлический стержень разного наружного диаметра от 1,5 до 15 мм с постепенным увеличением диаметра на 0,33–0,66 мм.

Однако, все вышеперечисленные приспособления имеют ряд недостатков.

Во-первых, диаметр крупных сосудов, таких как аорта, верхняя и нижняя полые вены, в норме может достигать 25 мм, и ни одно из этих приспособлений не позволит сформировать спиральный венозный графт такого диаметра. Диаметр формируемого на этих аналогах графта может не соответствовать протезируемому сосуду, что способствует значительному повышению вероятности формирования стеноза в области анастомоза и, как следствие, развитию ишемии дистально расположенных органов и тканей.

Во-вторых, при протезировании большого участка сосуда предпочтительней использовать конусовидный протез для более точного сопоставления протезируемого сосуда с протезом в области проксимального и дистального анастомоза, что невозможно при использовании перечисленных приспособлений.

При формировании цилиндрического графта диаметром, равным проксимальному концу сосуда, в области дистального анастомоза неизбежен избыток диаметра спиральной конструкции. Данный факт необходимо учитывать при сшивании двух концов, поскольку это может привести к образованию фестонов и карманов, через которые возможно подтекание крови и образование пристеночных тромбов, способствующее в дальнейшем риску развития расслоения стенки аорты и ее тромбозу.

Возможно использование инструмента для формирования спиральных венозных графтов, содержащего корпус, который выполнен из биоинертной стали и включает вмонтированную в корпус телескопическую

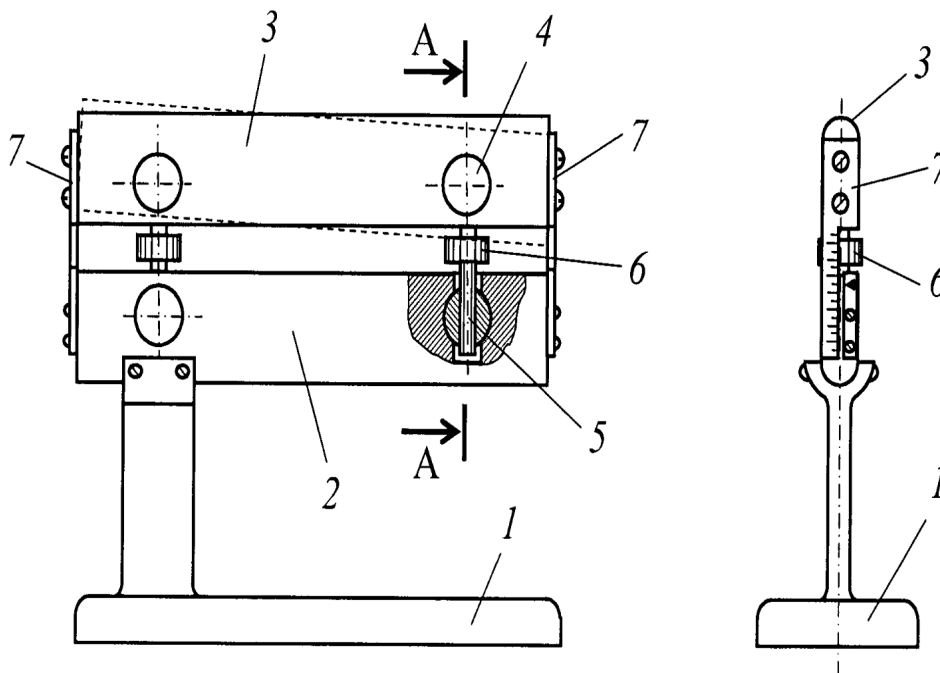


Рис. 1. Схема изображения устройства

Примечание:

- 1 — корпус,
- 2 — нижняя пластина матрицы;
- 3 — верхняя пластина матрицы;
- 4 — резьбовая втулка;
- 5 — винтовая стойка с правой и левой резьбой;
- 6 — рифленый регулировочный ролик;
- 7 — шкала указания диаметра формируемого графта.

систему трубок длиной по 210 мм с наружным диаметром от 14 до 25 мм и с шагом диаметров в 1 мм, причем каждая трубка выступает из трубки предыдущего — большего диаметра на 10 мм; выступающие концы трубок тарифицированы, а проксимальные концы трубок развальцованы на 0,1 мм, при этом корпус выполнен в виде трубки длиной 272 мм и внутренним диаметром 25 мм, снабженной рифленным утолщением на проксимальном конце, рифленным утолщением на дистальном конце и заглушкой с рифленой рабочей поверхностью, ввинченной в проксимальный конец (пат. RU № 2626595, кл. А61F 2/06, 2017) [7].

Отрицательной стороной данного устройства являются сложность конструкции, которая содержит множество телескопических трубок, требующих высокоточной обработки и недостаточно широкие возможности по формированию графтов различных диаметров, включая конусовидные графты.

Предлагаемое нами устройство для формирования венозных графтов отличается от предыдущего тем, что матрица содержит две пластины с закругленными ре-

брами, которые установлены в одной плоскости и соединены винтовыми стойками, содержащими участки с правой и левой резьбой, а торцы пластин снабжены указателями со шкалой диаметров формируемых графтов [8].

Схематичное изображение разработанного устройства представлено на рисунке 1.

Устройство используют следующим образом: после того, как выполнен забор аутоветны и определены диаметры проксимального и дистального концов протезируемого участка сосуда, настраивают размер матрицы путем вращения роликов 6, сверяясь с показаниями шкалы 7.

Если требуется сформировать спиральный венозный графт постоянного диаметра (например, 21 мм на всем протяжении), то вращая регулировочные ролики 6 устанавливают одинаковые расстояния между пластинами 2 и 3 с обеих концов. Если необходимо сформировать конический спиральный венозный графт (например, проксимальный диаметр 21 мм, дистальный — 19 мм),

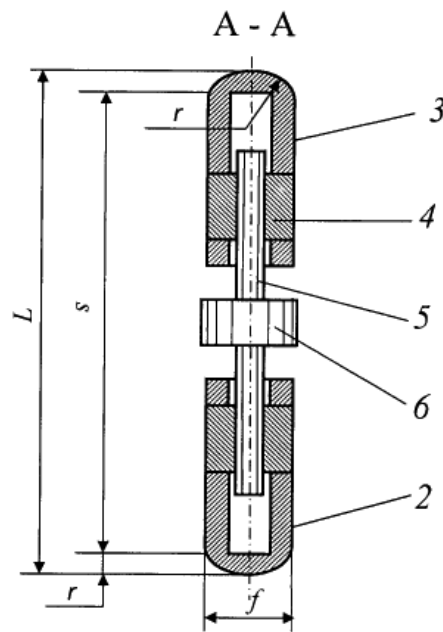


Рис. 2. Характеристика соотношений, позволяющих определять размеры матрицы.

Примечание:

- 2 — нижняя пластина матрицы;
- 3 — верхняя пластина матрицы;
- 4 — резьбовая втулка;
- 5 — винтовая стойка с правой и левой резьбой;
- 6 — рифленый регулировочный ролик;

то необходимо выставить расстояние между пластинами 2 и 3 с одного конца по шкале 21 мм, с другого — 19 мм.

После этого венозную «ленту» спирально наматывают на матрицу и прилежащие друг к другу ее края сшивают непрерывным обвивным швом. Сформированный венозный графт снимают с инструмента в дистальном направлении. Снятый с матрицы графт овальной формы расправляют для придания ему круглого сечения.

Размеры матрицы определяются следующими соотношениями (рис. 2): $f=2r$; $L=s+2r$.

Например, нужно сформировать графт диаметром $D=21$ мм, длина окружности которого $G=\pi D$, т.е. $G=3,14 \times 21=65,94$ мм. При конструктивных размерах матрицы $f=6$ мм и $r=3$ мм длина периметра матрицы должна быть равна G , т.е. $G=g=2\pi r+2s$, Стр.: 4 RU183 859 U1 5 10 15 20 25 30 35 40 45 где $g=2 \times 3$, $14 \times 3 + 2 \times s$. Тогда расстояние $L=(g-2\pi r)/2+2 \times r$, т.е. $L=(65,94-2 \times 3,14 \times 3)/2+2 \times 3=29,55$.

Таким образом, для получения графта диаметром 21 мм, нужно развести пластины 2 и 3 матрицы на расстояние $L=29,55$ мм.

Положительной стороной данного технического результата является возможность формирования как цилиндрических, так и конусовидных спиральных венозных графтов диаметром от 15 до 25 мм с бесступенчатым изменением размеров, что соответствует диаметрам крупных сосудов (аорте, крупным магистральным артериям, верхней и нижней полой вене), и, как следствие, обеспечивает снижение риска развития стенозов, тромбозов и прочих интра- и послеоперационных осложнений для пациента.

Также устройство обладает простой конструкцией, позволяющей без затруднений осуществлять его сборку и разборку, что значительно упрощает и повышает качество стерилизации.

Вывод

Таким образом, разработанное и запатентованное нами устройство для формирования венозных графтов позволит решить многие задачи в сосудистой хирургии, главной из которых является возможность формирования конусовидных спиральных венозных графтов любого диаметра с целью снижения количества интра- и послеоперационных осложнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальные рекомендации по ведению пациентов с аневризмами брюшной аорты. — М., 2013. — 74 с.
2. Appis, A. W. Update on the Safety and Efficacy of Commercial Ultrasound Contrast Agents in Cardiac Applications / A. W. Appis, M.J.T. Facc, S. B. Feinstein [et al.] // Echo Res. Pract. — 2015. — № 2. — P. 55–62.
3. Результаты эндоваскулярного лечения аневризм брюшной аорты / Л. А. Бокерия [и др.] // Ангиология и сосудистая хирургия. — 2015. — Том 21 (2). — С. 59–66.
4. A randomized controlled trial of endovascular aneurysm repair versus open surgery for abdominal aortic aneurysms in low- to moderate-risk patients / J. P. Becquemin [et al.] // Journal of Vascular Surgery. — 2011. — Volume 53(5). — P. 1167–73.
5. Покровский, А. В. Состояние сосудистой хирургии в России в 2014 году / А. В. Покровский, В. Н. Гонтаренко. — Москва, 2015. — 94 с.
6. Chiu C. J., Terzis J., MacRae M. L. Replacement of superior vena cava with the spiral composite vein graft. A versatile technique. Ann Thorac Surg. 1974 Jun; 17(6):555–60.
7. Виноградов Р. А., Богдан А. П., Лашевич К. А., Пыхтеев В. С. Инструмент для формирования спиральных венозных графтов // Патент России 2626595, кл. А61F 2/06, 2017.
8. Плечев В. В., Ишметов, Юсупов Р. Х., Пирогова С. М. Устройство для формирования венозных графтов // Патент России 183859 U1. 2018.

© Юсупов Ринат Хабибович (Yusupov_80@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Башкирский государственный медицинский университет

ФАРМАКОЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АНТИБИОТИКОТЕРАПИИ БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА, ОСЛОЖНЕННОГО СИНДРОМОМ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ 2 СТЕПЕНИ ПО ВАГНЕРУ

PHARMACOECONOMIC ANALYSIS OF ANTIBIOTIC THERAPY FOR PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS TYPE 2 COMPLICATED WITH DIABETIC STOP SYNDROME OF 2 DEGREES BY WAGNER

O. Ruina
T. Konishkina
V. Borisov
O. Melnichenko
E. Ezhova
M. Tsopova
V. Polyakova

Summary. 91 medical records of inpatient patients for 2018 with type 2 diabetes mellitus with Wagner's grade 2 diabetic foot syndrome were analyzed in retrospect. The cost of antibiotic therapy was calculated by the method of pharmacoeconomic analysis (cost minimization). Cephalosporins, protected penicillins, carbapenems, respiratory fluoroquinolones were prescribed as monotherapy to patients. In 7.7% of cases, a combination of drugs was used. It was revealed that with equal clinical efficacy of the drugs used, Ceftriaxone monotherapy is the most beneficial.

Keywords: diabetic foot, antibiotic therapy, cost minimization.

Руина Ольга Владимировна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Приволжский
Исследовательский Медицинский Университет» МЗ РФ,
Н. Новгород
olga-ru1@inbox.ru

Коньшикина Татьяна Михайловна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Приволжский
Исследовательский Медицинский Университет» МЗ РФ,
Н. Новгород
ssmetana@mail.ru

Борисов Владимир Иванович

Д.м.н., профессор, ФГБОУ ВО «Приволжский
Исследовательский Медицинский Университет» МЗ РФ,
Н. Новгород
viborissov@mail.ru

Мельниченко Олеся Владимировна

К.м.н., доцент, ФГБОУ ВО «Приволжский
Исследовательский Медицинский Университет» МЗ РФ,
Н. Новгород
olmel@hotmail.ru

Ежова Евгения Игоревна

ФГБОУ ВО «Приволжский Исследовательский
Медицинский Университет» МЗ РФ, Н. Новгород
zhenya_ezhova@mail.ru

Цопова Мария Александровна

ФГБОУ ВО «Приволжский Исследовательский
Медицинский Университет» МЗ РФ, Н. Новгород
marusia.marusia160@yandex.ru

Полякова Валерия Викторовна

ФГБОУ ВО «Приволжский Исследовательский
Медицинский Университет» МЗ РФ, Н. Новгород
lera10@yandex.ru

Аннотация. Ретроспективно проанализированы 91 медицинская карта стационарного больного пациентов с сахарным диабетом 2 типа, с синдромом диабетической стопы 2 степени по Вагнеру, пролечившиеся в терапевтическом отделении стационара в 2018 г. Методом фармакоэкономического анализа (минимизации затрат) рассчитана стоимость антибактериальной терапии. Пациентам в качестве монотерапии назначались цефалоспорины, защищенные пенициллины, карбапенемы, респираторные фторхинолоны; в 7,7% случаев использовалась комбинация препаратов. Выявлено, что при равной клинической эффективности примененных препаратов наиболее выгодной является монотерапия цефтриаксоном.

Ключевые слова: диабетическая стопа, антибиотикотерапия, минимизация затрат.

Введение

По литературным данным, заболеваемость сахарным диабетом за последние 10 лет увеличилась более чем на 100% [1]. По прогнозам Международной диабетической федерации, к 2040 году численность больных сахарным диабетом составит почти 650 млн. человек в мире. Российская Федерация не является исключением: на сегодняшний день на диспансерном учете по сахарному диабету состоит около 4,5 млн. человек, что составляет около 3% от всего населения. Более 90% из них — пациенты с сахарным диабетом 2 типа. Однако эти официальные цифры составляют лишь вершину айсберга и не отражают истинной картины, поскольку учитывают только выявленные случаи заболевания. В то же время, значительная часть пациентов не подозревает о своем заболевании и обращается к врачу на стадии возникновения осложнений [2, 3].

Таким образом, значительная часть пациентов остается не диагностированной и не получает должной терапии, что ведет к развитию сосудистых осложнений. Наиболее значимыми являются развитие нейропатии и ангиопатии сосудов нижних конечностей, головного мозга, сердца, ретинопатии, поражения коронарных сосудов, нефропатии, которые обоснованно считаются ведущими причинами госпитализаций, инвалидизации и смертности пациентов с сахарным диабетом [1]. Несмотря на то, что базовым в лечении сахарного диабета являются рациональное питание и гипогликемические препараты, пациенты вынуждены принимать также многочисленные препараты из разных фармакологических групп для коррекции сопутствующих заболеваний и осложнений [3, 4]. Таким образом, предсказать эффект лекарственного взаимодействия бывает сложно: препараты могут усиливать или ослаблять действие друг друга, что может приводить к развитию побочных реакций либо неэффективности проводимого лечения [5, 6, 7]. Согласно современной нормативной документации, действие препарата не всегда можно спрогнозировать при одновременном назначении пациенту пяти и более лекарственных препаратов [8]. Кроме того, такое интенсивное лечение требует больших финансовых затрат [9]. Одной из таких экономически затратных проблем является широко распространенное осложнение — синдром диабетической стопы. Синдром диабетической стопы объединяет патологические изменения мелких и крупных сосудов, костей и суставов стопы, нейропатию, которые ведут к развитию язвенно-некротических процессов и гангрены стопы. Такие пациенты должны лечиться в госпитальных условиях. Интересным и актуальным выглядит анализ экономических затрат на лечение сахарного диабета с синдромом диабетической стопы в условиях терапевтического отделения многопрофильного стационара.

Цель исследования: провести фармакоэкономический анализ антибиотикотерапии больных сахарным диабетом 2 типа, осложненного синдромом диабетической стопы 2 степени по Вагнеру, на госпитальном этапе.

Задачи исследования

Проанализировать медицинские карты стационарного больного пациентов с сахарным диабетом 2 типа, госпитализированных в терапевтическое отделение многопрофильной больницы. Выбрать пациентов, соответствующих критериям исследования: больных сахарным диабетом 2 типа, осложненного синдромом диабетической стопы 2 степени по Вагнеру, получающих антибиотикотерапию. Проанализировать частоту и длительность назначения антибактериальных препаратов, оценить рациональность назначения, комбинаторность, эффективность терапии. Рассчитать стоимость терапии, выбрать наиболее рациональную и экономически выгодную схему лечения.

Материалы и методы

Ретроспективно проанализированы 282 медицинские карты стационарного больного пациентов с сахарным диабетом 2 типа, пролечившиеся в терапевтическом отделении многопрофильного стационара в 2018 г. Из них у 91 больного пациентов имел место синдром диабетической стопы 2 степени по Вагнеру.

Согласно классификации раневых дефектов при синдроме диабетической стопы, в развитии заболевания выделяется 5 степеней. При степени 0 раневой дефект отсутствует, но имеется сухость кожи, костные и суставные аномалии. При 1 степени возникает язвенный дефект без признаков инфицирования. Такие пациенты не требуют проведения антибиотикотерапии. При 2 степени имеется глубокая язва, как правило, инфицированная, но без вовлечения костных структур. При 3 степени имеет место остеомиелит. На 4 степени возникает ограниченная гангрена, на 5 — гангрена всей стопы [1]. На лечение в терапевтическое отделение госпитализируются пациенты с раневым дефектом 2 степени, так как при раневом дефекте 3 степени и более требуется лечение в условиях хирургического стационара.

Средний возраст исследуемых пациентов составил $60,3 \pm 2,7$ лет, от 37 до 82 лет. Из них 57,3% женщин, 42,7% мужчин.

Всем пациентам, помимо стандартной сахароснижающей терапии, назначалась обработка раневого дефекта, антибиотикотерапия, наружная обработка ран дезоксирибонуклеатом натрия, при необходимости —

Таблица 1. Частота назначения антибактериальных препаратов у пациентов терапевтического отделения с диабетической стопой

Название антибиотика	Количество пациентов, абс.	Процент
цефтриаксон	50	54,95
цефепим	5	5,49
амоксциллин/клавуланат	8	8,79
левофлоксацин	12	13,19
левофлоксацин+цефтриаксон	7	7,69
моксифлоксацин	8	8,79
эртапенем	1	1,10
Итого	91	100,00

Таблица 2. Стоимость курса антибактериальной терапии у пациентов с сахарным диабетом 2 типа, осложненного синдромом диабетической стопы 2 степени по Вагнеру.

Международное и торговое наименования препаратов	Кратность введения	Средняя длительность курса	Средняя стоимость курса, руб
Цефтриаксон (лендацин)	1	10	3570
Цефепим (эфипим)	3	10	4960
амоксциллин/клавуланат (амоксиклав)	3	10	4500
Левофлоксацин (флексид)	1	10	8400
левофлоксацин+цефтриаксон (флексид+лендацин)	1	10	5070
Моксифлоксацин (аквамокс)	1	10	9700
Эртапенем (инванз)	1	10	27600
Среднее значение	1,57	10,00	5295,43

коррекция артериальной гипертензии, нормализация липидного обмена, антикоагулянты и антиагреганты.

Был проанализирован спектр назначаемых антибиотиков, рассчитана стоимость курса терапии. Стоимость курса была рассчитана с учетом приходной стоимости каждого антибактериального препарата. Экономический анализ произведен с использованием метода минимизации затрат. Анализ минимизации затрат рассчитывался по следующей формуле:

$CMA = DC1 - DC2$ или $CMA = (DC1 + IC1) - (DC2 + IC2)$, где CMA — показатель разницы затрат, $DC1$ — прямые затраты при применении 1-го метода, $IC1$ — косвенные затраты при применении 1-го метода, $DC2$ и $IC2$ — прямые и косвенные затраты при применении 2-го методов. В нашей работе учитывались только прямые медицинские затраты. Анализ косвенных затрат не проводился. В проводимом нами исследовании данный метод был выбран как оптимальный по сравнению с методами «затраты — эффективность» и «затраты — полезность», учитывая равную эффективность проводимых методик [9, 10, 11].

Обработка материала произведена при помощи математических методик, находящихся в программном обеспечении электронных таблиц Excel.

Результаты и обсуждение

В процессе анализа проводимой антибиотикотерапии у больных с сахарным диабетом 2 типа, имевших синдром диабетической стопы 2 степени по Вагнеру, выявлено, что назначенные антибиотики во всех случаях оказались эффективными. Препараты назначались в средних терапевтических дозах.

Выявлено, что в подавляющем большинстве случаев (92,31%) антибактериальные средства применялись в монотерапии. Наиболее часто назначались цефалоспорины III поколения (цефтриаксон) — более чем в половине случаев (Таблица 1).

Реже использовались респираторные фторхинолоны (лево- и моксифлоксацин), защищенные пенициллины, цефалоспорины IV генерации (цефпим), имел место единственный случай назначения карбапенема без анти-

синегнойной активности — эртапенема (по данным микробиологического исследования, из раны выделялась *Klebsiella pneumoniae* — продуцент бета-лактамаз расширенного спектра, устойчивый к пенициллинам, цефалоспорином и фторхинолонам).

В 7,69% имела место комбинация препаратов (левофлоксацина и цефтриаксона), что было связано с неэффективностью стартовой антибиотикотерапии, проводимой на амбулаторном этапе. При этом левофлоксацин давался перорально параллельно с инъекционным введением цефтриаксона.

Длительность терапии и кратность назначения соответствовали клиническим рекомендациям (Таблица 2).

Как видно из данной таблицы, длительность лечения у пациентов с сахарным диабетом 2 типа, осложненного синдромом диабетической стопы 2 степени по Вагнеру, составила 10 суток, при равной клинической эффективности препаратов. Вероятно, такой высокий уровень эффективности стартовой антибиотикотерапии при ее стандартной длительности связан с относительно неглубоким тканевым поражением у данной категории пациентов (костные структуры при 2 степени синдрома диабетической стопы по Вагнеру остаются не вовлеченными в процесс).

Всего на антибиотикотерапию пациентов, страдающих синдромом диабетической стопы 2 степени по Вагнеру, за 2018 г. в терапевтическом отделении было потрачено 480790 руб. 55,5% (266900 руб) составили затраты на бета-лактамы препараты, причем 37% (178500 руб) составили затраты на цефалоспорины III поколения (цефтриаксон). 37,1% составили затраты на монотерапию фторхинолонами, 7,3% (35490 руб) — на комбинированную терапию, 5,7% — на терапию карбапенемами (стоимость одного случая).

В связи с равной эффективностью примененных курсов терапии для фармакоэкономического анализа был использован метод минимизации затрат. Можно видеть, что бета-лактамы антибиотики (за исключением кар-

бапенемов) имеют стоимостное преимущество перед респираторными фторхинолонами (Таблица 2). Наиболее экономически выгодным является назначение цефтриаксона, в меньшей степени — амоксициллина/клавуланата. Комбинированная терапия — более дорогостоящая, но учитывая, что она использована в качестве второй линии, ее назначение является оправданным. Назначение карбапенемов не имеет экономических преимуществ, исключая ситуации, когда препараты назначаются с учетом данных микробиологического исследования.

Из исследования видно, что антибиотикотерапия пациентов с диабетической стопой в терапевтическом отделении является взвешенной. Антибиотики резерва (карбапенемы) используются в исключительных случаях, комбинированное назначение препаратов — в случаях неэффективности антибиотикотерапии, проводимой на амбулаторном этапе.

Как возможный путь дальнейшей оптимизации следует рассмотреть более широкое применение резервных бета-лактамов. Так, при терапии фторхинолонами по сравнению с цефтриаксоном СМА составляет 5480 руб. Если бы у всех пациентов, пролеченных фторхинолонами, использовали бы в качестве стартовой терапии цефтриаксон, экономия составила бы 109600 руб, амоксициллин/клавуланат — 88400 руб.

ВЫВОДЫ

Из проанализированных медицинских карт стационарного больного у 32,3% пациентов с сахарным диабетом 2 типа имел место синдром диабетической стопы 2 степени по Вагнеру. Данная категория пациентов получала антибактериальные препараты в 100% случаев, во всех случаях они оказались эффективными. Наиболее часто проводилась монотерапия, длительность лечения составила 10 дней. Фармакоэкономический анализ антибиотикотерапии показал, что более чем в половине случаев назначался цефтриаксон (лендацин), применение которого явилось наиболее экономически целесообразным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом / Под редакцией И. И. Дедова, М. В. Шестаковой, А. Ю. Майорова. — 8-й выпуск. — М.: УП ПРИНТ; 2017. 112. С.
2. И. И. Дедов, М. В. Шестакова. Сахарный диабет типа 2: от теории к практике. М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2016.
3. Руина О. В., Хазов М. В., Борисов В. И., Коньшклина Т. М., Жукова О. В., Зайцева Е. И., Дудукина Ю. А., Козлова Е. А. Взаимосвязь структуры назначаемых препаратов с коморбидностью у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа на госпитальном этапе. Современные проблемы науки и образования. — 2019. — № 1; URL: <http://www.science-education.ru/article/view?id=28515> (дата обращения: 30.01.2019).
4. Сорокина Ю. А., Мотина А. Н., Ловцова Л. В. Влияние диетотерапии по Певзнеру на эффективность и безопасность фармакотерапии. Международный научно-исследовательский журнал. — 2018. — № 4 (70). С. 80–85.

5. Сорокина Ю. А., Занозина О. В., Ловцова Л. В., Столярова В. В., Борисова К. А., Жуков И. А. Гипогликемия и гипергликемия: потенциальные риски полипрагмазии при сахарном диабете 2-го типа в госпитальных условиях. Медицинский совет. — 2018. -№ 4. — С. 112–115.
6. Клиническая фармакология: национальное руководство. Под ред. Ю. Б. Белоусова, В. Г. Кукеса, В. К. Лепяхина, В. И. Петрова. М.: ГЭОТАР-Медиа. — 2014. — 976 с.
7. Руководство по геронтологии и гериатрии в 4 томах. Том 3. Под ред. В. Н. Ярыгина, А. С. Мелентьева. М.: ГЭОТАР, 2010. 896 с.
8. Приказ Минздрава России от 14.01.2019 N4н
9. «Об утверждении порядка назначения лекарственных препаратов, форм рецептурных бланков на лекарственные препараты, порядка оформления указанных бланков, их учета и хранения». — <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72106882/>
10. Дедов И. И., Омеляновский В. В., Шестакова М. В., Авксентьева М. В., Игнатьева В. И. Сахарный диабет как экономическая проблема в Российской Федерации. // Фармакоэкономика. Сахарный диабет. 2016; 19(1):30–43.
11. Ягудина Р. И., Куликов А. Ю., Новиков И. В. Современная методология анализа чувствительности в фармакоэкономических исследованиях. // Фармакоэкономика. 2010; N4: с.8–12.
12. Ягудина Р. И., Сороковиков И. В. Методология проведения анализа «затраты — полезность» при проведении фармакоэкономических исследований. // Фармакоэкономика. № 2 2012. С. 9–12.

© Руина Ольга Владимировна (olga-ru1@inbox.ru), Конышкина Татьяна Михайловна (ssmetana@mail.ru),
Борисов Владимир Иванович (viborissov@mail.ru), Мельниченко Олеся Владимировна (olmel@hotmail.ru),
Ежова Евгения Игоревна (zhenya_ezhova@mail.ru), Цопова Мария Александровна (marusia.marusia160@yandex.ru),
Полякова Валерия Викторовна (lera10@yandex.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Приволжский Исследовательский Медицинский Университет

НПВП-АССОЦИИРОВАННЫЕ ГАСТРОПАТИИ: АКТУАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ, ВОЗМОЖНОСТИ ПРОФИЛАКТИКИ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

NSAID-ASSOCIATED GASTROPATHY: CURRENT STATUS, PROBLEMS, POSSIBILITIES OF PREVENTION OF THERAPEUTIC TREATMENT

D. Sabitova

Summary. For decades, attempts have been made around the world to develop international and regional guidelines for the treatment of gastrointestinal complications caused by non-steroidal anti-inflammatory drugs. However, none of them still focuses on the direct mechanisms of taking this group of complications under control, emphasizing the need for unification and development of comprehensive clinical guidelines for practitioners that can be implemented in daily clinical reception. In this paper, recommendations are formulated, which are based on large-scale RCTS, systematic reviews and meta-analyses, which suggests the reliability of proposals for the prevention and treatment of gastrointestinal complications induced by NSAIDs.

Keywords: NSAIDs, gastropathy, clinical recommendations, risk factors, proton pump inhibitors.

Сабитова Диана Альбертовна

Башкирский государственный медицинский университет (БГМУ), г. Уфа
diana14031995@yandex.ru

Аннотация. На протяжении десятилетий в разных странах мира предпринимаются попытки разработки международных и региональных руководств для лечения осложнений со стороны ЖКТ, вызванных приёмом нестероидных противовоспалительных препаратов. Однако, ни одно из них до сих пор не фокусируется на непосредственных механизмах взятия данной группы осложнений под контроль, подчеркивая необходимость унификации и разработки всестороннего клинического руководства для практикующих врачей, которые можно внедрить в ежедневный клинический приём. В данной работе сформулированы рекомендации, которые основаны на масштабных РКИ, систематических обзорах и мета-анализах, что позволяет говорить о достоверности предложений по профилактике и терапии осложнений со стороны ЖКТ, индуцированных приёмом НПВС.

Ключевые слова: НПВП, гастропатия, клинические рекомендации, факторы риска, ингибиторы протонной помпы.

Актуальность

Нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) ежедневно используют более 30 миллионов человек по всему миру [15]. Использование НПВП получило широкое распространение, благодаря доступности данных препаратов и большому спектру заболеваний и симптомов, при которых они действенны [10]. Хотя НПВП доказали свою эффективность в борьбе с болью, лихорадкой и воспалительными процессами различного генеза, они, зачастую, коррелируют с рядом неблагоприятных побочных эффектов [3].

НПВП часто связаны с почечными (задержка жидкости, гиперкалиемия, вторичная гипертензия), сердечно-сосудистыми (гипертония) и аллергическими побочными эффектами, однако, наиболее распространенными, являются осложнения со стороны желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), которые включают диспепсию, гастрит, язву, желудочно-кишечное кровотечение и энтеропатию [12].

Цель данной работы — провести обзор актуальных данных зарубежной научной литературы для выявле-

ния современного состояния проблемы и найти оптимальные пути терапевтической коррекции осложнений со стороны ЖКТ, ассоциированных с приёмом НПВС.

Материалы и методы

Электронный поиск литературы проводился в PubMed и MEDLINE. Стратегия поиска была разработана путем объединения заголовков медицинских предметов (MeSH) и ключевых слов в свободном тексте с использованием логических операторов («ИЛИ» и «И»). Ключевые слова: «нестероидные противовоспалительные препараты», «НПВП», «диспепсия», «гастропатия», «гастрит», «язва», «желудочное кровотечение», «желудочные осложнения» и «гастропротекторные препараты».

Соответствующая литература из опубликованных клинических исследований, описательных обзоров, систематических обзоров и мета-анализов была собрана до сентября 2016 года. Никаких дополнительных фильтров при поиске не использовалось. Был также проведен обширный ручной поиск литературных ссылок и найдены соответствующие статьи. Также было получе-

но несколько опубликованных международных и региональных руководств по клинической практике лечения осложнений со стороны желудочно-кишечного тракта [10–17].

Наш обзор выявил, что впервые, конкретные рекомендации были сформулированы лишь 1 декабря 2016 года на встрече экспертов, состоявшейся в Дубае. Основной комитет членов ICON-G состоял из председателя и двенадцати экспертов-гастроэнтерологов из России, Индии, Румынии, Украины, Южной Африки, Казахстана, Беларуси, Узбекистана и Мьянмы. 1 декабря 2016 года в Дубае (ОАЭ) было проведено совещание консультативного совета под председательством профессора Ричарда Ханта с основным комитетом ICON-G, чтобы обсудить и наладить процесс разработки руководящих принципов для достижения консенсуса.

Десятилетнее исследование, проведенное в Дании, продемонстрировало увеличение распространенности пептических язв, связанных с НПВП, с 39% в 1993 году до 53% в 2002 году [5]. В целом, смертность у пациентов, страдающих от верхних желудочно-кишечных (UGI) кровотечений или перфораций, связанных с использованием НПВП, оценивается в соотношении 1 к 5 [7]. Кроме того, распространенность диспепсий и гастродуоденальных язв у пациентов, принимающих даже самые низкие дозы аспирина, составляет свыше 15% [18].

НПВП-индуцированная гастропатия (НИГ) — большая группа заболеваний, которые развиваются в результате воздействия НПВП, ингибирующих выработку простагландина, повышающих моторику и секреторную функцию желудка и увеличивающих проницаемость слизистой оболочки. Это приводит к усиленной инфильтрации нейтрофилов и образованию свободных радикалов и, в конечном итоге, к поражению слизистой оболочки [28].

Факторы риска включают: возраст старше 60 лет, наличие сопутствующих заболеваний, цирроз печени и сердечно-сосудистые заболевания. Длительное применение НПВП, инфекция *Helicobacter pylori* (*H. pylori*), курение, хроническое злоупотребление алкоголем и одновременный прием других лекарств многократно увеличивают риск развития НИГ [3, 10–13].

На протяжении десятилетий были разработаны несколько международных и региональных руководств для лечения осложнений со стороны ЖКТ, вызванных НПВП [10–17]. Однако, ни одно из них не фокусируется на непосредственном взятии НИГ под контроль, подчеркивая необходимость унификации всестороннего клинического руководства для практикующих врачей, особенно в регионах с ограниченными ресурсами.

Итак, если систематизировать результаты нашего поиска и рекомендации, которые были представлены в Дубае, то можно вывести конкретные тезисы, которые могут быть применены на практике врачами-гастроэнтерологами и специалистами, которые интересуются осложнениями со стороны ЖКТ, ассоциированными с НПВС.

1. Назначение НПВП всегда связано с высоким риском НИГ.

Исследования показали, что НПВП связаны с гастропатией, независимо от продолжительности использования препаратов.

Многоцентровое исследование (N = 187) показало высокую частоту распространенности язв (10,7%) и эрозий (63,1%) у пациентов, принимавших НПВС. Через 3 месяца наблюдения (N = 113) частота язвенных поражений составила 7,1% и 60,2% соответственно, что указывает на то, что язвы развились почти у 1 из 10 исследуемых [18].

Мета-анализ (N ~ 66000) для оценки частоты кровотечений из желудочно-кишечного тракта, связанных с терапией аспирином, показал, что длительное (≥ 12 месяцев) лечение аспирином было связано со значительным увеличением частоты желудочно-кишечных кровотечений. Кровотечение отмечалось у 2,47% пациентов, принимавших аспирин [6].

2. Все НПВП, независимо от пути их введения, потенциально способны вызывать НИГ.

Хотя местные НПВП, как правило, более безопасны, чем пероральные НПВП (с меньшим количеством тяжелых осложнений со стороны ЖКТ), 17,5% пациентов, получающих местные НПВП в ходе однократного исследования, сообщили о диспепсических явлениях. Местные НПВП потенцировали варфарин в пяти случаях, что приводило к кровотечению из желудочно-кишечного тракта в одном случае [18].

Мета-анализ, сравнивающий профиль безопасности различных типов НПВП, подтвердил вариативность развития осложнений среди различных видов НПВП [21]. Независимо от типа и состава, все НПВП были связаны с ЖКТ-осложнениями. Самый низкий показатель был отмечен для ацеклофенака, цефекоксиба и ибупрофена, а самый высокий — для пироксикама, кеторолака и азапропазона. Рофекоксиб, сулиндак, диклофенак, мелоксикам, нимесулид, кетопрофен, теноксикам, напроксен, индометацин и дифлунизал были связаны с умеренным риском [11].

3. К наиболее распространенным немодифицируемым факторам риска развития НИГ относятся: возраст > 60 лет, язвенная болезнь и желудочно-кишечные кровотечения в анамнезе.

Возраст более 60 лет является одним из самых достоверных предикторов осложнений, возникающих в ЖКТ, связанных с приёмом НПВП. Большое проспективное многоцентровое исследование у пациентов с ревматоидным артритом (РА) (N = 2747) показало, что основными факторами риска ($p < 0,05$) были возраст и сопутствующий приём кортикостероидов [24].

Хотя увеличение возраста является основным фактором риска осложнений со стороны желудочно-кишечного тракта, ассоциированных с приёмом НПВП, эти проблемы также наблюдаются в педиатрической популяции. В ретроспективном многоцентровом исследовании итальянских детей (N = 51), которые поступили в отделение неотложной помощи с желудочно-кишечным кровотечением после применения НПВП, 62% пациентов имели эндоскопически подтвержденные поражения желудка, 33% имели поражения двенадцатиперстной кишки и 15% имели повреждения пищевода. 6% нуждались в эндоскопическом гемостазе для остановки желудочно-кишечного кровотечения. Эти данные подчеркивают, что дети также уязвимы для желудочных осложнений, ассоциированных с приёмом НПВП [12].

4. Модифицируемые факторы риска для НИГ включают одновременный прием аспирина и / или других НПВП, системных кортикостероидов, антикоагулянтов / антиагрегантов и селективных ингибиторов обратного захвата серотонина (СИОЗС).

Результаты итальянской системы отчетности о фармакологической бдительности показывают, что комбинированное использование нескольких НПВП связано с увеличением частоты нежелательных явлений со стороны ЖКТ [24]. Кроме того, в рекомендациях по безопасным рецептам в Испании подчеркивается, что два или более НПВП одновременно не повышают эффективность такой комбинации, а повышают токсичность [29].

Селективные ингибиторы обратного захвата серотонина могут также приводить к кровотечению из желудочно-кишечного тракта при приеме НПВП, нарушая метаболизм НПВП, приводя к повышению их уровня в крови, а также ингибируя гемостаз [7].

5. Инфекция *H. pylori* увеличивает риск развития НИГ. Практикующим врачам следует всегда учитывать вероятность инфицирования *H. pylori* и элиминировать возбудителя соответствующей

терапией до назначения НПВП [17]. Мета-анализ показал, что НПВП и инфекция *H. pylori* являются не только независимыми факторами риска, но также оказывают мощное синергетическое влияние на развитие язвенной болезни и язвенного кровотечения [8].

6. Рекомендуется, чтобы врач обучал пациентов правилам медикаментозного лечения НПВП и важности регулярного наблюдения, особенно тех лиц, которые находятся на длительной или высокодозной терапии НПВП.

В Нидерландах, была оценена распространенность использования НПВП в выборке из общей популяции (N = 118) и в выборке пациентов (N = 264) с высоким риском развития серьезных осложнений со стороны ЖКТ. Результаты этого исследования показали высокодозное и неконтролируемое использование НПВП. НПВП без назначения врача самостоятельно принимали 30% населения. Доза при самостоятельном приеме НПВП превышала рекомендуемый дневной максимум на 9% [17].

7. У пациентов, находящихся на длительном лечении НПВП, для выявления желудочно-кишечных кровотечений и / или желудочно-кишечных побочных эффектов рекомендуется регулярный и специфичный для каждого пациента мониторинг (с должным учетом сопутствующих соматических заболеваний, приема других лекарственных препаратов и наличия всех существующих факторов риска).

8. Только назначение препаратов ингибиторов протонной помпы (ИПП) является предпочтительным подходом для профилактики НИГ. Альтернативно, можно использовать антагонисты рецептора гистамина-2 (H2RA) или мизопростол.

Систематический обзор и метаанализ подчеркивали превосходство терапии ИПП над H2RA или плацебо в снижении смертности среди пациентов с эндоскопически подтвержденным высоким риском язвенного кровотечения, индуцированного приемом НПВС. Терапия ИПП также снижала частоту повторных кровотечений и необходимость хирургического вмешательства [22].

Двойное слепое рандомизированное клиническое исследование (исследование OMNIUM) сравнивало омепразол и мизопростол для лечения язв, вызванных НПВП. Хотя оба препарата были в целом одинаково эффективны, показатели ремиссии были лучше при применении омепразола (61% против 48%). Более того, омепразол переносился лучше, чем мизопростол [14].

РКИ, сравнивающие мизопростол с двумя дозами лансопризола, показали, что оба препарата были одинаково эффективны и превосходили плацебо [25].

Кокрановский обзор показал, что мизопростол значительно снижал вероятность язвы желудка — на 74%, что соответствует снижению абсолютного риска на 12% [26].

Не существует различий в эффективности между различными ИПП (эзомепразол, лансопризол, омепразол, пантопризол и рабепразол), доступными на рынке. Все доступные ИПП в рекомендуемых дозах имеют одинаковую эффективность в снижении риска НИГ.

В большом международном многоцентровом исследовании (N = 610) как омепразол, так и мизопростол улучшали качество жизни у пациентов, вынужденных длительное время применять НПВП (с уже имеющимися ассоциированными с НПВП гастродуоденальными поражениями). Однако, омепразол облегчал желудочно-кишечные симптомы лучше, чем мизопростол. Следовательно, целесообразно совместно назначать ИПП в данной группе пациентов для профилактики нежелательных осложнений со стороны ЖКТ, пока назначаются и принимаются НПВП [13].

Итак, у пациентов, вынужденных принимать НПВП длительное время, ИПП может существенно снизить риск возникновения осложнений со стороны ЖКТ. 3-месячное исследование по оценке омепразола 20 мг каждое утро в качестве первичной профилактики против язвы и диспепсии, вызванной НПВП, показало, что предполагаемая вероятность отсутствия симптомов в течение 6 месяцев для пациентов, принимающих омепразол, составляла 0,78 по сравнению с 0,53 для плацебо (p =

0,004). Таким образом, продолжительный приём ИПП важен в управлении НИГ.

Выводы

НПВП — наиболее широко используемые препараты в мире для купирования болевого синдрома и воспалительных реакций различного генеза при большом спектре заболеваний. Легкая доступность и хорошая эффективность данных препаратов многократно увеличивают их использование пациентами всех возрастов, пола и этнической принадлежности. Тем не менее, осложнения со стороны ЖКТ, особенно, большое разнообразие гастропатий, остаются предметом беспокойства для любого врача, выписывающего назначение, в котором есть НПВС-препарат.

Риск развития гастропатий еще более возрастает при применении высоких доз, длительного или нецелесообразного приема НПВП, особенно у пожилых людей. Следовательно, четкие унифицированные рекомендации, систематизированные в данной работе, необходимы для того, чтобы пациент мог безопасно и разумно использовать НПВП с минимально возможным риском возникновения гастропатии. Врачам рекомендуется уделять время тому, чтобы правильно информировать своих пациентов о безопасном использовании НПВП. Кроме того, рекомендуется постоянный мониторинг пациентов из группы повышенных факторов риска, проходящих длительное лечение НПВП. Важно учитывать возраст пациента, анамнез, клинические проявления и наличие инфекции *H. Pylori*. Представляется целесообразной дальнейшая необходимость разработки клинических стратегий для обеспечения безопасности пациентов, проходящих лечение НПВП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abraham NS, Hlatky MA, Antman EM, Bhatt DL, Bjorkman DJ, Clark CB, Furberg CD et al. ACCF/ACG/AHA. ACCF/ ACG/AHA 2010 Expert Consensus Document on the Concomitant Use of Proton Pump Inhibitors and Thienopyridines: A Focused Update of the ACCF/ACG/AHA 2008 Expert Consensus Document on Reducing the Gastrointestinal Risks of Antiplatelet Therapy and NSAID Use: a report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents. *Circulation*. 2010 Dec;122(24):2619–2633.
2. Cardile S, Martinelli M, Barabino A, Gandullia P, Oliva S, Nardo GD et al. Italian survey on non-steroidal anti-inflammatory drugs and gastrointestinal bleeding in children. *World J Gastroenterol*. 2016 Feb;22(5):1877–1883.
3. Castellsague J, Riera-Guardia N, Calingaert B, Varas-Lorenzo C, Fourrier-Reglat A, Nicotra F et al. Individual NSAIDs and upper gastrointestinal complications: a systematic review and meta-analysis of observational studies (the SOS project) *Drug Saf*. 2012 Dec;35(12):1127–1146.
4. Chatterjee S, Dureja GP, Kadhe G, Mane A, Phansalkar AA, Sawant S et al. Cross-Sectional Study for Prevalence of Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drug-Induced Gastrointestinal, Cardiac and Renal Complications in India: Interim Report. *Gastroenterology Res*. 2015 Aug;8(3–4):216–221.
5. Derry S, Loke YK. Risk of gastrointestinal haemorrhage with long term use of aspirin: meta-analysis. *BMJ*. 2000 Nov;321(7072):1183–1187.
6. Fries JF, Williams CA, Bloch DA, Michel BA. Nonsteroidal anti-inflammatory drug-associated gastropathy: incidence and risk factor models. *Am J Med*. 1991 Sep;91(3):213–222.
7. Halperin D, Reber G. Influence of antidepressants on hemo-stasis. *Dialogues Clin Neurosci*. 2007;9(1):47–59.
8. Harirforoosh S, Asghar W, Jamali F. Adverse effects of nonsteroidal antiinflammatory drugs: an update of gastrointestinal, cardiovascular and renal complications. *J Pharm Pharm Sci*. 2013;16(5):821–847.

9. Huang JQ, Sridhar S, Hunt RH. Role of Helicobacter pylori infection and non-steroidal anti-inflammatory drugs in peptic-ulcer disease: a meta-analysis. *Lancet*. 2002 Jan;359(9300):14–22.
10. Koffeman AR, Valkhoff VE, W't Jong G, Sturkenboom MC, Bindels PJ et al. High-risk use of over-the-counter non-steroidal anti-inflammatory drugs: a population-based cross-sectional study. *Br J Gen Pract*. 2014 Apr;64(621): e191–198.
11. Lanas A, Benito P, Alonso J, Hernández-Cruz B, Barón-Esquivias G, Perez-Aisa Á et al. Safe prescription recommendations for non-steroidal anti-inflammatory drugs: consensus document elaborated by nominated experts of three scientific associations (SER-SEC-AEG) *ReumatolCli*. 2014 Mar-Apr;10(2):68–84.
12. Lanza FL, Chan FK, Quigley EM. Practice Parameters Committee of the American College of Gastroenterology. Guidelines for prevention of NSAID-related ulcer complications. *Am J Gastroenterol*. 2009 Mar;104(3):728–738.
13. Lassen A, Hallas J, Schaffalitzky de Muckadell OB. Complicated and uncomplicated peptic ulcers in a Danish county 1993–2002: a population-based cohort study. *Am J Gastroenterol*. 2006 May;101(5):945–953.
14. Makris UE, Kohler MJ, Fraenkel L. Adverse Effects (AEs) of Topical NSAIDs in Older Adults with Osteoarthritis (OA): a Systematic Review of the Literature. *J Rheumatol*. 2010 Jun;37(6):1236–1243.
15. NICE Guidelines: Acute upper gastrointestinal bleeding in over 16s: management. Available at: <https://www.nice.org.uk/guidance/cg141>.
16. Peura DA. Gastrointestinal safety and tolerability of nonselective nonsteroidal anti-inflammatory agents and cyclooxygenase-2-selective inhibitors. *Cleve Clin J Med*. 2002;69(Suppl 1): S131–139.
17. Rafaniello C, Ferrajolo C, Sullo MG, Sessa M, Sportiello L, Balzano A et al. Risk of gastrointestinal complications associated to NSAIDs, low-dose aspirin and their combinations: Results of a pharmacovigilance reporting system. *Pharmacol Res*. 2016 Feb;104:108–114.
18. Rostom A, Moayyedi P, Hunt R. Canadian Association of Gastroenterology Consensus Group. Canadian consensus guidelines on long-term nonsteroidal anti-inflammatory drug therapy and the need for gastroprotection: benefits versus risks. *Aliment Pharmacol Ther*. 2009 Mar;29(5):481–496.
19. Russian gastroenterological association clinical guidelines on diagnosis and treatment of NSAIDs-associated erosive and ulcerative lesions of the stomach and duodenum; 2014 Available at: http://www.gastro.ru/userfiles/R_npvp_2014_6.pdf.
20. Scarpignato C, Lanas A, Blandizzi C, Lems WF, Hermann M, Hunt RH. International NSAID Consensus Group. Safe prescribing of non-steroidal anti-inflammatory drugs in patients with osteoarthritis — an expert consensus addressing benefits as well as gastrointestinal and cardiovascular risks. *BMC Med*. 2015 Mar;13:55.
21. Sebaldt RJ, Petrie A, Goldsmith CH, Marentette MA. Appropriateness of NSAID and Coxib prescribing for patients with osteoarthritis by primary care physicians in Ontario: results from the CANOAR study. *Am J Manag Care*. 2004;10(11):742–750.
22. Singh G. Gastrointestinal complications of prescription and over-the-counter nonsteroidal anti-inflammatory drugs: a view from the ARAMIS database. *Arthritis, Rheumatism, and Aging Medical Information System*. *Am J Ther*. 2000 Mar;7(2):115–121.
23. Sostres C, Gargallo CJ, Lanas A. Interaction between Helicobacter pylori infection, nonsteroidal anti-inflammatory drugs and/or low-dose aspirin use: old question new insights. *World J Gastroenterol*. 2014 Jul;20(28):9439–9450.
24. Straube S, Tramèr MR, Moore RA, Derry S, McQuay HJ. Mortality with upper gastrointestinal bleeding and perforation: effects of time and NSAID use. *BMC Gastroenterol*. 2009 Jun;9(1):41.
25. Takeuchi K. Pathogenesis of NSAID-induced gastric damage: Importance of cyclooxygenase inhibition and gastric hypermotility. *World J Gastroenterol*. 2012 May;18(18):2147–2160.
26. Unified Clinical Protocol for Primary and Secondary Medical Care Peptic Ulcer of Stomach and Duodenum in Adults, Ukraine, 2014 Sep. Available at: http://mtd.dec.gov.ua/images/dodatki/2014_613_PeptVyrzka_12paloi/2014_613y_kpmd_PeptVyr.pdf.
27. Unified Clinical Protocol for Primary Medical Care Dyspepsia, Ukraine [August 2012]. Available at: http://mtd.dec.gov.ua/images/dodatki/2012_600/19_07_2012_ykpmd.pdf.
28. Warlé-van Herwaarden MF, Koffeman AR, Valkhoff VE, 't Jong GW, Kramers C, Sturkenboom MC et al. Time-trends in the prescribing of gastroprotective agents to primary care patients initiating low-dose aspirin or non-steroidal anti-inflammatory drugs: a population-based cohort study. *Br J Clin Pharmacol*. 2015 Sep;80(3):589–598.
29. Yeomans ND, Lanas AI, Talley NJ, Thomson AB, Daneshjoo R, Eriksson B et al. Prevalence and incidence of gastroduodenal ulcers during treatment with vascular protective doses of aspirin. *Aliment Pharmacol Ther*. 2005 Nov;22(9):795–801.
30. Yeomans ND, Lanas AI, Talley NJ, Thomson AB, Daneshjoo R, Eriksson B et al. Prevalence and incidence of gastroduodenal ulcers during treatment with vascular protective doses of aspirin. *Aliment Pharmacol Ther*. 2005 Nov;22(9):795–801.

© Сабитова Диана Альбертовна (diana14031995@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ И ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ МИКРОСАТЕЛЛИТНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ У БОЛЬНЫХ ЭНДОМЕТРИОИДНОЙ АДЕНОКАРЦИНОМОЙ ЭНДОМЕТРИЯ

AND PROGNOSTIC SIGNIFICANCE OF MICROSATELLITE INSTABILITY IN PATIENTS WITH CANCER ENDOMETRY

**K. Cham
G. Raskin
V. Vinokurov
S. Gelbutovskaya
A. Lisyanskaya**

Summary. In this work, the frequency of occurrence of unrepaired DNA nucleotide repair (dMMR) in endometrioid adenocarcinoma of the uterus (31%) was determined. For the first time, a feature was found that with common forms of endometrial adenocarcinoma of the endometrium, the average age of patients with loss of MSH2 / MSH6 gene expression is less than the average age of patients with loss of PMS2 / MLH1 expression, regardless of the prevalence of the main pathological process (42.3 ± 4.15 and $60,0 \pm 1.62$ years, respectively, $p < 0.05$). The prognostically more favorable course of the common form of endometrial adenocarcinoma was found to be associated with impaired repair of unpaired DNA nucleotides: the average life expectancy of patients with dMMR was 43.9 ± 3.51 months, without dMMR — 30.0 ± 3.27 months ($p < 0.05$). It is noted that immunohistochemistry is a more sensitive method in comparison with polymerase chain reaction for the selection of patients with endometrial adenocarcinoma of the endometrium, which have a high probability of a response to immunotherapy according to the dMMR / MSI-H criterion (31% according to IHC and 23% according to polymerase chain reaction).

Keywords: uterine cancer, endometrial adenocarcinoma, genes of mismatch repair systems (MRR), microsatellite instability (MSI),.

Чам Карине Гургеновна

Аспирант, врач-онколог, ФГБУ Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А. М. Гранова
med_83@mail.ru

Раскин Григорий Александрович

Д.м.н., ФГБУ Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А. М. Гранова

Винокуров Владимир Леонидович

Д.м.н., профессор, ФГБУ Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А. М. Гранова

Гелбутовская Светлана Михайловна

Аспирант, врач ультразвуковой диагностики, ФГБУ Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А. М. Гранова

Лисянская Алла Сергеевна

К.м.н., доцент, СПбГБУЗ «Городской клинический онкологический диспансер»

Аннотация. В данной работе определена частота встречаемости нарушения репарации неспаренных нуклеотидов ДНК (dMMR) при эндометриоидной аденокарциноме эндометрия (31%). Впервые выявлена особенность, что при распространенных формах эндометриоидной аденокарциномы эндометрия средний возраст пациенток с выпадением экспрессии генов MSH2/MSH6 меньше, чем средний возраст больных с выпадением экспрессии PMS2/MLH1 вне зависимости от распространенности основного патологического процесса ($42,3 \pm 4,15$ и $60,0 \pm 1,62$ лет, соответственно, $p < 0,05$). Установлено, что прогностически более благоприятное течение распространенной формы эндометриоидной аденокарциномы эндометрия связано с нарушением системы репарации неспаренных нуклеотидов ДНК: средняя продолжительность жизни пациентов с dMMR составила $43,9 \pm 3,51$ месяцев, без dMMR — $30,0 \pm 3,27$ месяцев ($p < 0,05$). Отмечено, что иммуногистохимия является более чувствительным методом в сравнении с ПЦР для отбора больных эндометриоидной аденокарциномой эндометрия, у которых высокая вероятность ответа на иммунотерапию по критерию dMMR/MSI-H (31% по данным ИГХ и 23% по данным ПЦР).

Ключевые слова: рак тела матки, аденокарцинома эндометрия, гены репарации неспаренных нуклеотидов ДНК, микросателлитная нестабильность.

Введение

Рак тела матки — одно из наиболее распространенных заболеваний женских гениталий. За последние десятилетия во всех экономически развитых странах мира заболеваемость раком тела матки (РТМ) приобрела выраженную тенденцию к росту, опережая заболеваемость раком шейки матки, занимает в настоящее время в структуре онкогинекологической патологии первое место [1,3].

Среди злокачественных новообразований у женского населения в мире, доля рака эндометрия составляет 4,8%. В 2012 году в мире было диагностировано 320 тысяч новых случаев рака тела матки, из них 53% приходилось на развитые страны (Globocan, 2012).

В 2015 году уровень заболеваемости раком эндометрия в РФ составил 166 человек на 100 000 населения, что составило 7% всех онкологических заболеваний [2] и вывело рак эндометрия на 3-е место.

Достижения генетики и молекулярной биологии последних десятилетий оказали огромное влияние на понимание природы и прогрессии РЭ. Одним из геномных нарушений, выявляемых при РЭ, являются изменения в повторяющихся последовательностях ДНК, так называемых микросателлитах. Эти нарушения отражают различные повреждения в системе репарации неспаренных нуклеотидов ДНК: MSH2, MSH6, MLH1, PMS2 (MMR).

Микросателлитная нестабильность (MSI) имеет важное прогностическое значение при раке толстой кишки, свидетельствует о более благоприятном течении заболевания, резистентности к 5-фтор-пиримидинам и чувствительности к иринотекану. Кроме того, в 2017 FDA, а в марте 2019 г. Минздрав РФ зарегистрировали dMMR/MSI-H в качестве показателя для иммунотерапии при любой солидной опухоли.

Имеются достаточно противоречивые данные о прогнозе течения и чувствительности к химиотерапии рака эндометрия с MSI: ряд исследований свидетельствует о неблагоприятном клиническом течении РЭ с MSI [4], другие — об отсутствии связи между наличием MSI и прогнозом течения заболевания [5], третьи — о благоприятном клиническом течении РЭ с MSI [6].

Таким образом, оценка частоты встречаемости повреждения в генах репарации неспаренных нуклеотидов ДНК при ЭАЭ, сопоставление наличия повреждения в MMR с основными прогностическими факторами и показателями выживаемости у пациенток с ЭАЭ является актуальной проблемой.

Цель исследования

Оценить диагностическое и прогностическое значение состояния генов репарации неспаренных нуклеотидов ДНК при эндометриодной аденокарциноме эндометрия.

Материалы и методы

Проанализировано 100 случаев эндометриодной аденокарциномы эндометрия (ЭАЭ) I–IV стадии. Из них — 54 пациентки с диагнозом рак эндометрия I–II стадии (1 группа) и 46 больных раком эндометрия III–IV стадии (2 группа). Диагноз был верифицирован у всех больных на основании данных клинических, инструментальных и морфологических исследований.

В каждом случае проведено ИГХИ, касающееся выпадения генов репарации неспаренных нуклеотидов ДНК (MMR). У 35 женщин с dMMR по данным ИГХ проведено молекулярно-генетическое исследование (ПЦР) с определением MSI-статуса.

Статистическая обработка материала проводилась с использованием пакетов прикладных программ Statistica for Windows (v. 6.0 statsoft). Оценка выживаемости проводилась актуальным и прямым методом (Каплан-Мейер).

Результаты

Исследование выявило дефицит системы репарации неспаренных нуклеотидов (MMR) в 31% случаев эндометриодной аденокарциномы эндометрия (ЭАЭ), а каждая третья женщина с ЭАЭ при обследовании имела синхронное выпадение экспрессии генов репарации (28%).

В группе с локализованной формой рака (1 группа) почти у 26% обследованных отмечено нарушение генов репарации. В группе с распространенной формой рака (2 группа исследования) выпадение экспрессии генов репарации встречалось почти в 1,4 раза чаще и составило 37%. Таким образом, распространенная форма рака чаще показывала нарушение MMR (Табл. 1).

Оценка частоты встречаемости выпадения экспрессии MMR генов у больных с ЭАЭ по результатам ИГХИ, n и%

В этих группах был проведен сравнительный анализ средней продолжительности жизни после постановки диагноза в зависимости от состояния MMR: при локализованной форме рака различий выявлено не было ($83,1 \pm 7,80$ и $93,9 \pm 4,44$ месяцев, соответственно), что, вероятно, связано с общим благоприятным течением

Таблица 1.

Показатель	1 группа, n=54		2 группа, n=46		Всего, n=100	
	n	%	n	%	n	%
CdMMR	14	25,9	17	37,0	31	31,0
без dMMR	40	74,1	29	63,0	69	69,0

Таблица 2. Сопоставление наличия dMMR с показателями средней длительности безрецидивного периода или средней длительности до прогрессирования, а также показателями средней продолжительности жизни

Показатель	1 группа, n=54				2 группа, n=46				Всего, n=100			
	dMMR, n=14		без dMMR, n=40		dMMR, n=17		без dMMR, n=29		dMMR, n=31		без dMMR, n=69	
	M	m	M	m	M	m	M	m	M	m	M	m
средняя длительность безрецидивного периода / или средняя длительность до прогрессирования (мес)	82,8	7,84	93,8	4,48	37,1	5,54	19,4	1,36	58,0	6,48	69,5	5,01
средняя продолжительность жизни	83,1	7,80	93,9	4,44	43,9*	3,51	30,0	3,27	58,6	6,27	69,8	4,97

Примечание:* достоверность различий (p<0,05)

ранней формы эндометриоидной аденокарциномы эндометрия. При распространенной же форме ЭАЭ средняя продолжительность жизни была достоверно выше в группе с дефицитом MMR (43,9±3,51 и 30,0±3,27 месяцев, соответственно). Это особенно интересно еще и потому, что в целом, разницы в продолжительности жизни при ЭАЭ в зависимости от статуса MMR по данным литературы нет, но эти исследования не разбивали пациентов на подгруппы с распространенной и локализованной формой (Табл. 2)

Полученные различия в продолжительности жизни при распространенной форме ЭАЭ важны еще и потому, что могут иметь значение для планирования стратегии лечения. Так, при dMMR раке желудка и толстой кишки показана неэффективность использования химиотерапии, а по ряду исследования химиотерапия приводила к преждевременной смерти данных пациентов, в то же время без лечения пациенты с dMMR жили дольше всех остальных групп[7]. Уже доказана эффективность иммунотерапии при dMMR опухолях в независимости от локализации рака, поэтому, учитывая все вышеперечисленное анти-PD1 терапия должна заменить химиотерапию у dMMR рака эндометрия.

В настоящем исследовании у 35 женщин с dMMR по данным ИГХ проведено молекулярно-генетическое исследование (ПЦР) с определением MSI-статуса. Структура MSI-статуса у пациенток групп исследования не имела существенных различий. Оценивая пациентов

с ЭАЭ в целом следует отметить, что 40% имели MSI-high, несколько реже, с частотой 34,3%, встречалось MSI-low и у 25,7% выявлен MSS.

В первой группе исследования почти половина пациентов с выпадениями экспрессии генов MMR имели MSI-high (46,2%), каждая третья женщина (30,8%) — MSS и каждая четвертая (23,1%) — MSI-low. Во второй группе исследования чаще всего встречалось MSI-low (40,9%), в 36,4% случаев отмечен MSI-high и в 22,7% — MSS.

Следует отметить, что по данным сравнительного анализа отмечена тенденция к более высокой частоте встречаемости MSI-low у женщин с распространенными формами ЭАЭ, однако уровня статистически значимых различий указанные изменения не достигли (p>0,05).

В настоящем исследовании при анализе данных MSI и MMR (Рис. 1) у пациенток с ЭАЭ установлена синхронное выпадение PMS2/MLH1, а также достоверно более высокая частота встречаемости выпадения PMS2/MLH1, которая составила 66% (p<0,01). Дальнейший анализ MSI-статуса среди всех пациенток с выпадением генов репарации и сопоставление данных с результатами ИГХ исследования показал, что у 79% пациенток с MSI высокой степени диагностировано синхронное выпадение PMS2/MLH1 (p<0,05). Кроме того, у 50% женщин с MSI низкой степени отмечено выпадение PMS2/MLH1, однако уровня статистически значимых различий при сравнении указанных данных не получено. Эти данные

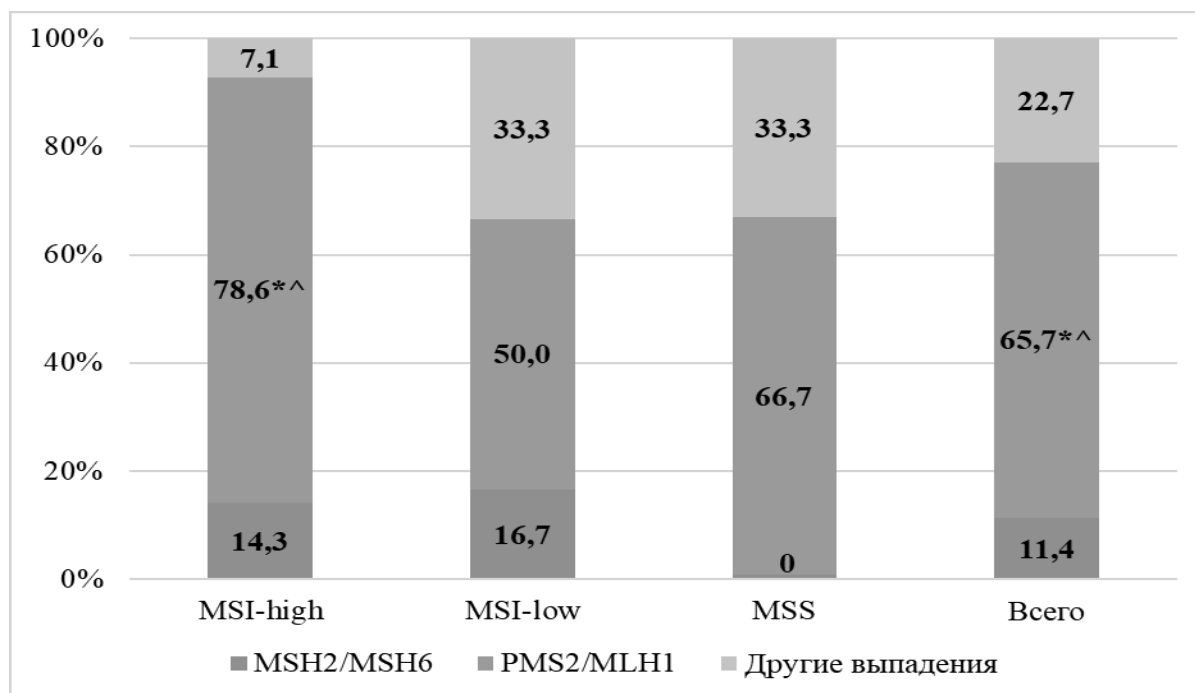


Рис. 1. Сопоставление исследований MSI и MMRгенов у пациенток с ЭАЭ,%
 Примечание: * — достоверность различий между MSH2/MSH6 и PMS2/MLH1 ($p < 0,05$)
 # — достоверность различий между MSH2/MSH6 и Другие выпадения ($p < 0,05$)
 ^ — достоверность различий между PMS2/MLH1 и Другие выпадения ($p < 0,05$)

свидетельствует о тенденции к более высокой частоте встречаемости потери экспрессии PMS2/MLH1 при MSI у женщин с ЭАЭ.

Интересными представляются результаты оценки структуры MSS, которые свидетельствуют об отсутствии микросателлитной нестабильности по данным ПЦР. Так, у 9 женщин с диагностированной MSS по данным ПЦР отмечены изменения по результатам ИГХ, а именно в 6 случаях выявлено синхронное выпадение PMS2/MLH1 и в 3 случаях — выпадение MSH2/MSH6, что может свидетельствовать о большей чувствительности метода ИГХ по сравнению с ПЦР.

Следует отметить, что в группе пациенток с распространенными формами ЭАЭ было 5 женщин без микросателлитной нестабильности по результатам ИГХ и обследование с помощью МГИ установило статус MSS.

Однако особую настороженность вызывают результаты, полученные по сопоставлению данных ИГХ и ПЦР у женщин обеих групп исследования и свидетельствующие о том, что у 7 (20,0%) женщин с диагностированным выпадением MMRгенов по результатам ПЦР определен статус MSS. Указанные данные свидетельствуют о том, что в каждом пятом случае ПЦР не позволяет диагностировать dMMR/MSI у пациенток с ЭАЭ.

Следовательно, по результатам проведенного нами исследования иммуногистохимия является более чувствительным методом для определения dMMR/MSI в аденокарциноме эндометрия.

При сопоставлении наличия повреждения MMR с возрастом пациенток, выявлено, что у пациенток с распространенными формами ЭАЭ средний возраст с MSI составил $55,2 \pm 2,23$ лет, в то время как у MSS-пациенток — $65,0 \pm 4,38$ лет ($p < 0,05$).

Возрастная характеристика пациенток групп исследования в зависимости от вида синхронного выпадения MMR показала, что средний возраст пациенток с выпадением экспрессии генов MSH2/MSH6 составил $42,3 \pm 4,15$ года, что существенно меньше, чем у пациенток с выпадением экспрессии PMS2/MLH1 ($60,0 \pm 1,62$ лет, $p < 0,05$). Выявленная особенность свидетельствует о том, что женщины с наличием повреждения PMS2/MLH1 относятся к более старшей возрастной группе вне зависимости от распространенности основного патологического процесса (Табл. 3).

Характеристика наличия dMMR в зависимости от степени дифференцировки опухоли у пациенток групп исследования показала, что у обследованных больных с dMMR45% женщин имели умеренную дифференци-

Таблица 3. Сопоставление вида dMMR с возрастом у пациенток групп исследования, n и%

Показатель	1 группа, n=12		2 группа, n=15		Всего, n=27	
	MSH2/MSH6	PMS2/MLH1	MSH2/MSH6	PMS2/MLH1	MSH2/MSH6	PMS2/MLH1
Средний возраст, M±m, годы	40,5±8,50	61,9±1,79*	44,0±5,00	58,5±2,50*	42,3±4,15	60,0±1,62*

Примечание:* достоверность различий (p<0,05)

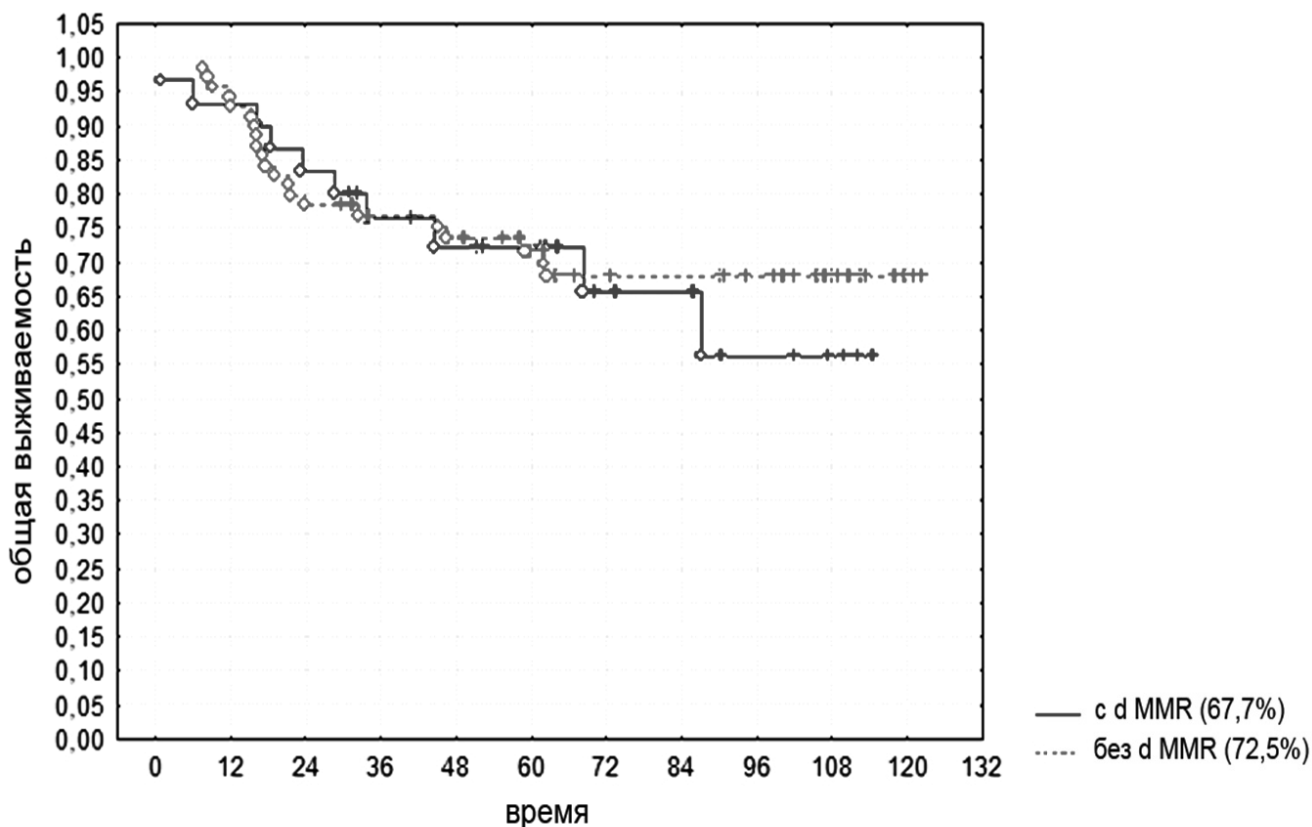


Рис. 2 Общая выживаемость (Каплан-Мейера) у пациенток групп исследования в зависимости от наличия dMMR, n=100.

ровку опухоли, 29% — с низкой дифференцировкой и 26% — с высокой (25,8%). Почти такое же распределение степени дифференцировки имели и женщины без dMMR — 49,3%, 23,2% и 27,5% соответственно. Внутригрупповой анализ имеющегося материала не показал наличия статистически значимых закономерностей в группах и подгруппах исследования по степени и характеру дифференцировки ЭАЭ.

Результаты анализа по сопоставлению показателей 5-летней общей выживаемости и наступления рецидива или прогрессирования у пациенток групп исследования в зависимости от наличия dMMR показал, что 68% женщин с dMMR и 73% без dMMR достигли уровня 5-летней выживаемости (Рис. 2). Наличие рецидива или прогрессирования

отмечено у 36% пациенток с dMMR и 30% без dMMR.

Результаты анализа по сопоставлению наличия dMMR с показателями средней длительности безрецидивного периода или средней длительности до прогрессирования, продемонстрировали, что у пациенток с dMMR средняя длительность безрецидивного периода или средняя длительность до прогрессирования составила 58,0±6,48 месяцев, а без dMMR 69,5±5,01 месяцев.

В группе женщин с локализованными формами ЭАЭ средние значения длительности безрецидивного периода или времени до прогрессирования не имели принципиальных различий. У женщин с распространен-

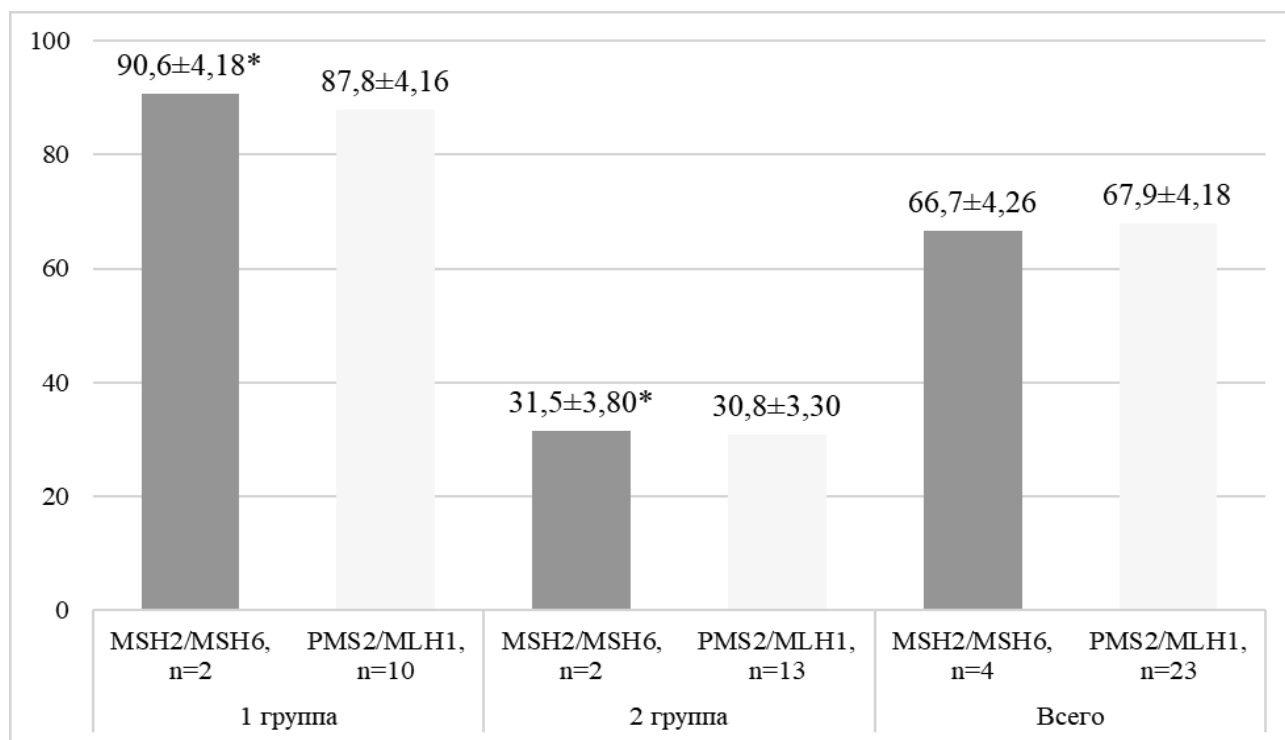


Рис. 3 Средняя длительность жизни до наступления рецидива / прогрессирования (месяцы), $M \pm m$
Примечание: * — статистически значимые различия между 1 и 2 группой исследования

ными формами средние значения длительности безрецидивного периода или времени до прогрессирования в анализируемых подгруппах составили, соответственно по группам — $37,1 \pm 5,54$ и $19,4 \pm 1,36$ месяцев. Средняя продолжительность жизни у женщин с dMMR составили $43,9 \pm 3,51$ месяцев, у женщин без dMMR — $30,0 \pm 3,27$ месяцев, различия по указанным показателям статистически значимые, $p < 0,05$.

Результаты анализа по сопоставлению вида dMMR с показателями средней длительности безрецидивного периода или средней длительности до прогрессирования свидетельствуют, что у всех обследованных пациенток с выпадением MSH2/MSH6 средняя длительность жизни до наступления рецидива или прогрессирования заболевания составила $66,7 \pm 4,26$ месяцев, а у больных с выпадением PMS2/MLH1 $67,9 \pm 4,18$ месяцев ($p > 0,05$).

Сравнительный внутригрупповой анализ показал наличие статистически значимых различий при сравнении средней продолжительности жизни до рецидива между пациентками с выпадением MSH2/MSH6 в 1 и 2 группе исследования, а также по изучаемому показателю при сравнении подгрупп с выпадением PMS2/MLH1 также в 1 и 2 группах исследования, что представляется вполне очевидным, учитывая принцип деления групп с учетом распространенности опухолевого процесса ($p < 0,05$).

Результаты анализа по сопоставлению вида dMMR с показателями средней длительности безрецидивного периода или средней длительности до прогрессирования иллюстрированы на рис. 3.

Обращает на себя внимание достаточно высокая частота встречаемости dMMR в распространенной группе, которая составила 37,0%. Публикации последних лет свидетельствуют, что MMR дефицитные опухоли показывают хороший ответ на иммунотерапию в независимости от гистологического типа и локализации опухоли.

ВЫВОДЫ

Эндометриоидный рак эндометрия характеризуется высокой частотой нарушения репарации неспаренных нуклеотидов ДНК (dMMR) (31% случаев). Установлено, что при распространенных формах эндометриоидной аденокарциномы эндометрия средний возраст MSS-пациенток достоверно выше, чем у пациенток с MSI ($65,0 \pm 4,38$ и $55,2 \pm 2,23$ соответственно, где $p < 0,05$); средний возраст пациенток с выпадением экспрессии генов MSH2/MSH6 меньше, чем средний возраст больных с выпадением экспрессии PMS2/MLH1 вне зависимости от распространенности основного патологического процесса ($42,3 \pm 4,15$ и $60,0 \pm 1,62$ лет, соответственно, $p < 0,05$). Наличие повреждения в системе репарации не-

спаренных нуклеотидов ДНК не влияет на общую 5-летнюю выживаемость (с dMMR — 67,7%, без dMMR — 72,5% месяцев), $p > 0,05$.

Прогностически более благоприятное течение распространенной формы эндометриоидной аденокарциномы эндометрия связано с нарушением системы репарации неспаренных нуклеотидов ДНК: средняя

продолжительность жизни пациентов с dMMR составила $43,9 \pm 3,51$ месяцев, без dMMR — $30,0 \pm 3,27$ месяцев ($p < 0,05$). Иммуногистохимия является более чувствительным методом в сравнении с ПЦР для отбора больных эндометриоидной аденокарциномой эндометрия, у которых высокая вероятность ответа на иммунотерапию по критерию dMMR/MSI-H (31% по данным ИГХ и 23% по данным ПЦР).

ЛИТЕРАТУРА

1. Титова В. А., Столярова И. В., Крейнина Ю. М. Современные технологии комплексного лечения рака эндометрия. М—СПб Фолиант 2012 г. 168 с.
2. Состояние онкологической помощи населению России в 2015 году / под ред. А. Д. Каприн, В. В. Старинский, Г. В. Петрова; — М.: МНИОИ им. П. А. Герцена, 2015. — 236 с.;
3. Roth A. D., Tejpar S., Yan P. et al. Stagespecific prognostic value of molecular markers in colon cancer: Results of the translational study on the PETACC3 — EORTC40993-SAKK 60—00 trial. J Clin Oncol (meeting abstract) 2009;27:4002.
4. Caduff, R. F. Clinical and pathological significance of microsatellite instability in sporadic endometrial carcinoma / R. F. Caduff, Johnston C. M., Svoboda-Newman S.M. [et al.] // Am J Pathol. — 1996. — № 148 (5). — P. 1671—1678;
5. Zigelboim, I. Assessing the prognostic role of ATR mutation in endometrioid endometrial cancer: An NRG Oncology/Gynecologic Oncology Group study / I. Zigelboim, A. Shamshad, Heather A. Lankes // Gynecol Oncol. — 2015. — № 138 (3). — P. 614—619;
6. Bilbao, C. Microsatellite instability predicts clinical outcome in radiation treated endometrioid endometrial cancer patients / C. Bilbao, P. C. Lara, R. Ramirez // Int J Radiat Oncol Biol Phys. — 2010. — № 76 (1). — P. 9—13;
7. Margherita Ratti et al. Cell Mol Life Sci — 2018. — Nov 1- № 75(22) — P. 4151—4162.

© Чам Карине Гургеновна (med_83@mail.ru), Раскин Григорий Александрович, Винокуров Владимир Леонидович,

Гелбутовская Светлана Михайловна, Лисянская Алла Сергеевна.

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А.М. Гранова

НАШИ АВТОРЫ OUR AUTHORS

Akhanova M. — Ph.D. of Sociological Sciences, Associate Professor, Tyumen Industrial University
ahanovama@tyuiu.ru

Akimbekov N. — PhD, Al-Farabi Kazakh National University

Anykbaev B. — Doctoral student, Kazakh Academy of transport and communications they. M. Tynyshpayev (KazATC), Almaty, Kazakhstan
anykbaev@mail.ru

Arslanov O. — Physician anesthesiologist intensive care unit, SO "Surgut Clinical Trauma Hospital"
orasmanbeto@mail.ru

Ataeva A. — Postgraduate student, The First Sechenov Moscow State Medical University
amina110311@mail.ru

Ataeva J. — Dagestan state medical University

Bakhtiyarova Y. — PhD., associate Professor, Kazakh Academy of transport and communications they. M. Tynyshpayev (KazATC), Almaty, Kazakhstan
baelag@mail.ru

Baranov A. — Senior researcher, Federal state budgetary scientific institution "All-Russian research Institute of Agrochemistry named after D. N. Pryanishnikov»
baranov.bigis@yandex.ru

Bayrikov I. — Doctor of medical Sciences, Professor, Samara state medical University
alikh_solt@mail.ru

Blokhina E. — Dentist, Samara state medical University
elenabloxina@mail.ru

Bogomolov V. — Ph.D., assistant professor, Kazan National Research Technological University
vladbogomolov72@mail.ru

Borisov V. — D.m.n., Professor, Privolzhskiy Research Medical University, N. Novgorod
viborisov@mail.ru

Cham K. — Graduate student, oncologist, Federal Public Health Institution Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies named after academician A.M. Granova
med_83@mail.ru

Chekotilo E. — Candidate of technical sciences, associate professor, Samara state technical university
e_chekotilo@mail.ru

Cheremisina E. — Candidate of Science in Engineering, professor, Dubna State University
arbatsolo@yandex.ru

Chyrnyy S. — PhD in engineering sciences, associate Professor, Southern Federal University
schernyy@sfedu.ru

Dantsiger D. — Doctor of Medical Sciences, professor, Novokuznetsk state institute of improvement of doctors - branch of FGBOU DPO RMANPO of the Ministry of Health of Russia
organzdrav@mail.ru

Dobrynin V. — Candidate of Science in Engineering, professor, Dubna State University
chere@uni-dubna.ru

Eliseeva E. — Doctor of medical Sciences, Professor, Pacific national medical University, Vladivostok
yeliseeff23@gmail.com

Eremin A. — Candidate of Sciences in Technology, Samara State Technical University
a.v.eremin@list.ru

Ezhova E. — Privolzhskiy Research Medical University, N. Novgorod
zhenya_ezhova@mail.ru

Gelbutovskaya S. — Graduate student, doctor of ultrasonic diagnostics, Federal Public Health Institution Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies named after academician A.M. Granova

Germanova S. — Senior Lecturer, RUDN University
germanova-se@rudn.ru

Guzik V. — Doctor of Technical Sciences, Professor, Southern Federal University, Honored worker of science of the Russian Federation
vfguzik@sfedu.ru

Ismetov V. — Bashkir State Medical University

Kargulova A. — Doctoral student, Kazakh Academy of transport and communications they. M. Tynyshpayev (KazATC), Almaty, Kazakhstan
kargulova84@mail.ru

Kashirskaya E. — Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, MIREA - Russian Technological University
liza.kashirskaya@gmail.com

Kazimagomedova N. — Physician anesthesiologist intensive care unit, SO "Surgut Clinical Trauma Hospital"
nakanaikoshdec@yandex.ru

Kichigina O. — Candidate of technical sciences, associate professor, Saint Petersburg state marine technical university
olga1986kichigina@gmail.com

Kocheva M. — Candidate of Technical Science, Associate Professor, RUDN University
kochneva-mv@rudn.ru

Konishkina T. — K.m.n., Associate Professor, Privolzhskiy Research Medical University, N. Novgorod
ssmetana@mail.ru

Kopylov F. — PhD of Medicine, professor, director of the institute of personalized medicine Sechenov First Moscow State Medical University Ministry of Health of the Russia
cardiolog@inbox.ru

Kozhevnikov A. — Candidate of Sociological Sciences, Lecturer, Novokuznetsk state institute of improvement of doctors - branch of FGBOU DPO RMANPO of the Ministry of Health of Russia
nvkz2004@rambler.ru

Kryagenkov K. — Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «MIREA – Russian Technological University» (Moscow)
konstantin@mirea.ru

Kulakova T. — Lecturer at the Banking college Central Russian Institute of Management - Branch of RANEPA
kulakova057@gmail.com

Kulik S. — Doctor of Technical Sciences, professor, National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute); Moscow State University of Psychology and Education (MSUPE)
sedmik@mail.ru

Kulyasova O. — Art. teacher, State Agrarian University of Northern Trans-Urals (Tyumen)
oksana-2505kul@mail.ru

Kuznetsov V. — Postgraduate student, Ryazan State Radioengineering University
vla8774@gmail.com

Lavrenyuk V. — Postgraduate, FGBOU VO "Pacific Vladivostok Medical University" of Ministry of health of the Russian Federation
lavrenyuk_90@bk.ru

Lisyanskaya A. — Candidate of medical Science, City budget health care institution "City Clinical Oncology Center"

Loos Y. — The Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
loos82@list.ru

Luneva M. — TB doctor, GBUZ "Primorsky regional TB dispensary"
pjanikova75@mail.ru

Lunev M. — Doctor of biological sciences, chief researcher of the Federal state budgetary scientific institution "All-Russian research Institute of Agrochemistry named after D. N. Pryanishnikov»
milunev@yandex.ru

Makeeva I. — The Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation
ivanovayuliya100@yandex.ru

Mansurov A. — Candidate of technical Sciences, associate Professor, Altai State University
mansurov.alex@gmail.com

Markov P. — Deputy CEO at “UNI-CONCORD” LLC, Tyumen state university
markov.pv@mail.ru

Melnichenko O. — K.m.n., Associate Professor, Privolzhskiy Research Medical University, N. Novgorod
olmel@hotmail.ru

Milovidova A. — Senior teacher, Dubna State University
milanna@uni-dubna.ru

Mingazova N. — Doctor of biological Sciences, Professor, Kazan (Volga region) Federal University, Kazan
mingas@mail.ru

Nefedova A. — First Pavlov State Medical University of St. Petersburg
Annefedova@mail.ru

Nguyen Thanh Tuan — Postgraduate, MADI
thanhtuanuct2@gmail.com

Nikolaev V. — Candidate of technical sciences, Associate Professor at the Central Russian Institute of Management - Branch of RANEPA
nikolaev.vlad@gmail.com

Ovchinnikova S. — Ph.D. of Sociological Sciences, Associate Professor, Tyumen Industrial University

Pervukhin I. — Ph.D., main electronics, Kazan National Research Technological University
pervuhin@kstu.ru

Petrovskaya P. — Senior Lecturer, RUDN University
petrovskaya-pa@rudn.ru

Petukhov N. — Candidate of Agriculture Science, Associate Professor, RUDN University
petukhov-nv@rudn.ru

Pilipenko N. — Postgraduate, FGBOU in the RostGMU of the Ministry of Health of Russia
dr.npilipenko@yandex.ru

Platonov D. — Leading Specialist, Gazpromneft-NTC, Tyumen

Plechev V. — Bashkir State Medical University

Polyakova V. — Privolzhskiy Research Medical University, N. Novgorod
lera10@yandex.ru

Polyanichko M. — Candidate of technical Sciences, associate Professor of PGUPS, St. Petersburg
polyanichko@pgups.ru

Prilip V. — Postgraduate student, Southern Federal University
v.prilip@yandex.ru

Prosvirina D. — Lecturer, Samara state technical university
dasha92pr@mail.ru

Protsenko I. — Doctor of technical Sciences, Professor, Kamchatka state technical University, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky
ip1954@list.ru

Raskin G. — Doctor of medical Sciences, Federal Public Health Institution Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies named after academician A.M. Granova

Razmanova V. — Art. teacher, State Agrarian University of Northern Trans-Urals (Tyumen)
razmanovave@gausz.ru

Romashkova O. — PhD (technical sciences), professor, Moscow State Linguistic University (MSLU), Moscow, Russia
ox-rom@yandex.ru

Rostov A. — Candidate of medical Sciences, chief physician, Limited liability Company "Center of medical legal consulting "Rubicon"
a_rostov@mail.ru

Rostov A. — The General Director, Limited liability Company "Center of medical legal consulting "Rubicon"
ar-rostov@yandex.ru

Ruina O. — K.m.n., Associate Professor, Privolzhskiy Research Medical University, N. Novgorod
olga-ru1@inbox.ru

Ryazanova E. — Postgraduate, FGBOU VO "Pacific Vladivostok Medical University" of Ministry of health of the Russian Federation
ryazanova_14@bk.ru

Sabitova D. — Bashkir state medical University (BSMU), Ufa
diana14031995@yandex.ru

Sambros N. — Senior Lecturer, RUDN University
sambros-nb@rudn.ru

Samusev S. — Teacher, School №1547
sa.samusev@gmail.com

Schetinin D. — Altai State University
1nta4r@gmail.com

Shestakov A. — PhD in Engineering sciences, senior researcher, Southern Federal University
trtualval@rambler.ru

Shishkin A. — Candidate of Agricultural Sciences, Assistant professor, State Agrarian University of Northern Trans-Urals (Tyumen)
kafedra-331@mail.ru

Sokolov I. — Assistant, Dubna State University
isokolov@jinr.ru

Suvorov A. — PhD, Senior Lecturer, Moscow State Civil Engineering University
suvorovap@mgsu.ru

Tabakarov P. — Doctor, State budgetary institution of health care «Primorsky regional oncological clinic», Vladivostok

Tarasenko L. — Assistant professor, SO HE KhMAO-Ugra "Surgut State University"
lyubtarasenko@yandex.ru

Tsoпова M. — Privolzhskiy Research Medical University, N. Novgorod
marusia.marusia160@yandex.ru

Umyarova R. — PhD student, Kazan (Volga region) Federal University, Kazan
umyarova.rezeda@mail.ru

Vinokurov V. — Doctor of medical Sciences, Professor, Federal Public Health Institution Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies named after academician A.M. Granova

Vishnyakova N. — Candidate of Medicine, administrator of Polyclinic №2, general physician, therapist, Budgetary Public Health Facility of the Moscow region "Mytishchi city clinical hospital"
Nelli.vishnyakova.76@mail.ru

Vlasenko A. — Candidate of technical Sciences, teacher, NGIUV – branch of FSBEI DPO RMANPO Ministry of health of Russia
postmastergiduv@rambler.ru

Volkov M. — Head doctor, State budgetary institution of health care «Primorsky regional oncological clinic», Vladivostok
pkod@list.ru

Winner A. — First Pavlov State Medical University of St. Petersburg
anastacywinner@yandex.ru

Yanin V. — Candidate of Medicine, medical director, Budgetary Public Health Facility of the Moscow region "Mytishchi city clinical hospital"
v.a.yanin@gmail.com

Yusupov R. — Graduate student, Bashkir state medical University
Yusupov_80@mail.ru

Zavertaylo L. — SO "Surgut Clinical Trauma Hospital"
zavertailo@yandex.ru

Zhubanova A. — D.Sc., Professor, Al-Farabi Kazakh National University
akimbeknur@gmail.com

Zhukova M. — Post-graduate student, Ulyanovsk State University, Ulyanovsk
Musya-123-91@yandex.ru

Zhulev E. — Doctor of medical Sciences, Professor, Volga research medical University" of the Ministry of health of the Russian Federation
hrustalev54@mail.ru

Zhurman V. — Candidate of medical Sciences, State budgetary institution of health care «Primorsky regional Oncology center»; assistant of the Pacific national medical University, Vladivostok
varvara2007@yandex.ru

Zilina N. — Doctor of Engineering, the associate professor, Novokuznetsk state institute of improvement of doctors - branch of FGBOU DPO RMANPO of the Ministry of Health of Russia
zhilina.ngiuv@yandex.ru

Требования к оформлению статей, направляемых для публикации в журнале



Для публикации научных работ в выпусках серий научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» принимаются статьи на русском языке. Статья должна соответствовать научным требованиям и общему направлению серии журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской и зарубежной научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы, и содержать очевидный элемент создания нового знания. Представленные статьи проходят проверку в программе «Антиплагиат».

За точность воспроизведения дат, имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакционная коллегия оставляет за собой право на редактирование статей без изменения научного содержания авторского варианта.

Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» проводит независимое (внутреннее) рецензирование.

Правила оформления текста.

- ◆ Текст статьи набирается через 1,5 интервала в текстовом редакторе Word для Windows с расширением “.doc”, или “.rtf”, шрифт 14 Times New Roman.
- ◆ Перед заглавием статьи указывается шифр согласно универсальной десятичной классификации (УДК).
- ◆ Рисунки и таблицы в статью не вставляются, а даются отдельными файлами.
- ◆ Единицы измерения в статье следует выражать в Международной системе единиц (СИ).
- ◆ Все таблицы в тексте должны иметь названия и сквозную нумерацию. Сокращения слов в таблицах не допускаются.
- ◆ Литературные источники, использованные в статье, должны быть представлены общим списком в ее конце. Ссылки на упомянутую литературу в тексте обязательны и даются в квадратных скобках. Нумерация источников идет в последовательности упоминания в тексте.
- ◆ Литература составляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.
- ◆ Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Правила написания математических формул.

- ◆ В статье следует приводить лишь самые главные, итоговые формулы.
- ◆ Математические формулы нужно набирать, точно размещая знаки, цифры, буквы.
- ◆ Все использованные в формуле символы следует расшифровывать.

Правила оформления графики.

- ◆ Растровые форматы: рисунки и фотографии, сканируемые или подготовленные в Photoshop, Paintbrush, Corel Photopaint, должны иметь разрешение не менее 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.
- ◆ Векторные форматы: рисунки, выполненные в программе CorelDraw 5.0-11.0, должны иметь толщину линий не менее 0,2 мм, текст в них может быть набран шрифтом Times New Roman или Arial. Не рекомендуется конвертировать графику из CorelDraw в растровые форматы. Встроенные - 300 dpi, формата TIF, без LZW уплотнения, CMYK.

По вопросам публикации следует обращаться к шеф-редактору научно-практического журнала «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики» (e-mail: redaktor@nauteh.ru).

